

การวิเคราะห์ทางเลือกของระบบการจัดการจราจร ณ บริเวณห้าแยก
(ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง) จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม PARAMICS

**Analysis of Traffic Management System Alternatives at the Five-Leg Junction (The City Spiritual House)
in the KHON KAEN City Using PARAMICS**

SCS-10-004

วุฒิไกร ไชยปัญญา¹, พงกฤษณ คลังบุญครอง²
Wuttikrai Chaipanha¹, Pongrid Klungboonkrong²

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมาตรฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
โทรศัพท์. 0-4320-2355 ต่อ 12 โทรสาร 0-4320-2355 ต่อ 15
¹E-mail: spey_loveu@hotmail.com

²ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมาตรฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
โทรศัพท์. 0-4320-2355 ต่อ 12 โทรสาร 0-4320-2355 ต่อ 15
²E-mail: pongrid@gmail.com

บทคัดย่อ

ห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองเป็นบริเวณที่กำลังประสบกับปัญหาการจราจรติดขัดขั้นวิกฤต อีกทั้งผลกระทบจากการเปิดให้บริการของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่เป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางแห่งใหม่บริเวณสี่แยกประตูเมือง ซึ่งมีเส้นทางเชื่อมต่อกับบริเวณห้าแยกฯ ส่งผลให้บริเวณข้างเคียงมีการเติบโตทางเศรษฐกิจ สังคม และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้น พื้นที่ดังกล่าวจึงควรได้รับการวิเคราะห์และเสนอแนะทางเลือกในการแก้ปัญหาการจราจรอย่างเร่งด่วน โดยการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจร การจัดการจราจร ณ ห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองในปัจจุบัน และประเมินทางเลือกที่ใช้ในการจัดการจราจรในอนาคตโดยใช้โปรแกรม PARAMICS ผลการศึกษาสรุปว่า การวิเคราะห์ทางเลือกในการแก้ปัญหาการจราจรทำการวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งโครงข่ายโดยใช้ตัวชี้วัดคือค่า Mean System Speed และ Mean System Delay และเฉพาะบริเวณห้าแยกฯ ที่ใช้ตัวชี้วัดคือ ความเร็วเฉลี่ย เวลาในการเดินทาง ความล่าช้า และความยาวแถวคอย พบว่า ทางเลือกที่ 3 ห้ามจอดตามแนวช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯ และปรับปรุงรอบสัญญาณไฟบริเวณห้าแยกฯ และสี่แยกประตูเมือง เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงระยะสั้น 1 ปี และทางเลือกที่ 4 ก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมืองและขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกฯ เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในระยะกลาง 5 ปี

คำสำคัญ: แบบจำลองระดับจุลภาค, Paramics, การจัดการจราจร

Abstract

Traffic at the five-leg junction around the City Spiritual House is facing a critical situation, partly due to the recent opening of a new shopping mall at the connecting City Gate intersection. This consequently affects the land use of its surrounding area and turns the area into a new destination in town. Therefore, traffic analysis and assessment should urgently be done. The study aims to analyze the current traffic condition and management around the area mentioned, as well as alternatives for future traffic management with PARAMICS. The study concluded that the alternative assessment process to resolve traffic problem as a whole network using MOEs are the mean system speed and mean system delay. And the five-leg junction areas, the indicators are used average speed, travel time, delays and queue. The first was in short term or 1 year, which showed that Alternative#3, no parking along the streets leading to the five-leg junction and improvement of traffic signals in both intersection, was the most

appropriate and efficient alternative. The second was done in long term or 5 years, where the most appropriate and efficient alternative was Alternative#4 which was to build a tunnel crossing at the City Gate intersection and expand traffic lanes at the five-leg junction

Keywords: Microsimulation Model, Paramics, Traffic management

1. ความสำคัญของปัญหา

พื้นที่ศึกษาห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองเป็นบริเวณหนึ่งที่กำลังประสบกับปัญหาการจราจรติดขัดขั้นวิกฤต (ดังรูปที่ 1) อีกทั้งมีผลกระทบจากการเปิดให้บริการของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ (เช่นทรัล พลาซ่า) เป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางแห่งใหม่บริเวณสี่แยกประตูเมือง (ถนนมิตรภาพตัดกับถนนศรีจันทร์) ทำให้บริเวณข้างเคียงมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน รูปแบบการเดินทาง เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจ มีร้านค้าและที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางที่สำคัญแห่งใหม่ของจังหวัดขอนแก่น ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดอย่างกว้างขวางในบริเวณใกล้เคียงกับห้าแยกฯ บ่อยครั้งจะมีความยาวแถวคอยยาวถึงบริเวณสี่แยกประตูเมือง (ดังรูปที่ 2) ดังนั้น จึงควรมีการวิเคราะห์เพื่อประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาจราจร เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงการรูปแบบการเดินทาง การใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการระบบการจราจร และการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจรในอนาคตอย่างเร่งด่วน



รูปที่ 1 สภาพปัญหาการจราจรติดขัดในบริเวณห้าแยกฯ



รูปที่ 2 สภาพความยาวแถวคอยบริเวณสี่แยกประตูเมือง

ซึ่งการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Micro Simulation) ในการวิเคราะห์ทางเลือกต่างๆ เพื่อประเมินผลและเสนอแนะทางเลือกที่ดีที่สุด เป็นวิธีหนึ่งที่เป็นวิทยาศาสตร์ เป็นระบบและมีประสิทธิภาพได้ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถจำลองสภาพการจราจรที่เกิดขึ้น วิเคราะห์ และเปรียบเทียบสถานการณ์ต่างๆ ในอนาคต ซึ่งยังไม่เกิดขึ้นจริง ทำให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา รวมทั้งสามารถปรับปรุงทางเลือกในการแก้ไขปัญหาล่วงหน้าได้ก่อนการตัดสินใจก่อนดำเนินการก่อสร้างในอนาคต โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรในระดับจุลภาคและช่วยในการตัดสินใจในการประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหการจราจร ณ ห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถประยุกต์ใช้ในการจำลองสภาพการเคลื่อนตัวของยานแต่ละประเภท สามารถแสดงผลในรูปแบบของภาพ 3 มิติ และจำลองสถานการณ์ต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น การควบคุมทางแยกด้วยสัญญาณไฟจราจร วงเวียน ทางด่วน ทางลอด ทางข้าม และระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดด้าน การจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระยะทาง ความเร็ว ความล่าช้า ความยาวแถวคอย และเวลาที่ใช้ในการเดินทางของยานแต่ละคัน เป็นต้น ในขณะที่เดียวกันได้มีการตรวจสอบตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อแบบจำลองทำให้แบบจำลองในด้านความถูกต้อง น่าเชื่อถือ จนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Dowling, Skabardonis and Alexiadis (2004)[13] กล่าวว่า ในการเลือกใช้แบบจำลองต้องพิจารณาความเหมาะสมและประสิทธิภาพในการทำงานของระดับการจำลองสภาพการจราจร ซึ่งแบบจำลองระดับจุลภาค(Micro-simulation Model) มีความเหมาะสมกับการวิเคราะห์การจัดการเชิงพื้นที่ขนาดเล็ก สามารถพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการสร้างทางเลือกได้อย่างหลากหลาย มีความครอบคลุมองค์ประกอบด้านการจราจรและขนส่ง และแสดงตัวชี้วัดที่มีความละเอียดแสดงถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่แต่ละคัน ทั้งนี้มีการศึกษาจำนวนมากที่ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค Choa, Milam and Stanek (2003) [12] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรม CORSIM, PARAMICS และ VISSIM พบว่าโปรแกรม PARAMICS และ VISSIM มีความสอดคล้อง

กับผลที่ได้จากการสำรวจในสนาม หลักการทางวิศวกรรมจราจร มากกว่าผลที่ได้จากโปรแกรม CORSIM นอกจากนี้ยังสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบสองและสามมิติได้ Boxill (2007)[11] ได้สรุปจุดเด่นของแต่ละโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรได้แก่ 1)AIMSUN สร้างแบบจำลอง Gap Acceptance Behavior of Drivers บนพื้นฐานของความล่าช้าซึ่งแบบจำลองอื่นไม่สามารถทำได้ 2)VISSIM สามารถสร้างแบบจำลองการขับขีบริเวณทางแยกที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถจำลองพฤติกรรมจราจรถนนและการจอดรถสองข้างได้ 3)PARAMICS สามารถสร้างแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงเนื่องจากใช้ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางได้โดยตรง 4)DYNASIM เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพและมีความเร็วในการประมวลผลสูง และมีความสามารถในการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวสามมิติได้อย่างดีเยี่ยม 5)S-PARAMICS เหมาะกับการจำลองในพื้นที่กว้างและมีความสามารถในการจำลองระบบขนส่งสาธารณะได้ดี 6)CUBE DYNASIM สามารถติดตามการเคลื่อนที่ของรถยนต์แต่ละคันและจำลองพฤติกรรมการขับขีจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจได้อย่างสมจริง และ Ratrouf and Rahman (2008)[23] กล่าวว่าโปรแกรม AIMSUN, CORSIM และVISSIM มีความเหมาะสมสำหรับการจัดการจราจรบริเวณที่มีการจราจรติดขัดบนถนนสายหลักและทางด่วน โดยที่โปรแกรม AIMSUN มีความเหมาะสมในการสร้างโครงข่ายในเมืองขนาดใหญ่ ขณะที่แบบจำลองของโปรแกรม PARAMICS, INTEGRATION และ CORSIM มีประสิทธิภาพในการจำลองระบบขนส่งอัจฉริยะได้อย่างดี

โดยสรุปจะพบว่า โปรแกรม PARAMICS มีความเหมาะสมในการจำลองสภาพการจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองในการศึกษาคครั้งนี้ ถึงแม้ว่าโปรแกรม PARAMICS จะมีข้อดีและข้อจำกัดซึ่งไม่สามารถจำลองจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ (<http://www.PARAMICS-online.com>)[22] ซึ่งปัจจุบันมีเพียงโปรแกรม VISSIM เท่านั้นที่สามารถทำได้ แต่โดยภาพรวมโปรแกรม PARAMICS มีความสามารถเทียบเคียงกับโปรแกรมอื่นๆ ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งมีฟังก์ชันที่ครอบคลุมในการประยุกต์ใช้จำลองสภาพการจราจรได้อย่างดี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

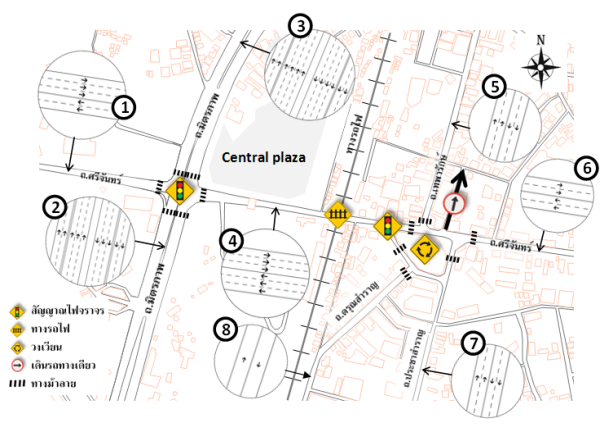
ประสิทธิภาพในการจำลองสภาพการจราจร	โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค					
	AIMSUN	CORSIM	FRESIM	NETSIM	PARAMIC	VISSIM
ประสิทธิภาพในการจำลองทั่วไป						
เครื่องมือตรวจจับยาน (Vehicle Detectors)	√	X	√	√	√	√
วงเวียน (Roundabout)	X	√	X	X	√	√
การปรับขอบทาง (Kurb)	X	√	X	X	√	√
การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่ (Zone Access Control)	X	√	√	X	√	√
ระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport)	√	√	√	√	√	√
สัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed time)	√	√	√	√	√	√
การแสดงผลสามมิติ (3D)	√	X	X	X	√	√
ประสิทธิภาพในการจำลองสิ่งอำนวยความสะดวกและสถานการณ์ต่างๆ						
สัญญาณไฟจราจรแบบเชื่อมโยง (Co-ordinated Traffic signals)	√	√	X	√	√	√
สัญญาณไฟจราจรแบบปรับตามปริมาณจราจรได้ (Adaptive traffic signals-Vehicle actuated)	√	X	X	X	√	√
การจัดลำดับสิทธิ์พิเศษแก่ระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport)	√	√	X	√	√	√
การกำหนดเส้นทางของระบบขนส่งสาธารณะ (Bus Route)	√	√	X	√	√	√
ช่องจราจรเฉพาะสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ (Bus Lane)	√	X	X	√	√	√
การยึดถือการจราจร (Traffic Claming)	X	X	X	X	√	√
การควบคุมการเข้าออกทางด่วน (Ramp Metering)	√	√	√	X	√	√
รถจักรยานยนต์ (Motorcycles)	X	X	X	X	X	√
คนเดินเท้า (Pedestrians)	X	√	X	√	√	√
ที่จอดรถ (Parking)	X	X	X	X	√	√

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ในการจัดการจราจรในต่างประเทศ เช่น Gardes, May, Dahlgren and Skabardonis (2002)[15] ได้ทำการศึกษาและทำการประเมินความสามารถของแบบจำลองระดับจุลภาคที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การปรับปรุงทางด่วน (Freeway) หมายเลข 680 ในเมือง San Francisco, U.S.A. เพื่อพัฒนาและเสนอแนะกระบวนการพัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรม PARAMICS ในเชิงลึกก่อนนำแบบจำลองมาวิเคราะห์ทางเลือกในการปรับปรุง Liu, Chu and Recker (2004)[17] ทำการศึกษารอบการเข้าถึงถนนสายหลักผ่านทางเชื่อม (Ramp) ที่ต่อเนื่องกันตามแนวโครงข่ายถนนสายหลักใน California, U.S.A. โดยการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม PARAMICS และมีการเขียนโปรแกรมเสริม API (Application Programming Interface) เพื่อเพิ่มความสามารถของโปรแกรม PARAMICS ให้สามารถสร้างแบบจำลองได้สมจริงยิ่งขึ้น Oketch, Delsey and Robertson (2004)[19] ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของวงเวียนบนทางหลวง 417 E-NS off-ramp ใน Island Park, Ottawa เปรียบเทียบกับการใช้ระบบสัญญาณไฟจราจรในการควบคุม Bartin, Ozbay, Yanmaz and Rathi (2005)[8] ทำการศึกษาและพัฒนาสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรของวงเวียน Collingwood ใน New Jersey, U.S.A. เพื่อเปรียบเทียบการประมวลผลจากการใช้โปรแกรม PARAMIC เพียงอย่างเดียวและ PARAMICS ที่เขียนคำสั่ง API

สำหรับตัวอย่างการประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ในการจัดการจราจรในประเทศไทย เช่น พนทฤณ คลังบุญครอง และซีริชชัย কমปรัชญา และ Woolley (2546)[3] ได้ทำการศึกษาการประเมินทางเลือกในการจัดการระบบจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม PARAMICS เพื่อหาทางเลือกที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการจราจรติดขัด ทวี วิชัยเมธาวี (2546) [2] ทำการประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ในการพัฒนาวิธีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรสำหรับสภาพการจราจรอึมครึมและอึมครึมมาก เพื่อประเมินผลกระทบด้านการจราจรก่อนและหลังมีอาคารจอดรถของการรถไฟฟ้านครราชสีมาแห่งประเทศไทย (สถานีลาดพร้าว) บริเวณแยกรัชดาลาดพร้าว กรุงเทพฯ ที่มีช่องทางแยกและถนนในโครงการที่ศึกษา วิจิตร รัชสังข์ (2548) [4] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองการจราจรบนทางพิเศษเฉลิมมหานคร และทางพิเศษฉลองรัช เพื่อประเมินทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดช่องทางพิเศษ (HOV, High Occupancy Vehicle Lane) และการควบคุมทางเข้าทางพิเศษ (Ramp Metering) Junsuan (2002) [14] การศึกษาทำการประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร SCOOT และศึกษาประสิทธิภาพของระบบที่มีใช้อยู่เดิมต่อการควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจและการควบคุมสัญญาณไฟจราจรจังหวัดจันทบุรี และ Prabnasak and Yue (2006)[21] ทำการศึกษาและพัฒนาระบบสัญญาณไฟจราจรแบบเชื่อมโยง (Signal Coordination) บนช่วงถนนศรีจันทร์ จังหวัดขอนแก่น เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบสัญญาณดังกล่าวก่อนจะทำการติดตั้งจริง โดยใช้โปรแกรม PARAMICS ในการจำลองสภาพการจราจรและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสัญญาณไฟจราจรต่อเนื่องดังกล่าว

3. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาตามแนวถนนศรีจันทร์ (ช่วงระหว่างสี่แยกประตูเมืองถึงห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง) ถนนเทพารักษ์ ถนนประชาสำราญ และถนนนครราชสีมา จังหวัดขอนแก่น ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นเสมือนจุดศูนย์กลางของเมือง มีเส้นทางเชื่อมต่อไปยังสถานที่สำคัญหลายแห่ง เช่น สำนักงานเทศบาล สถานีรถไฟ โรงแรม ห้างสรรพสินค้า และสถานบันเทิง เป็นต้น และอยู่ในบริเวณย่านศูนย์กลางเศรษฐกิจการค้าของเมือง (ดังรูปที่ 3) อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การก่อสร้างห้างสรรพสินค้า และหมู่บ้านจัดสรร ในพื้นที่ใกล้เคียง ทำให้เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีปัญหาการจราจรติดขัดอย่างมากของเมืองขอนแก่นในปัจจุบัน



รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและการจัดการจราจรในพื้นที่ศึกษา

4. ระเบียบวิธีวิจัย

4.1 ตำรวจและเตรียมข้อมูล

การศึกษานี้ได้แบ่งประเภทของข้อมูลที่ทำการสำรวจและรวบรวมเป็น 4 ประเภทหลัก มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดการสำรวจและเตรียมข้อมูล

ข้อมูลทำการสำรวจและรวบรวม	รายละเอียดข้อมูล
ข้อมูลกายภาพ (Geometric Data)	1) จำนวนของช่องจราจร 2) ความกว้างของช่องจราจรและทางเท้า 3) ลักษณะทางกายภาพของทางแยก 4) การเชื่อมต่อกับพื้นที่ข้างเคียง 5) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ข้อมูลการควบคุมการจราจร (Control Data)	1) ตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุมการจราจร 2) รอบสัญญาณไฟจราจร 3) การขีดสีตีเส้นติดตั้งป้ายเพื่อจัดช่องการไหลของกระแสจราจร
ข้อมูลปริมาณการเดินทาง (Demand Data)	1) ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง
ข้อมูลสำหรับปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration Data)	1) ปริมาณจราจรบนช่วงถนน 2) ปริมาณจราจรที่ทางแยก 3) ความยาวแถวคอย 4) ความเร็ว 5) เวลาในการเดินทาง

ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า เวลา 07.00-09.00 น. และช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น เวลา 16.00-18.00 น. โดยการสำรวจข้อมูลปริมาณการเดินทางและข้อมูลสำหรับปรับเทียบแบบจำลองทำการสำรวจในวันทำงาน 1 วัน โดยใช้วิธีบันทึกภาพ

เคลื่อนไปจากกล้องวิดีโอ (VDO) แล้วจึงทำการถอดข้อมูลและบันทึกลงแบบฟอร์มในภายหลัง โดยการจดบันทึกจะเจงนับปริมาณจราจร (manual count) ทุกๆ 15 นาที (การสำรวจและรวบรวมข้อมูลได้ทำการสำรวจในช่วงก่อนการเปิดให้บริการของห้างเซ็นทรัล พลาซ่า ขอนแก่น)

4.2 พัฒนาแบบจำลอง

กระบวนการพัฒนาแบบจำลองฐานในโปรแกรม PARAMICS มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) **สร้างแบบจำลอง (Model Build Process)** การสร้างโครงข่ายมีขั้นตอนสำคัญ (Magison and Collins, 2009)[18] ได้แก่ การกำหนดคุณสมบัติของโครงข่าย กำหนดประเภทและลักษณะของช่วงถนน สร้างภาพพื้นหลัง สร้างจุดอ้างอิง สร้างช่วงเส้นทาง สร้างทางแยก สร้างพื้นที่ย่อย กำหนดคุณสมบัติของช่องจราจร และสร้างระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น โดยโครงข่ายที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นในโปรแกรม PARAMICS ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงข่ายถนนที่พัฒนาขึ้นในโปรแกรม PARAMICS

2) กำหนดปริมาณการเดินทาง (Demands Process)

(1) **ลักษณะขบวนยาน**ในการศึกษานี้ได้แปลงยานพาหนะทุกประเภท ให้เป็นหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit, PCU) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล [6]

ประเภทของขบวนยาน	PCU
รถจักรยานยนต์	0.33
รถยนต์ส่วนบุคคล	1.00
รถบรรทุกขนาดเล็ก	2.00
รถบัส	2.00
รถบรรทุกขนาดใหญ่	3.00

(2) **แจกแจงการเดินทาง** เนื่องจากโครงข่ายที่ทำการศึกษามีขนาดเล็ก ขบวนยานมีการเลือกใช้เส้นทางในการเดินทางที่แน่นอนด้วยเส้นทางเดียวที่เป็นไปได้จากต้นทางถึงปลายทาง (เส้นทางที่สั้นที่สุด) การศึกษาจึงเลือกใช้วิธีการ All-Or-Nothing (AON) เป็นวิธีการแจกแจงการเดินทางในโปรแกรม PARAMICS

(3) **กำหนดปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง** การสร้างตารางการเดินทางในแบบจำลองฐานของโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษาซึ่งแบ่งเป็น 8 พื้นที่ย่อย ใช้ค่าปริมาณการเดินทางในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.00 – 09.00 น.) โดยเลือกช่วงเวลาที่มียปริมาณจราจรสูงสุดจากการสำรวจ 1 ชั่วโมง คือ 07.30-08.30 น. แต่ในการพัฒนาแบบจำลองได้ใช้เวลาทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง 15 นาที คือ ช่วงเวลา 07.15-08.30 น. เพิ่มช่วงเวลาในการประมวลผลขึ้นอีก 15 นาที (Warm-up Period) ก่อนถึงช่วงเวลาที่มียปริมาณจราจรสูงสุด 1 ชั่วโมง ซึ่ง 15 นาทีแรกเป็นช่วงที่ข้อมูลมีความไม่เสถียร

(4) **กำหนดปริมาณการเดินทางของระบบขนส่งสาธารณะ** ประยุกต์ใช้กับรถสองแถวและรถไฟ ซึ่งมีลักษณะการเดินทางด้วยเส้นทางและปริมาณคงที่ โดยยึดตามตารางเวลาและความถี่ในการให้บริการผ่านพื้นที่ศึกษา ในช่วงเวลาที่ทำการจำลองสภาพการจราจร

3) ตรวจสอบความคลาดเคลื่อน (Error Checking Process)

(1) **การทบทวนข้อมูลนำเข้า** ทั้งในรูปแบบของข้อมูลที่อยู่ในส่วนของตาราง และความคิดปกติผ่านการแสดงผลของหน้าจอผู้ใช้งาน จนมีความมั่นใจว่าแบบจำลองฐานได้จัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล

(2) **การทบทวนการแสดงผลจากภาพเคลื่อนไหว** เพื่อให้เห็นพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของขบวนยานที่ไม่เป็นธรรมชาติในกรณีที่แบบจำลองมีความผิดปกติ และขจัดความผิดปกติของการเคลื่อนที่ของขบวนยานในเบื้องต้น และพร้อมสำหรับการนำไปสู่ขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลองอย่างละเอียดต่อไป

4) การประมวลผลแบบจำลอง (Simulation Run Process)

(1) **จำนวนครั้งในการประมวลผลแบบจำลอง** จำนวนครั้งของการประมวลผลเริ่มต้นและจำนวนครั้งของการประมวลผลที่ต้องการอย่างน้อยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1)

$$N = (t_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\mu \cdot \epsilon})^2 \quad (1)$$

เมื่อ

- μ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าที่ต้องการวัดค่าจากประมวลผลแบบจำลอง
- σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าที่ต้องการวัดค่าจากการประมวลผล
- ϵ คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดได้
- $t_{\alpha/2}$ คือ ค่าทดสอบการกระจายตัวแบบ t ที่ระดับความเชื่อมั่น $1 - \alpha$

(2) ค่า Seed เป็นค่าที่ต้องทำการเลือกในการประมวลผลแต่ละครั้ง เพื่อสร้างค่าการตัดสินใจสุ่มของขบวนแต่ละคันออกมาผ่านพฤติกรรมต่างๆ ของผู้ขับขี่ขบวนที่กระจายอยู่ในโครงข่ายที่ทำการสร้างแบบจำลอง ซึ่งการใช้ค่า Seed ค่าเดิมในการประมวลผลแต่ละครั้งจะทำให้แบบจำลองลดระดับจาก Stochastic level มาเป็น Deterministic level ดังนั้นในการประมวลผลแต่ละครั้งจะต้องทำการสุ่มค่า Seed แล้วจึงนำผลที่ได้มาเฉลี่ยกันก่อนนำไปวิเคราะห์ต่อไป

(3) ช่วงเวลาที่ข้อมูลมีความไม่เสถียร (Warm up periods) เป็นช่วงเวลาที่จำเป็นจะต้องตัดผลลัพธ์ทางสถิติช่วงแรกนี้ออกเพื่อให้ผลลัพธ์มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการประมวลผลการจำลองสภาพการจราจร ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเริ่มต้นจากไม่มีขบวนในโครงข่าย ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากสภาพจริง

4.3 ปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองเป็นกระบวนการที่ทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลองเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลแบบจำลองมีค่าที่เสมือนกับค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้จะถูกนำมาประมวลผลและนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรที่สำรวจในสนามในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า 07.30-08.30 น. (ช่วง Warm up period ไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์) ซึ่งผลเปรียบเทียบต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการจราจรและขนส่งได้ต่อไป

1) เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibrate Target and Criteria)

ในการศึกษานี้จึงได้คัดเลือกเกณฑ์สำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง โดยอาศัยเกณฑ์ของ DMRB 12[9] อ้างอิงเป็นเกณฑ์การปรับเทียบหลักเนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับและมีการใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองระดับจุลภาคอย่างแพร่หลาย และพิจารณาจากเกณฑ์ของหน่วยงานและเอกสารอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อให้

ครอบคลุมทุกตัวชี้วัด ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดความมั่นใจในการปรับเทียบและประยุกต์ใช้แบบจำลองต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลอง

ตัวชี้วัดการปรับเทียบ	เกณฑ์การปรับเทียบ	เป้าหมายการปรับเทียบ
ปริมาณจราจร [7]	GEH<5	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
เวลาในการเดินทาง[7]	±15% (หรือไม่เกิน 1 นาที ถ้ามีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า 15%)	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ความเร็วในการเดินทาง[9]	±20%	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ
ความยาวแถวคอย [12] [20]	±20% (หรือไม่เกิน 5 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 10 คัน หรือ ±7 คัน เมื่อความยาวแถวคอยที่สำรวจไม่เกิน 20 คัน)	>85% ของกรณีทั้งหมดที่ทำการปรับเทียบ

2) ปรับเทียบโครงข่าย (Network Calibration)

การปรับเทียบโครงข่ายได้ทำการกำหนดตามข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจและรวบรวมในพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักๆ เช่น ลักษณะทางเรขาคณิตของโครงข่าย (Network Geometries) เช่น ความกว้างของช่องจราจร มุมเลี้ยว และขอบคันทาง เป็นต้น การเลือกช่องจราจร เส้นหยุด ลำดับความสำคัญของกระแสจราจร ตำแหน่งที่ติดตั้งป้าย การจำกัดความเร็ว เป็นต้น

3) ปรับเทียบปริมาณการเดินทาง (Demand Calibration)

การปรับเทียบในส่วนปริมาณการเดินทาง ได้แก่ สัดส่วนประเภทขบวนในกระแสจราจร ความเร็ว ความเร่ง และความหน่วง เป็นต้น ได้ทำการกำหนดค่าตามข้อมูลที่ทำการสำรวจและข้อมูลที่มีการศึกษาผ่านมา (ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน, 2549) [5]

4) ปรับเทียบการปรับตั้งค่าการประมวลผล (Overall simulation configuration Calibration)

การปรับเทียบในส่วนการปรับตั้งค่าการประมวลผล ได้แก่ ช่วงเวลาในการประมวลผลต่อวินาที ความเร็วในการจดจำ เป็นต้น ได้กำหนดค่าที่เหมาะสมตามการศึกษาที่ผ่านมา (Fellendorf and Vortisch, 2001) [14]

5) **เปรียบเทียบพฤติกรรมทางเลือกเส้นทาง (Route Choice behavior Calibration)**

เนื่องจากกำหนดวิธีการแจกแจงการเดินทางแบบ All-or-Nothing ซึ่งขยวดยานทุกคันเลือกเส้นทางในการเดินทางจากพื้นที่ที่ย่อตันทางถึงพื้นที่ที่ย่อยปลายทางด้วยเส้นทางที่แน่นอน จึงสมมติฐานว่าตัวแปรในการเลือกเส้นทาง ไม่มีผลต่อพฤติกรรมทางเลือกเส้นทางของขยวดยาน

6) **เปรียบเทียบพฤติกรรมของผู้ขับขี่ (Driver behavior Calibration)**

ในเรื่องต้นเมื่อทำการปรับตั้งค่าตัวแปรต่างๆ (ค่าที่วิเคราะห์แล้วว่าไม่มีค่าที่แน่นอน) เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ผลลัพธ์จากการประมวลผลแบบจำลองมีความใกล้เคียงและสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการสำรวจมากยิ่งขึ้น ได้ทำการปรับค่าอย่างละเอียดโดยใช้ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสูงสุดที่เหมาะสมแก่การปรับค่าในกระบวนการปรับเทียบแบบจำลองในโปรแกรม PARAMICS (Zhang and Ma, 2008) [24] คือ Headway และ Reaction time ซึ่งในการปรับค่าของตัวแปรดำเนินการตามหลักการวิเคราะห์ความอ่อนไหว เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าที่เหมาะสมที่สุด

7) **ผลการปรับเทียบแบบจำลองฐาน**

การวิเคราะห์ผลการปรับเทียบแบบจำลองฐานได้จากการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองกับข้อมูลปริมาณจราจรและดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งได้แก่ ปริมาณจราจรบนช่วงถนน 12 ช่วงถนน ปริมาณจราจรที่ทางแยก 12 ทิศทาง ความเร็วเฉลี่ย 14 ช่วงถนนเวลาในการเดินทาง 11 คูโชน และความยาวแถวคอย 5 ขาทางแยก โดยสรุปผลการปรับเทียบแบบจำลองฐาน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลการปรับเทียบแบบจำลอง

ดัชนีชี้วัด	ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย	GEH เฉลี่ย	ผ่านเกณฑ์ในการปรับเทียบ
ปริมาณจราจรบนช่วงถนน	2.07	0.61	✓ (ผ่าน 100%)
ปริมาณจราจรที่ทางแยก	4.64	0.87	✓ (ผ่าน 100%)
ความเร็วเฉลี่ย	7.82	-	✓ (ผ่าน 92.9%)
เวลาในการเดินทาง	10.97	-	✓ (ผ่าน 100%)
ความยาวแถวคอย*	28.16	-	✓ (ผ่าน 100%)

*หมายเหตุ : ใช้เกณฑ์การปรับเทียบความคลาดเคลื่อนเป็นคั่น

4.4 **การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation)**

แบบจำลองฐานได้รับการปรับเทียบกับข้อมูลสภาพการจราจรชุดที่ 1 (ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า) ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่างๆ โดยการทดสอบและเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพการจราจรกับข้อมูลการจราจรชุดที่ 2 (ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลอิสระต่อกันกับขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง โดยพิจารณาใช้ดัชนีในการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับผลการสำรวจและเกณฑ์การปรับเทียบเช่นเดียวกับการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการประมวลแบบจำลองมีความสอดคล้องกับผลจากการสำรวจเป็นอย่างดีและมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ดัชนีชี้วัด	ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย	GEH เฉลี่ย	ผ่านเกณฑ์ในการตรวจสอบความถูกต้อง
ปริมาณจราจรบนช่วงถนน	2.14	0.67	✓ (ผ่าน 100%)
ปริมาณจราจรที่ทางแยก	3.77	1.13	✓ (ผ่าน 100%)
ความเร็วเฉลี่ย	9.90	-	✓ (ผ่าน 85.7%)
เวลาในการเดินทาง	11.90	-	✓ (ผ่าน 100%)
ความยาวแถวคอย*	28.06	-	✓ (ผ่าน 100%)

*หมายเหตุ : ใช้เกณฑ์การปรับเทียบความคลาดเคลื่อนเป็นคั่น

4.5 **ประยุกต์ใช้แบบจำลอง**

ในการวิเคราะห์ทางเลือกได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองระดับจุลภาคที่พัฒนาขึ้น เพื่อทำการวิเคราะห์ และประเมินทางเลือก ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ 1) กรณีที่ไม่มีโครงการทางเลือก และ 2) กรณีที่มีการดำเนินการโครงการทางเลือกในอนาคต ระยะสั้น (1 ปี) และระยะกลาง (5 ปี) มีรายละเอียดดังนี้

1) **แบบจำลองกรณีฐาน (Base Case Model)**

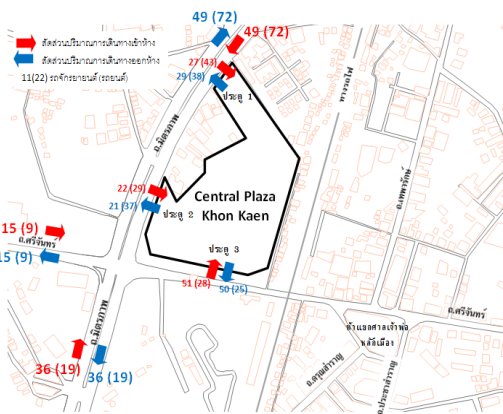
(1) **คาดการณ์ปริมาณการเดินทางในอนาคต (Future Demand Forecast)**

ในการศึกษานี้ใช้หลักการ Historical Growth Patterns เป็นวิธีการประมาณค่าการเดินทางในอนาคต พิจารณา Growth Rate

จากผลการประมาณการเดินทางในอนาคตอ้างอิงจากโครงการจัดทำแผนแม่บทและศึกษาความเหมาะสมด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น เพื่อก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนเมืองขอนแก่น (ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน, 2550) [6] ซึ่งมีค่าเป็นสัมประสิทธิ์ตัวคูณปริมาณการเดินทางในปีปัจจุบัน เท่ากับ 1.77 และ 8.83 สำหรับปีที่ 1 (พ.ศ.2553) และปีที่ 5 (พ.ศ.2557)

(2) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

ในการศึกษาได้พิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ การเปิดให้บริการของห้างเซ็นทรัล พลาซ่า จังหวัดขอนแก่น บริเวณใกล้สี่แยกประตูเมือง โดยการคาดการณ์การเกิดการเดินทางของ ห้างเซ็นทรัล พลาซ่า จังหวัดขอนแก่น ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้อัตราการเดินทางที่ได้ทำการศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ สำหรับปริมาณการเดินทางเข้าและออกอาคารที่ใช้เพื่อการพาณิชย์กรรมเป็นลักษณะห้างสรรพสินค้า/นันทนาการ (ชาคริต ชูวุฒยากร, 2550) [1] ซึ่งมีลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางและพื้นที่ใช้สอยของห้างฯ ที่ใกล้เคียงกับจังหวัดขอนแก่น โดยกำหนดสัดส่วนการเข้าและออกเท่ากันในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนที่ร้อยละ 13 ของเที่ยวการเดินทางทั้งหมดต่อวัน แบ่งสัดส่วนการเข้าออกแต่ละประตูตามการสำรวจเบื้องต้นในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (17.00-18.00 น.) เมื่อห้างฯเปิดให้บริการแล้ว (ดังรูปที่ 5) ก่อนทำการกระจายการเดินทางสู่โซนต้นทางและโซนปลายทาง แต่ละคู่โซนที่เข้าและออกห้างฯ ทั้งนี้ถือว่าปริมาณการเดินทางที่เข้าออกห้างฯ เป็นปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นใหม่ทั้งหมดไม่คิดรวมกับปริมาณการเดินทางที่ได้จากการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางในอนาคต



รูปที่ 5 การกระจายการเดินทางเข้าสู่ห้างเซ็นทรัลฯ

2) แบบจำลองกรณีโครงการทางเลือก (Alternative Model Case)

แบบจำลองมีโครงการทางเลือกหรือทางเลือกในอนาคตที่มีการปรับปรุง (Future Build Alternatives) เป็นแบบจำลองที่ได้พิจารณาจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองกรณีฐาน โดยมีการประยุกต์ใช้

หลักการทางวิศวกรรมจราจรในการสร้างทางเลือกในการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดทางเลือกสำหรับแก้ไขปัญหาด้านการจราจรและขนส่ง ดังแสดงในตารางที่ 7 และตัวอย่างแบบจำลองทางเลือกดังรูปที่ 6 ถึง 8

ตารางที่ 7 ทางเลือกในการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรและขนส่ง

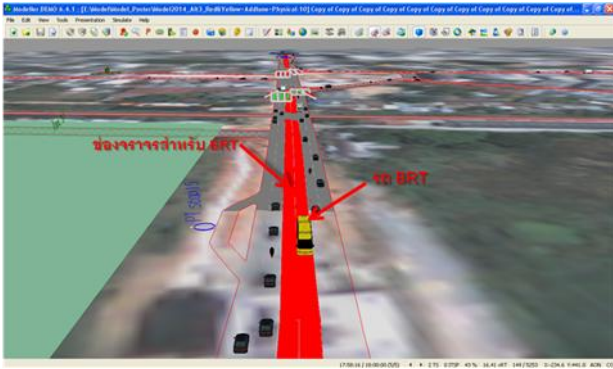
ช่วงเวลา	ทางเลือก	รายละเอียด
ระยะสั้น 1 ปี (พ.ศ.2553)	1	ห้ามจอดรถบนบริเวณบนช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯ
	2	ปรับรอบสัญญาณไฟจราจร
	3	ทางเลือกที่ 1 + 2
ระยะกลาง 5 ปี (พ.ศ.2557)	1	ขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกฯ
	2	ก่อสร้างทางลัดบริเวณสี่แยกประตูเมือง
	3	ก่อสร้างระบบ BRT
	4	ทางเลือกที่ 1 + 2



รูปที่ 6 การจำลองทางเลือกขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกฯ



รูปที่ 7 การจำลองทางเลือกก่อสร้างทางลัดบริเวณสี่แยกประตูเมือง



รูปที่ 8 การสร้างช่องจราจรสำหรับ BRT ในโปรแกรม PARMICS

3) ดัชนีชี้วัดประสิทธิผล (Measure of Effectiveness, MOEs)

การศึกษานี้กำหนดดัชนีชี้วัดประสิทธิผลแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

- (1) ดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของระบบทั้งโครงข่าย ได้แก่ Mean System Speed และ Mean System Delay
- (2) ดัชนีชี้วัดประสิทธิผลเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง ได้แก่ ความยาวแถวคอยสูงสุดเฉลี่ย (Average Queue Max) ความเร็วเฉลี่ย (Average speed) ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) และเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Average Travel Time)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการจราจรช่วงระยะสั้น

สรุปผลการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของทั้งโครงข่ายและเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง กรณีทางเลือกในการจัดการจราจรในระยะสั้น ดังแสดงในตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของทั้งโครงข่าย กรณีทางเลือกในระยะสั้น ปี พ.ศ.2553

แบบจำลอง	ตัวชี้วัด	
	Mean System Speed (Km./hr.)	Mean System Delay (Sec.)
กรณีฐาน ปี พ.ศ.2553	19.3	255.1
ทางเลือกที่ 1	19.0	260.1
ทางเลือกที่ 2	27.2	180.5
ทางเลือกที่ 3	26.5	184.8

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดประสิทธิผลเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง กรณีทางเลือกในระยะสั้น ปี พ.ศ.2553

แบบจำลอง	ตัวชี้วัด			
	Average Queue Max (PCU)	Average speed (Km/hr)	Average Delay (Sec./PCU)	Average Travel Time (Sec.)
กรณีฐาน ปี พ.ศ.2553	36.8	21.2	157.6	241.7
ทางเลือกที่ 1	29.6	22.9	164.4	258.3
ทางเลือกที่ 2	14.2	26.8	45.4	166.7
ทางเลือกที่ 3	5.2	30.2	7.8	110.1

5.2 การวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการจราจรช่วงระยะกลาง

สรุปผลการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของทั้งโครงข่ายและเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง กรณีทางเลือกในการจัดการจราจรในระยะกลาง ดังแสดงในตารางที่ 10 และตารางที่ 11

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของทั้งโครงข่าย กรณีทางเลือกในระยะกลาง ปี พ.ศ.2557

แบบจำลอง	ตัวชี้วัด	
	Mean System Speed (Km./hr.)	Mean System Delay (Sec.)
กรณีฐาน ปี พ.ศ.2553	19.8	249.3
ทางเลือกที่ 1	21.3	238.4
ทางเลือกที่ 2	28.0	175.3
ทางเลือกที่ 3	20.5	236.8
ทางเลือกที่ 4	28.8	170.4

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพเฉพาะบริเวณห้าแยก
ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง กรณีทางเลือกในระยะกลาง ปี พ.ศ.2557

แบบจำลอง	ตัวชี้วัด			
	Average Queue Max (PCU)	Average speed (Km/hr)	Average Delay (Sec./PCU)	Average Travel Time (Sec.)
กรณีฐาน ปี พ.ศ.2553	49.6	24.3	119.4	215.8
ทางเลือกที่ 1	9.8	27.8	43.94	159.4
ทางเลือกที่ 2	10.4	29.1	14.72	137.6
ทางเลือกที่ 3	18.2	23.7	56.1	177.0
ทางเลือกที่ 4	4.4	31.0	7.04	106.8

6. อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการจราจรเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการจราจร สำหรับโครงการระยะสั้น 1 ปี (พ.ศ.2553) โดยพิจารณาถึงดัชนีชี้วัดทั้งโครงข่ายโดยรวมและเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง พบว่า ทางเลือกที่ 3 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรในระยะสั้น (ปี พ.ศ. 2553) เนื่องจากสามารถบรรเทาปัญหาด้านการจราจรและปรับปรุงทั้งในแง่ความเร็ว เวลาในการเดินทาง ความยาวแถวคอย และความล่าช้าบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่ากรณีฐาน ทางเลือกที่ 1 และทางเลือก 2 อย่างชัดเจน และมีผลของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของทั้งโครงข่ายที่ไม่ต่างจากทางเลือกที่ 2 ดังนั้น ทางเลือกที่ 3 จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจะได้ถูกนำไปบูรณาการกับแบบจำลองกรณีฐานในระยะกลางปี พ.ศ.2557 เพื่อทำการวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการจราจร ปี ต่อไป

ในขณะที่การวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการจราจรเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการจราจรและขนส่ง สำหรับโครงการระยะกลาง 5 ปี (พ.ศ.2557) โดยพิจารณาถึงดัชนีชี้วัดทั้งโครงข่ายและเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง พบว่า ทางเลือกที่ 4 ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมืองและมีปรับปรุงขยายช่องจราจรจาก 3 ช่องจราจรเป็น 4 ช่องจราจร บริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง (จากแยกถนนครุฑสำราญถึงแยกถนนศรีจันทร์ ฟังก์ทิศตะวันตกของวงเวียน) สามารถแก้ไขปัญหาด้านการจราจรและขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในแง่ที่ทำการพิจารณาในลักษณะทั้งโครงข่ายและพิจารณาเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง

7. สรุปผล

การพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคโดยใช้โปรแกรม PARAMICS เป็นเครื่องมือในการศึกษานี้ เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการใช้วิเคราะห์และประเมินทางเลือกในการจัดการจราจร เนื่องจากสามารถตรวจสอบการเคลื่อนที่ของยานยนต์แต่ละคันได้อย่างละเอียด ประเมินผลกระทบและอิทธิพลของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อระบบได้อย่างชัดเจน เหมาะกับการวิเคราะห์สภาพปัญหาการจราจรติดขัดในลักษณะที่สภาพการจราจรมีการแปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา และสามารถแสดงผลสามมิติเพื่อนำเสนอให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย

โดยผลการวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรสูงสุด ในช่วงระยะสั้น (พ.ศ.2553) คือ ทางเลือกที่ 3 ห้ามจอดบนช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกและบริเวณห้าแยก และปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณห้าแยกและสี่แยกประตูเมือง และในช่วงระยะกลาง (พ.ศ.2557) คือ ทางเลือกที่ 4 ก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมืองและขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยก

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้พิจารณาเฉพาะผลกระทบทางด้านการจราจรเท่านั้น ในการปรับปรุงระบบจราจรบริเวณดังกล่าวควรเปิดโอกาสให้กลุ่มคนผู้ได้รับผลกระทบกลุ่มต่างๆ นักสิ่งแวดล้อม นักสังคมศาสตร์ นักผังเมือง และผู้บริหารที่มีอำนาจตัดสินใจโดยเขามีส่วนรวมในการพิจารณาตัดสินใจเลือกโครงการด้วย เพื่อให้ได้ทางเลือกที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาคริต ชูฒยากร. (2550). แบบจำลองการเกิดและการดึงดูดการเดินทางโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์การใช้ประโยชน์ที่ดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] ทวี วิชัยเมธาวิ. 2546. การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอ้อมคิว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] พนกฤษณ คลังบุญคลอง, ธีระชัย কমปรัชญา, และ Woolley, J. 2546. การประเมินทางเลือกในการจัดการระบบการจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม PARAMICS. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการขนส่งแห่งชาติ ครั้งที่ 1. (หน้า 55-62). ขอนแก่น: [ม.ป.พ.].

- [4] วิจิตรา วัชสังข์ และเกษม ชูจารุกุล. (2548). ผลกระทบของมาตรการช่องทางพิเศษและการควบคุมเข้าต่อการจราจรบนระบบทางพิเศษในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน. 2549. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบเพื่อจัดระบบการจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง จังหวัดขอนแก่น, ขอนแก่น : คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [6] ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน. 2551. โครงการจัดทำแผนแม่บทและศึกษาความเหมาะสมด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ และผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น เพื่อก่อสร้างระบบขนส่งมวลชนเมืองขอนแก่น. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [7] สมณฑา หรั่งโพธิ์. 2549. การประเมินผลกระทบด้านการจราจรโดยใช้โปรแกรม PARAMICS กรณีศึกษาโครงการอาคารจอดแล้วจรสถานีลาดพร้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [8] Bartin, K.Ozby, O.Yanmaz, & N.Rathi. 2005. Modeling and Simulation of an Unconventional Traffic Circle. Austria: Vienna.
- [9] Barton-Aschman Associates, Inc.and Cambridge Systematics, Inc. 1997. Design manual for roads and bridges (1996). Volume 12 traffic appraisal of roads schemes ,section 2 traffic appraisal advice.
- [10] Bertini, R. L., Lindgren,R. and Tantiyanugulchai, S. 2002. D R A F T Application of PARAMICS Simulation At a Diamond Interchange. USA : portland state university department of civil & environmental engineering
- [11] Boxill, S, A. (2007). An evaluation of 3-d traffic simulation modeling capabilities. Research Report SWUTC/07/167621-1. USA.: Center for Transportation Training and Research Texas Southern University.
- [12] Choa F, Milam R.T, and Stanek D. 2003. CORSIM, PARAMICS, and VISSIM: What the Manuals Never Told You. Paper presented at the 9th Conference on the Application of Transportation Planning Methods; Apr 6-11; Baton Rouge (LA), USA.
- [13] Dowling, R., Skabardonis,A. and Alexiadis.V. 2004 .Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software. CA. : Dowling Associates, Inc.
- [14] Fellendorf M, Vortisch P. 2001. Validation of the Microscopic Traffic Flow Model VISSIM in Difference Real-World Situations. Paper presented at the 80th TRB Annual Meeting; 2001; Washington, D.C., USA
- [15] Gardes.Y, May A.D., Dahlgren. J, & Skabardonis. A. (2002). Freeway Calibration and Application of the Paramics Model. Paper presented at the 81th TRB Annual Meeting. Washington, D.C., USA.: [n.p].
- [16] Jansuwan, S. (2001). Assessment of Area Traffic Control System in Bangkok by the Microscopic Simulation Model. Master Thesis in Civil Engineering, Graduate School, Chulalongkorn University.
- [17] Liu, H., Chu, L., & Recker,W. (2004). Performance Evaluation of ITS Strategies Using Microscopic Simulation. Journal of Transportation Engineering, 130(3), 330-338.
- [18] Magison, P., & Collins, P. (2009). Paramics Microsimulation RTA Manual V.1.0. New South Wales. Australia: Road and Traffic Authority, New south wale government.
- [19] Oketch, T., & Carrick, M. (2005). Calibration and Validation of a Micro-Simulation Model in Network Analysis. USA.: Washington DC.
- [20] Ove Arup & Partners Scotland Ltd. 2007. PARAMICS model calibration and validation. 4th properties. Outline planning application for leith docks transport assessment. Pp.20-39 outline planning application for leith docks transport assessment
- [21] Prabnasak, J. (2006). Using of Version 2.1 aaSIDRA and Version 5.1 PARAMICS in the Development of Traffic Signal Coordination on Sri-Jan Road, Khon Kaen City, Thailand. Australia: University of south Australia school of natural and built environment.
- [22] Quadstone Paramics. (2007) <http://www.paramics-online.com>
- [23] Ratrou N.T., & Rahman S, M. (2008). A comparative analysis of currently used microscopic and macroscopic traffic simulation software. Department of Civil Engineering King Fahd University of Petroleum & Minerals Dhahran, Saudi Arabia. The Arabian Journal for Science and Engineering, 34(1B).
- [24] Zhang, M. and Ma, J. 2008. Developing Calibration Tools for Microscopic Traffic Simulation Final Report Part 1: Overview Methods and Guidelines on Project Scoping and Data Collection. california path working paper ucb-its-pwp-2008-3, california path program institute of transportation studies university of california, berkeley