บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. สรุปเนื้อหาโดยรวม

บทที่ 1 ได้กล่าวถึง ที่มาและความสำคัญของการวิจัยนี้เนื่องจากห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง ซึ่งเป็นบริเวณที่กำลังประสบกับปัญหาการจราจรติดขัดขั้นวิกฤต อีกทั้งผลกระทบจากการเปิดให้บริการของห้าง Central Plaza บริเวณสี่แยกประตูเมือง ซึ่งมีเส้นทางเชื่อมต่อมายังบริเวณห้าแยกฯ ส่งผลให้บริเวณข้างเคียงมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีการเติบโตทางประชากร เศรษฐกิจ สังคม และเป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางแห่งใหม่ ดังนั้น พื้นที่ดังกล่าวจึงควรได้รับการวิเคราะห์และประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาการจราจรอย่างเร่งด่วน โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรและการจัดการจราจร ณ ห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองในปัจจุบัน และวิเคราะห์และประเมินผลเพื่อคัดเลือกทางเลือกที่ใช้ในการจัดการจราจรในอนาคตโดยใช้โปรแกรม PARAMICS ในการพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาค และวิเคราะห์ความอ่อนไหวและอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการจำลองสภาพการจราจร

บทที่ 2 ได้กล่าวถึง โปรแกรม PARAMICS มีข้อดี ข้อด้อย และความเหมาะสมในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยก่อนการประยุกต์ใช้แบบจำลองระดับจุลภาคจะต้องทำการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเพื่อให้มีความสมจริงและใช้เป็นตัวแทนของพฤติกรรมของกระแสจราจรในสภาวะที่ทำการสำรวจจริง โดยการปรับเทียบแบบจำลองแบ่งเป็น 5 ส่วน คือ โครงข่าย ปริมาณการเดินทาง การตั้งค่าการประมวลผล พฤติกรรมการขับขี่ และพฤติกรรมการเลือกเส้นทาง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ใช้ 2 ตัวแปรหลัก คือ เวลาห่าง (Headway) มีค่าอยู่ในช่วง 0.6-2.0 และเวลารับรู้และเกิดปฏิกิริยา (Reaction time) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4-1.3 ตามลำดับ ในขณะที่การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นกระบวนการทำซ้ำที่เชื่อมโยงกับแบบจำลองที่ได้ทำการปรับเทียบแล้ว ทั่วไปจะใช้ชุดข้อมูลที่แตกต่างกันกับชุดข้อมูลที่ใช้ในขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง โดยเป็นขั้นตอนสุดท้ายในพิสูจน์ว่าแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลองมีลักษณะและพฤติกรรมการเดินทาง รวมทั้งประสิทธิภาพโดยรวมของระบบมีความใกล้เคียงกับสภาพที่ทำการสำรวจอย่างสมเหตุสมผลเพียงใด ซึ่งสิ่งที่มีผลต่อความถูกต้องและต้องคำนึงถึงอย่างมากในการพัฒนาแบบจำลองระดับจุลภาคอีกประการ คือ ผลกระทบจากพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจรที่ทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนสูง ทั้งนี้มีวิธีการที่ใช้ในพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมของรถจักยานยนต์หลายแนวทาง ได้แก่ การใช้วิธีหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล การใช้หน่วยเทียบเท่ารถจักรยานยนต์ช่องจราจรเสมือน และการตัดปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์ออกการการประมวลผลและวิเคราะห์ ในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจะใช้การเปรียบเทียบ

ผลที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองกับผลที่ได้จากการสำรวจด้านการจราจรในสนาม ทั้งนี้ แบบจำลองที่มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งพิจารณาจากค่า GEH และร้อยละของความแตกต่าง จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทางเลือกในการจัดการจราจรในอนาคต

บทที่ 3 ได้กล่าวถึง ความเหมาะสมของแบบจำลองสภาพการจราจรในการใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค (Macro) ระดับกึ่งจุลภาค (Meso) และระดับจุลภาค (Micro) โดยแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคมีความสามารถและประสิทธิภาพที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การจัดการเชิงพื้นที่ สามารถพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการสร้างทางเลือกได้อย่างหลากหลาย ครอบคลุมองค์ประกอบด้านการจราจรและขนส่งอย่างครบถ้วน โดยมีหลักการพื้นฐานมาจาก Car-Following Model และ Lane – Changing Model ซึ่งการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรต้องทำการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อให้ผลที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการสำรวจในสนามมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งขั้นตอนในการปรับเทียบประกอบด้วย การปรับเทียบโครงข่าย ปริมาณการเดินทาง การตั้งค่าการประมวลผล พฤติกรรมการเลือกเส้นทาง และพฤติกรรมการขับขี่ โดยผลความคลาดเคลื่อนต้องผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ตามหลักการทางสถิติ (GEH ค่าความแตกต่าง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของความแตกต่าง) รวมทั้งใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยการสังเกตการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวด้วยสายตากับภาพ VDO ที่ได้บันทึกไว้ เป็นตัวชี้วัดการยอมรับได้ในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองที่ได้สามารถประยุกต์ใช้ในการประเมินและวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ ด้วยการพิจารณาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเหมาะสมของแต่ละทางเลือกจากดัชนีชี้วัดประสิทธิผล (MOEs) ซึ่งเป็นค่าทางสถิติที่บ่งชี้ถึงลักษณะเฉพาะและประสิทธิภาพของระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของระบบโดยรวม (เช่น Mean System Speed และ Total System Delay เป็นต้น) และดัชนีชี้วัดสภาพของปัญหาเฉพาะตำแหน่ง (เช่น ความเร็ว ความยาวแถวคอย และความล่าช้า เป็นต้น) ซึ่งดัชนีชี้วัดของสภาพปัญหาเฉพาะตำแหน่งเป็นตัวชี้วัดเพิ่มเติมนอกจากการวิเคราะห์ด้วยดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของระบบโดยรวม

บทที่ 4 ได้กล่าวถึง การเลือกใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Microsimulation model) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และจัดการจราจร โดยใช้โปรแกรม PARAMICS ถึงแม้ว่าจะมีข้อด้อยและข้อจำกัดซึ่งไม่สามารถจำลองจักรยานยนต์และรถจักรยานได้ แต่โดยภาพรวมมีความสามารถเทียบเคียงกับโปรแกรมอื่น ๆ ในการจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งมีฟังก์ชั่นที่ครอบคลุมในการประยุกต์ใช้จำลองสภาพการจราจร มีความละเอียดสูงในการแสดงถึงพฤติกรรมการขับขี่ของยวดยานแต่ละคัน ใช้หลักการสุ่มซึ่งทำให้มีลักษณะและพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกับสภาพการจราจรจริงที่มีการแปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา มีความอ่อนไหวสูงทำให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดจากการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงการจัดการจราจร และสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวสะดวกในการนำเสนอและทำความเข้าใจ สำหรับกรณีศึกษาบริเวณห้าแยก

ศาลเจ้าพ่อหลักเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นเสมือนจุดศูนย์กลางของเมือง มีเส้นทางเชื่อมต่อไปยังสถานที่สำคัญหลายแห่ง และอยู่ในบริเวณย่านศูนย์กลางเศรษฐกิจการค้าของเมือง จนส่งผลให้พื้นที่มีปัญหาการจราจรติดขัดอย่างมาก อีกทั้งมีการเปิดให้บริการของห้าง Central plaza ซึ่งมีผลให้บริเวณข้างเคียงมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจ ประชากร และสังคม มีร้านค้าและที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงเหมาะสมในการทำการศึกษาเพื่อประเมินผลทางเลือกต่าง ๆในการแก้ไขปัญหาการจราจรที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคตอย่างยิ่ง โดยการสำรวจข้อมูลการสำรวจและเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ข้อมูลกายภาพ ข้อมูลการควบคุมการจราจร ข้อมูลปริมาณการเดินทาง และข้อมูลสำหรับปรับเทียบแบบจำลอง ในการสำรวจมูลปริมาณการเดินทางเพื่อสร้างตารางการเดินทางจากโซนต้นทางถึงโซนปลายทางในพื้นที่ศึกษาที่ไม่ใช่ทางแยกเดี่ยวและทำการสำรวจในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้ทำการปรับแก้ปริมาณการเดินทางให้สอดคล้องกัน โดยประยุกต์และปรับใช้หลักการของ Bertini et al., (2002) ซึ่งแบ่งวิธีการปรับแก้ปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ปรับเทียบปริมาณจราจรบริเวณจุดเชื่อมต่อ กระจายปริมาณจราจรเข้าสู่โซน ปรับผลรวมของโซนต้นทางและโซนปลายทาง และปรับแก้ตารางปริมาณการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง

สำหรับการพัฒนาแบบจำลองฐานประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ การสร้างแบบจำลอง การกำหนดปริมาณการเดินทาง การตรวจสอบความคลาดเคลื่อน การประมวลผลแบบจำลอง และการแสดงผลลัพธ์ของแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองฐานที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยในการวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญและคำนึงถึงพฤติกรรมของจักรยานยนต์ ที่มีผลกระทบและทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างแบบจำลองกับสภาพจริงในสนาม โดยกำหนดแนวทางในการทดสอบเพื่อกำหนดแนวทางในการปรับเทียบแบบจำลองที่เหมาะสม ได้แก่ แบบจำลองยวดยานทุกประเภท แบบจำลองเฉพาะยวดยานขนาดใหญ่ แบบจำลองหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล และแบบจำลองช่องจราจรเสมือน โดยไม่ทำการทดสอบกรณีของแบบจำลองหน่วยเทียบเท่ารถจักรยานยนต์เนื่องจากไม่เหมาะสำหรับพื้นที่ศึกษาที่มีสัดส่วนปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์ไม่มากพอ ซึ่งพบว่าการพัฒนาแบบจำลองที่ทำการแปลงยวดยานทุกประเภทให้เป็นหน่วยเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคลกำหนดค่า PCU สำหรับรถจักรยานยนต์ เท่ากับ 0.33 (รถบัสเท่ากับ 2.5 รถบรรทุกขนาดกลางเท่ากับ 2.0 และรถบรรทุกขนาดใหญ่เท่ากับ 3.0) เป็นแนวทางที่มีความเหมาะสมสูงสุด ทั้งนี้ใช้เกณฑ์การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยประยุกต์ใช้เกณฑ์ของ (DMRB) Volume 12 และจากเกณฑ์ของหน่วยงานอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยใช้ค่า GEH สำหรับเปรียบเทียบปริมาณจราจรและใช้ร้อยละของความแตกต่างสำหรับเปรียบเทียบค่าเวลาในการเดินทาง ความเร็ว และใช้ความคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนคันร่วมกับการใช้ร้อยละของความแตกต่างในการเปรียบเทียบความยาวแถวคอย

ตัวแปรที่มีความอ่อนไหวสูงสุดที่เหมาะแก่การปรับค่าในกระบวนการปรับเทียบแบบจำลองในโปรแกรม PARAMICS ได้แก่ Headway, Reaction time, Perturbation, Feedback period และ Familiarity ซึ่งผลการทดสอบการวิเคราะห์ความอ่อนไหวสำหรับตัวแปรดังกล่าว พบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวกับการเลือกเส้นทางซึ่งได้แก่ Feedback, Familiarity และ Perturbation มีความอ่อนไหวของผลลัพธ์จากการประมวลผลข้อมูลต่ำทั้งนี้เนื่องจากโครงข่ายมีขนาดเล็ก การแจกแจงการเดินทางเป็นแบบ All-or-Nothing ยวดยานใช้เส้นที่แน่นอนต่างจาก ค่าเวลาห่าง และเวลาในการรับรู้และเกิดปฏิกิริยาซึ่งเป็นตัวแปรเกี่ยวกับพฤติกรรมการขับขี่ของยวดยาน ซึ่งมีความอ่อนไหวสูง เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการขับขี่โดยตรง ซึ่งจากการประมวลผลได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมค่าเวลาห่าง = 1.1 วินาที และค่าเวลาในการรับรู้และเกิดปฏิกิริยา = 0.6 วินาที เป็นค่าที่ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจากการพิจารณาจากตัวชีวัดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณจราจร ความเร็ว เวลาในการเดินทาง ความยาวแถวคอย และการเปรียบเทียบภาพเคลื่อนไหวจากหน้าจอของโปรแกรมกับผลการเก็บสำรวจสภาพจริงในสนามด้วยกล้อง VDO

สำหรับการเสนอแนะทางเลือกในการแก้ไขปัญหาด้านการจราจรจากการพิจารณาถึงสภาพปัญหาการจราจรในปัจจุบัน รวมทั้งพิจารณาถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจรและการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร เศรษฐกิจ และสังคม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต แบ่งเป็นระยะสั้น (พ.ศ.2553) ได้แก่ ห้ามจอดบริเวณช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯ และปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณห้าแยกฯและสี่แยกประตูเมือง และระยะกลาง (พ.ศ.2557) ได้แก่ ขยายผิวจราจรผิวจราจรบริเวณห้าแยกฯ การก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกสามเหลี่ยม และการก่อสร้างระบบ BRT

บทที่ 5 ได้กล่าวถึง สภาพการจราจรของห้าแยกฯ ในปัจจุบันซึ่งมีสัดส่วนองค์ประกอบยานพาหนะในพื้นที่ศึกษากว่าร้อยละ 98 เป็นรถยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์ การเดินทางกว่าร้อยละ 50 เป็นการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย 1, 2, 3 และ 6 ช่วงถนนที่มีอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุ (V/C Ratio) ของถนนโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5 ถึง 0.8 โดยช่วงถนนศรีจันทร์มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.87 ในขณะที่ความเร็วเฉลี่ยของช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯ ประมาณ 23 ถึง 41 กม./ชม. (LOS = A - C) ส่วนถนนภายในวงเวียนห้าแยกฯ มีความเร็วเฉลี่ยค่อนข้างต่ำประมาณ 18 ถึง 23 กม./ชม. (LOS = D) โดยช่วงถนนศรีจันทร์ฝั่งทิศตะวันตก มีความเร็วเฉลี่ยต่ำสุดคือไม่เกินประมาณ 18 กม./ชม. (LOS = E - F) เวลาในการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยเฉลี่ยประมาณ 80 ถึง 160 วินาที การวิเคราะห์สภาพการจราจรในอนาคต เมื่อไม่มีการดำเนินการ/โครงการ/มาตรการใด ๆ โดยพิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณการเดินการในอนาคต รวมทั้งการขยายตัวและการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยการวิเคราะห์ผลของดัชนีชี้วัดประสิทธิผลการจราจรจากการประมวลผลแบบจำลองทั้งสิ้น 3 ชุด ได้แก่ ปี พ.ศ.2552, 2553 และ 2557 พบว่า Mean System speed ลดลงร้อยละ 24.0 และ 33.5

ในปี พ.ศ. 2553 และ 2557 ตามลำดับ รวมทั้งมีผลทำให้ Mean System Delay เพิ่มขึ้นร้อยละ 47.4 และ 73.9 ในปี พ.ศ. 2553 และ 2557 ตามลำดับเช่นกัน และเมื่อวิเคราะห์เฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง พบว่า ความเร็วเฉลี่ยมีค่าลดลงจากปีปัจจุบันประมาณร้อยละ 34.0 และร้อยละ 35.9 สำหรับปี พ.ศ. 2553 และ 2557 ตามลำดับ มีเวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นร้อยละ 124.8 และ 279.3 สำหรับปี พ.ศ. 2553 และ 2557 ตามลำดับ รวมทั้งมีความยาวแถวคอยและความล่าช้าสูงขึ้นอย่างมาก

สำหรับการวิเคราะห์ทางเลือกในช่วงระยะสั้น 1 ปี (พ.ศ.2553) ซึ่งมีทางเลือกที่เสนอแนะทั้งสิ้น 3 ทางเลือก ได้แก่ (1) ห้ามจอดบนช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯและบริเวณโดยรอบห้าแยกฯ (2) ปรับรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณห้าแยกศาลฯและสี่แยกประตูเมือง (3) ดำเนินการทางเลือกที่ 1 ร่วมกับทางเลือกที่ 2 พบว่า ทางเลือกที่ 3 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการแก้ไขปัญหาการจราจรในช่วงระยะสั้น โดยสามารถปรับปรุงค่า Mean System Speed เพิ่มขึ้นร้อยละ 37.3 และ Mean System Delay ลดลงร้อยละ 27.6 (มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับทางเลือกที่ 2) และเมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ห้าแยกฯ ทางเลือกที่ 3 สามารถปรับปรุงความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 71.5 เวลาในการเดินทางลดลงร้อยละ 51.1 ความล่าช้าในการเดินทางลดลงร้อยละ 76.4 และมีความยาวแถวคอยลดลงร้อยละ 86.4 จากกรณีฐานของปี พ.ศ.2553

ในขณะที่การวิเคราะห์ทางเลือกในช่วงระยะกลาง 5 ปี (พ.ศ.2557) ที่ได้ทำการบูรณาการและดำเนินการร่วมกับโครงการที่เหมาะสมที่สุดในระยะสั้นที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด เสนอแนะทั้งสิ้น 4 ทางเลือก ได้แก่ (1) ขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกฯ (2) ก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมือง (3) ก่อสร้างระบบ BRT ร่วมกับทางเลือกที่ 1 (4) ดำเนินการทางเลือกที่ 1 ร่วมกับทางเลือกที่ 2 พบว่า ทางเลือกที่ 4 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถปรับปรุงค่า Mean System Speed เพิ่มขึ้นร้อยละ 45.4 และ Mean System Delay ลดลงร้อยละ 41.4 และเมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ห้าแยกฯ ทางเลือกที่ 4 สามารถปรับปรุงความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 47.5 เวลาในการเดินทางลดลงร้อยละ 49.4 ความล่าช้าในการเดินทางลดลงร้อยละ 90.4 และมีความยาวแถวคอยลดลงร้อยละ 85.5 จากกรณีฐานของปี พ.ศ.2557

2. สรุปผลการศึกษา

2.1 การวิเคราะห์สภาพการจราจร การจัดการระบบจราจร ณ ห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองในปัจจุบัน โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจรด้วยโปรแกรม PARAMICS

1) ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและการจัดการจราจรในปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2552 พบว่ามีผลที่ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อฯ ดังนี้

1.1) จังหวะและรอบสัญญาณไฟจราจรที่มีความไม่สอดคล้องกับปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกทั้งบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองและบริเวณสี่แยกประตูเมือง ซึ่งมีความมีผลกระทบเชื่อมโยงมายังห้าแยกฯ

1.2) ลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ความไม่สม่ำเสมอของจำนวนช่องจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งในถนนศรีจันทร์และบริเวณวงเวียนห้าแยกฯ รัศมีมุมเลี้ยวบริเวณที่ขาที่เข้าวงเวียนห้าแยกฯ (ถนนดรุณสำราญและถนนประชาสำราญ)

1.3) การอนุญาตให้จอดรถตามแนวถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯ ซึ่งส่งผลด้านประสิทธิภาพการรองรับปริมาณจราจรของโครงข่ายถนนอย่างมากในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน

2) ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรในปัจจุบัน ปี พ.ศ.2552 พบว่า การเดินทางส่วนใหญ่ใช้เส้นทางสัญจรบนถนนสายหลักในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก คือ ถนนมิตรภาพ และถนนศรีจันทร์ที่เชื่อมโยงห้าแยกฯ กับส่วนต่างของเมือง ซึ่งสภาพการจราจรบริเวณห้าแยกฯ ในปัจจุบันถือว่ามีระดับการให้บริการที่ยอมรับได้สำหรับโครงข่ายในเขตเมือง (LOS ไม่เกินระดับ D) เมื่อพิจารณาจากความเร็วเฉลี่ย ซึ่งขัดแย้งกับค่าปริมาณจราจรต่อความจุของช่วงถนนเล็กน้อยที่มีระดับการให้บริการในระดับที่ดี (LOS ไม่เกินระดับ C) ในขณะที่เวลาในการเดินทางและความยาวแถวคอยถือว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามในพื้นที่ศึกษาพบปัญหาการจราจรติดขัดอย่างชัดเจนในบริเวณช่วงถนนศรีจันทร์ฝั่งทิศตะวันตกที่มีระดับการให้บริการที่ไม่สามารถยอมรับได้สำหรับโครงข่ายถนนในเมือง เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้งในแง่ของปริมาณจราจรต่อความจุของช่องถนน ความเร็วเฉลี่ย และความยาวแถวคอยสูงสุด ทั้งนี้เนื่องมีระบบสัญญาณไฟจราจรเป็นตัวคุมทำให้เกิดความล่าช้าและส่งผลให้การเดินทางไม่ต่อเนื่อง

3) ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรในอนาคต ปี พ.ศ.2553 และ 2557 พบว่า แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษามีสภาพปัญหาการจราจรที่แย่ลงเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องตามระยะเวลา ซึ่งการวิเคราะห์โดยรวมทั้งโครงข่าย เมื่อไม่มีการดำเนินการ/โครงการ/มาตรการใด ๆ Mean System speed ลดลงร้อยละ 24.0 และ 33.5 Mean System Delay เพิ่มขึ้นร้อยละ 47.4 และ 73.9 ในปี พ.ศ.2553 และ 2557 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์เฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง พบว่า ความเร็วเฉลี่ยมีค่าลดลงจากปีปัจจุบันร้อยละ 34.0 และ 35.9 เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นร้อยละ 124.8 และ 279.3 สำหรับปี พ.ศ.2553 และ 2557 ตามลำดับ รวมทั้งมีความยาวแถวคอยและความล่าช้าสูงขึ้นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีการเติบโตทางประชากร เศรษฐกิจ ส่งผลให้การเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจรในอนาคตอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งผลจากการเปิดให้บริการของห้างเซ็นทรัล พลาซ่า ขอนแก่น บริเวณสี่แยกประตูเมือง ซึ่งเป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางแห่งใหม่ของเมือง

2.2 การวิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการระบบจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองในอนาคต

1) ผลการวิเคราะห์ทางเลือกช่วงระยะสั้น 1 ปี (พ.ศ.2553) โดยพิจารณาดัชนีชี้วัดด้านการจราจรทั้งในภาพรวมทั้งโครงข่ายและเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง สามารถจัดลำดับความเหมาะสมและประสิทธิภาพของทางเลือก ได้ดังนี้

1.1) ทางเลือกที่ 3 ห้ามจอดบนช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯและบริเวณห้าแยกฯ และปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณห้าแยกฯและสี่แยกประตูเมือง

1.2) ทางเลือกที่ 2 ปรับปรุงรอบสัญญาณไฟจราจรบริเวณห้าแยกฯ และสี่แยกประตูเมือง

1.3) ทางเลือกที่ 1 ห้ามจอดบนช่วงถนนที่เข้าสู่ห้าแยกฯ

2) ผลการวิเคราะห์ทางเลือกช่วงระยะกลาง 5 ปี (พ.ศ.2557) ที่ได้ทำการบูรณาการและดำเนินการร่วมกับทางเลือกที่ 3 ซึ่งเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในระยะสั้น โดยพิจารณาดัชนีชี้วัดด้านการจราจรทั้งในภาพรวมทั้งโครงข่ายและเฉพาะบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง สามารถจัดลำดับความเหมาะสมและประสิทธิภาพของทางเลือก ได้ดังนี้

2.1) ทางเลือกที่ 4 ก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมืองและขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง

2.2) ทางเลือกที่ 2 ก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมือง

2.3) ทางเลือกที่ 1 ขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง

2.4) ทางเลือกที่ 4 ก่อสร้างระบบ BRT และขยายช่องจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง

2.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวและอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการจำลองสภาพการจราจรโดยใช้โปรแกรม PARAMICS

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร พบว่า ค่า Headway และ Reaction Time เป็นตัวแปรมีความอ่อนไหวสูงสุด โดยมีผลการปรับเปลี่ยนค่าด้วยการลองผิดลองถูกในช่วงค่าที่กำหนด ได้ค่าที่เหมาะสม Headway = 1.1 วินาที และ Reaction Time = 0.6 วินาที เป็นค่าที่ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจากการพิจารณาจากตัวชีวัดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณจราจร ความเร็ว เวลาในการเดินทาง และความยาวแถวคอย และการเปรียบเทียบภาพเคลื่อนไหวจากหน้าจอของโปแกรมกับผลการเก็บสำรวจสภาพจริงในสนามด้วยกล้อง VDO

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

1) การปรับเทียบแบบจำลองเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญ ซึ่งควรให้ความละเอียดและรอบคอบในการปรับค่าตัวแปร รวมถึงควรพิจารณาถึงตัวแปรที่มีผลต่อความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง แต่อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องการลดจำนวนตัวแปรที่ต้องทำการปรับค่าในกระบวนการปรับเทียบแบบจำลองให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อลดเวลาเวลาและความซับซ้อนในการขั้นตอนของการปรับเทียบ แต่สามารถทำให้ผลการปรับเทียบมีความถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจภาคสนาม

2) ในพื้นที่ที่มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์เป็นประเภทการเดินทางหลัก ควรให้ความสำคัญและพิจารณาแนวทางในการนำปริมาณการเดินทางของรถจักรยานยนต์เข้ามาร่วมในกระบวนการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องและสามารถเทียบเคียงกับสภาพจราจรในพื้นที่ได้อย่างแท้จริง เนื่องจากรถจักรยานยนต์มีผลกระทบและมีปฏิสัมพันธ์กับยวดยานประเภทอื่น เช่น การทำให้ความเร็วของยวดยานประเภทอื่นลดลง การทำให้ความยาวแถวคอยและความล่าช้าสูงขึ้น เป็นต้น ซึ่งเป็นเหตุให้การกำหนดปริมาณการเดินทางในโครงข่ายที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถละทิ้งปริมาณการจราจรของรถจักรยานยนต์ได้

3) ในกรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่และโครงข่ายมีความซับซ้อนประกอบด้วยช่วงถนนและทางแยกจำนวนมาก การพิจารณาตัวแปรที่มีผลในการปรับเทียบแบบจำลองของโปรแกรม PARAMICS โดยใช้เพียงตัวแปรเกี่ยวกับพฤติกรรมการขับขี่อาจไม่เพียงพอและทำให้ได้ผลการปรับเทียบที่มีความคลาดเคลื่อนและแตกต่างไปจากสภาพจริง จึงควรพิจารณาถึงตัวแปรด้านพฤติกรรมการเลือกเส้นทางร่วมด้วย เนื่องจากการแจกแจงการเดินทางที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองไม่สามารถใช้วิธี All-or-Nothing ได้เหมือนกับพื้นที่ขนาดเล็กดังที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นในการศึกษานี้

4) ในการพิจารณาถึงความปลอดภัยของคนเดินเท้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง ซึ่งมีการจัดการจราจรในลักษณะเป็นวงเวียนที่ทำให้การเคลื่อนตัวของยวดยานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้โอกาสในการเดินข้ามถนนตัดกระแสจราจรเพื่อเข้ามายังภายในบริเวณศาลเจ้าพ่อหลักเมืองทำได้อย่างลำบากและเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งในการศึกษานี้เสนอแนะให้มีการก่อสร้างอุโมงค์ลอดใต้ถนนในจุดที่มีปริมาณการเดินข้ามจำนวนมาก ในขณะที่อีกหนึ่งจุดที่มีความสำคัญและมีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุสูง คือบริเวณด้านหน้าห้าง Central Plaza ซึ่งควรมีการก่อสร้างสะพานลอยคนข้ามเพื่อลดความขัดแย้งระหว่างคนเดินข้ามกับยวดยานที่สัญจรบนถนนมิตรภาพซึ่งใช้ความเร็วในการเดินทางสูง นอกจากจะเพื่อความสะดวกสำหรับผู้ที่เข้ามาจับจ่ายซื้อสินค้าในห้าง Central Plaza ยังไม่เป็นการรองรับผู้โดยสารที่จะเดินเท้าเข้ามาใช้บริการของ BRT ในอนาคตหากมีการก่อสร้างระบบและมีการตั้งสถานีบริเวณดังกล่าว

5) ทางเลือกที่เหมาะสมที่ได้จากผลการวิเคราะห์ในการวิจัยนี้เป็นเพียงแนวทางในการประเมินทางเลือกในการจัดการจราจรเบื้องต้น โดยเน้นประสิทธิภาพในด้านการจราจรเป็นหลัก ดังนั้นในการนำผลการศึกษาไปดำเนินการในทางปฏิบัติจำเป็นต้องทำการพิจารณาปัจจัยและดัชนีอื่น ๆ เพิ่มเติมก่อนการตัดสินใจ ได้แก่ ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน ผลกระทบด้านสังคม และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางเลือกในระยะกลาง (ก่อสร้างทางลอดบริเวณสี่แยกประตูเมือง และก่อสร้างระบบ BRT) ซึ่งเป็นโครงการที่ใช้งบประมาณในการดำเนินการสูงและมีผลกระทบโดยตรงกับประชาชนและผู้ใช้รถใช้ถนนอย่างมาก

6) ทางเลือกในการก่อสร้างระบบ BRT ในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการจราจรอย่างยั่งยืน หากสามารถดึงดูดและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล มาเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชนได้ จะสามารถแก้ปัญหาด้านการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นในการวิเคราะห์กรณีทางเลือกในการก่อสร้างระบบ BRT ควรมีการวิเคราะห์ตัวชี้วัดที่แสดงถึงสภาพการจราจรประสิทธิภาพของ BRT เช่น เวลาในการเดินทาง และความเร็ว เป็นต้น เพื่อเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการให้บริการของระบบ BRT กับการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทาง (รถสองแถว) ทำให้เห็นถึงข้อดีข้อด้อย หรือความเหมาะสมของระบบ BRT

3.2 แนวทางในการวิจัยในอนาคต

1) ศึกษาวิธีการในการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas, GHG) มลพิษทั้งทางเสียงและทางอากาศ ความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานเชื้อเพลิง เพื่อใช้ประโยชน์ในการนำไปใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อมและการขนส่งอย่างยั่งยืนในอนาคตต่อไป

2) ควรมีการประยุกต์ใช้ PARAMICS Designer ในการปรับปรุงการนำเสนอของโปรแกรม PARAMICS เช่น ยวดยาน สิ่งอำนวยความสะดวก อาคาร ผิวจราจร และระบบป้ายและสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น

3) ควรมีการใช้ API ในการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ให้สิทธิแก่รถ BRT เป็นลำดับแรก และระบบสัญญาณไฟจราจรอัจฉริยะ ในการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก

4) ในการศึกษาที่ต่อเนื่องควรมีการขยายพื้นที่ศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีอิทธิพลและมีส่วนเชื่อมโยงกับสี่แยกประตูเมืองและห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมืองเพื่อให้เห็นถึงผลกระทบ พฤติกรรมการเลือกเส้นทาง และสภาพการจราจรในภาพรวม

5) มีการผนวกแบบจำลองในรูปแบบของ 4 Step Model ซึ่งมีการวิเคราะห์ในภาพรวมของโครงข่ายขนาดใหญ่ มีการประมวลข้อมูลด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับ Microsimulation ซึ่งทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพและใกล้ประสิทธิภาพและประสิทธิภาพและใกล้เคียงสภาพจริง สามารถคาดการณ์และทำนายอิทธิพลและการเปลี่ยนแปลงด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการจราจรได้ดียิ่งขึ้น