บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอนำเสนอตามขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ซึ่งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. สภาพปัจจุบันของระบบการจราจรในเขตเทศบาลนครขอนแก่น
2. การวิเคราะห์สภาพปัญหา
3. แนวทางในการแก้ไขปัญหาจราจร
4. การทดสอบแนวทางในการแก้ไขปัญหา

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สภาพปัจจุบันของระบบการจราจรในเขตเทศบาลนครขอนแก่น

1.1 ภาพรวมพื้นที่ศึกษา จังหวัดขอนแก่นตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 10,886 ตารางกิโลเมตร ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ประมาณ 2 กิโลเมตร สำหรับพื้นที่ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น ประมาณ 46 ตารางกิโลเมตร และตำบลอื่นๆนอกเขตเทศบาลอีก 17 ตำบล ประมาณ 174 ตารางกิโลเมตร รวมเป็นพื้นที่ 220 ตารางกิโลเมตร

1.2 สภาพสังคม-เศรษฐกิจ ประชากรจังหวัดขอนแก่นมีประชากรในเขตผังเมืองรวมในปี พ.ศ.2540 รวมประมาณ 1,852,200 คน (กรมการผังเมือง, 2540) โดยอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลประมาณ 73% ส่วนที่เหลือกระจายอยู่ตามตำบลต่างๆ ในเขตเมือง โครงสร้างของประชากรปัจจุบันมีประชากรชายน้อยกว่าประชากรหญิง ด้วยอัตราส่วน เพศชายต่อเพศหญิง 94 คนต่อ 100 คน ประชากรในวัยแรงงาน (อายุ 14 ปีขึ้นไป) ในเขตผังเมืองรวมมีประมาณ 69% ของประชากรทั้งหมด และสำหรับปีอนาคต กรมการผังเมือง (2536) ได้สำรวจและคาดการณ์จำนวนประชากรด้วยการใช้อัตราการขยายตัวของประชากรร้อยละ 4.09 ต่อปี สรุปว่าพื้นที่ศึกษาผังเมืองรวมจะมีประชากรรวมประมาณ 287,303 คน และ 336,104 คน ในปี 2544 และ 2549 ตามลำดับ

1.3 จำนวนนักเรียน/สถานศึกษา การสำรวจปี 2535 ของกรมการผังเมือง ในเขตผังเมืองรวมเมืองขอนแก่นมีสถานศึกษาทั้งสิ้น 62 แห่ง ตั้งอยู่ในเขตเทศบาล 48 แห่ง นอกเขตเทศบาล 14 แห่ง มีจำนวนนักเรียน/นักศึกษาทั้งสิ้น 75,903 คน ครู/อาจารย์ 7,632 คนจำนวนนักเรียน/นักศึกษา

จำแนกตามสัดส่วนระดับการศึกษา ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา ด้วยสัดส่วน 44% 26% และ 30% ตามลำดับ

1.4 ตลาดสด ตลาดสดในเขตผังเมืองรวมขอนแก่น มีจำนวน 7 แห่ง ดำเนินการโดยเทศบาล 4 แห่ง และเอกชน 3 แห่ง ได้แก่ ตลาดเก่า ตลาด อ.จิระ ตลาดโบ๊เบ๊ ตลาดโต้รุ่ง ตลาดบางลำภู ตลาดรถไฟและตลาดเจริญทาวเวอร์

1.5 จำนวนยานพาหนะ ลักษณะข้อมูลจำนวนยวดยานจดทะเบียน ณ สำนักงานขนส่งจังหวัด จะแสดงเป็นภาพรวมระดับจังหวัด โดยอาจแยกเป็นการจดทะเบียนตามสาขาย่อยในระดับอำเภอได้ ปัจจุบันจังหวัดขอนแก่น มียวดยานจดทะเบียนใช้งานทุกประเภท รวมทั้งสิ้น 249,796 คัน มีรถโดยสารและรถบรรทุก ทั้งประจำทางและไม่ประจำทาง/ส่วนบุคคล อีก 13,472 คัน มีผู้มีใบอนุญาตขับขี่ยวดยานตามกฎหมายรถยนต์ทั้งหมด 290,300 คน (ขนส่งจังหวัดขอนแก่น, 2539)

1.6 การจ้างงาน/แหล่งงาน แม้ในเขตผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น จะประกอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรมถึง 70% แต่การจ้างงานในสาขาปฐมภูมิ (เกษตรกรรม) กลับมีเพียง 10% ของการจ้างงานทั้งหมด สาขาการจ้างงานที่มีมากที่สุด ได้แก่ สาขาตติยภูมิ (บริการ) 65% รองลงมาได้แก่ สาขาทุติยภูมิ 20% (อื่นๆ) แหล่งงานหรือสถานประกอบกิจการส่วนใหญ่อยู่ในเขตเทศบาลย่านชุมชนหนาแน่น โดยเฉพาะบริเวณถนนศรีจันทร์ ประชาสโมสร กลางเมือง จากข้อมูลของกรมการผังเมือง (2536) มีสถานที่ประกอบกิจการค้าและบริการ 3,762 แห่ง กิจการอุตสาหกรรม 552 แห่ง รวมมีการจ้างงาน/แรงงานในทุกสาขา 87,587 งาน ซึ่งเทียบได้เป็นสัดส่วนประมาณ 46% ของประชากรทั้งหมด อันเป็นอัตราที่ใกล้เคียงกับกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวนการจ้างงานในแต่ละพื้นที่ คือ ดัชนีระบุศักยภาพในการเดินทางไป-มา เพื่อทำงานหรือประกอบกิจกรรมอื่นๆ โดยจะเห็นได้ว่าพื้นที่ชั้นใน (พื้นที่ 1) มีจำนวนการจ้างงานหนาแน่นที่สุด 3,966 การจ้างงาน/ตร.กม. รองลงมา ได้แก่พื้นที่ 2 (441 งาน/ตร.กม) พื้นที่ 4 (352 งาน/ตร.กม.) พื้นที่ 5 (315 งาน/ตร.กม.) และพื้นที่ 3 (263 งาน/ตร.กม.)

1.7 อุบัติเหตุ โรงพยาบาลขอนศูนย์ขอนแก่น มีการรวบรวมข้อมูลที่เป็นระบบค่อนข้างสมบูรณ์ จากรายงานวิจัยเพื่อการจัดทำแผนที่การเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรเขตเทศบาลนครขอนแก่น ของโรงพยาบาลศูนย์ขอนแก่น (พฤษภาคม 2538) พบว่าในปี 2536 มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นประมาณ 620 ครั้ง บริเวณที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูงเป็นลำดับต้นๆ ได้แก่ บริเวณถนนศรีจันทร์ ถนนกลางเมือง และถนนประชาสโมสร รวมจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดบนถนนทั้ง 3 สาย คิดเป็นสัดส่วนเกือบ 60%

1.8 ที่พักค้างแรม ดังได้กล่าวข้างต้น ขอนแก่นเป็นเมืองศูนย์กลางในหลาย ๆ ด้าน เขตผังเมืองรวมจึงมีโรงแรมถึงประมาณ 30 แห่ง มีห้องพักรวมประมาณ 2,000 ห้อง

1.9 ข้อมูลประกอบอื่น ๆ เขตผังเมืองรวมขอนแก่นมีสถานพยาบาลและศูนย์บริการด้านสาธารณสุข รวม 172 แห่ง และศาสนสถานอีก 67 แห่ง มีสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญหลายแห่ง เช่น บึงแก่นนคร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อเทพารักษ์หลักเมือง เป็นต้น

1.10 จำนวนเส้นทางการเดินรถและอัตราค่าโดยสาร เส้นทางการเดินรถเมล์เล็กในเทศบาลนครขอนแก่น มีจำนวนทั้งหมด 15 สาย ซึ่งแต่ละสายจะบอกลักษณะ หมายเลขรถ สีของรถโดยสาร และเส้นทางเดินรถ ว่าผ่านที่ไหนบ้าง ส่วนสำหรับอัตราค่าโดยสารประจำทางจะเก็บในอัตราเดียวกันหมด คือ ตลอดสาย 5 บาท

1.11 สภาพการจราจร/ขนส่ง

1.11.1 โครงข่ายถนนและการจราจร พื้นเมืองของขอนแก่นมีถนนสายหลักในแนวเหนือ-ใต้ ได้แก่ ถนนมิตรภาพ (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2) ถนนเทพารักษ์-ถนนประชาสำราญ ถนนหน้าเมือง ถนนกลางเมือง ถนนหลักเมือง และถนนรอบเมือง โดยตัดกับถนนสำคัญๆ แนวตะวันออก-ตะวันตก ได้แก่ ถนนศรีจันทร์ ถนนประชาสโมสร ที่เป็นถนนสายหลัก และถนนสายรองอื่น ๆ ได้แก่ ถนนหลังศูนย์ราชการ ถนนศูนย์ราชการ ถนนหน้าศูนย์ราชการ ถนนพิมพสุต ถนนอำมาตย์ ถนนซีท่าขอน ถนนชวนชื่น และถนนรอบเมือง-รื่นรมย์ บริเวณพื้นที่เมืองชั้นในมีโครงข่ายถนนในเกณฑ์ดี แต่ถนนหลายสายมีสภาพที่ต้องปรับปรุงทั้งผิวจราจร และเขตทาง

เขตผังเมืองรวมปัจจุบันยังมีถนนเลี่ยงเมืองเชื่อมต่อฝั่งตะวันออกกับตะวันตกของเมือง ตัดกับถนนมิตรภาพทางด้านใต้ของตัวเมือง และในอนาคตกรมทางหลวงจะทำการก่อสร้างทางเลี่ยงเมืองดังกล่าวนี้ให้ครบรอบ โดยเป็นการต่อจากแนวเส้นทางเดิมทั้งฝั่งตะวันออกและตะวันตก ตัดกับถนนมิตรภาพทางด้านเหนือของตัวเมือง

จากการสำรวจพบว่า แต่ละทางแยกดังกล่าวเริ่มมีปริมาณการจราจรหนาแน่น การเดินรถไม่ค่อยได้รับความสะดวกเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากการขาดระเบียบของผู้ใช้รถ-ถนน รวมทั้งการกีดขวางการจราจรในหลาย ๆ ลักษณะ หลายทางแยกมีสัญญาณไฟจราจร แต่บางบริเวณชำรุด และเนื่องจากเทศบาลกำลังดำเนินการปรับปรุงผิวจราจรจึงทำให้หลายเส้นทางไม่มีเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ทางแยกสำคัญหลายทางแยกควรมีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสม

การจัดการเดินรถทางเดียวในเขตผังเมือง ปัจจุบันมีเพียงถนนพิมพสุตกับถนนอำมาตย์ช่วงระหว่างถนนหน้าเมืองกับถนนกลางเมือง ซึ่งระยะทางระหว่างทางแยกสั้น ประกอบกับมีรถจอดทั้งสองฝั่งบนถนนอำมาตย์ ทำให้การเดินรถทางเดียวบริเวณดังกล่าวไม่ช่วยให้การจราจรไหลเวียนดีขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่หลายบริเวณกำลังก่อตัวขึ้นเป็นพื้นที่ปิดล้อม ได้แก่ บริเวณระหว่างฝั่งตะวันออกของถนนมิตรภาพกับทางรถไฟ บริเวณฝั่งตะวันตกถนนกสิกรทุ่งสร้างกับทางรถไฟบริเวณด้านเหนือของถนนประชาสโมสรกับบึงทุ่งสร้าง และบริเวณระหว่างถนนรื่นรมย์ถนนหน้าเมือง ถนนดรุณสำราญ และซอยวีรวรรณ

ลักษณะการติดขัดของกระแสการจราจรในเขตเมืองดังกล่าวข้างต้น สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในเมืองภูมิภาคต่าง ๆ ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน บริเวณแหล่งชุมชน/ตลาดสด ซึ่งปัญหาหลักมิได้อยู่ที่ตัวความสมบูรณ์ของโครงข่ายประการเดียว หากส่วนใหญ่จะมาจากความไม่เป็นระเบียบของการจราจรและหรือการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรโดยการจอดรถ/จักรยานยนต์/รถอื่น ๆ บน 2 ฝั่งทาง กระทั่งจอดซ้อนคันหรือจอดรับส่ง-คนและสิ่งของ ทำให้ไม่สามารถเดินรถได้สะดวก ยิ่งเมื่อถนนไม่กว้างพอ ก็จะทำให้มีปัญหามากขึ้น เช่น บนถนนหน้าเมือง-ถนนกลางเมือง เป็นต้น

อย่างไรก็ดี มิได้หมายความว่าจะต้องเตรียมถนนให้มีเขตทางมาก ๆ แต่ประการใด และถึงแม้จะมีเขตทางมาก หากโครงข่ายไม่สมบูรณ์ก็จะไม่ช่วยแก้ปัญหาเท่าใดนัก ความกว้างของถนนและเขตทางในเขตเมืองขอนแก่นเป็นปัญหาในการขยายพื้นผิวจราจรเหมือนเมืองอื่น ๆ ถนนสายสำคัญในเขตเมืองได้แก่ ถนนศรีจันทร์ มีความกว้างผิวจราจรประมาณ 14 เมตร เขตทางประมาณ 16-26 เมตร ถนนกลางเมืองผิวจราจร กว้างประมาณ 9-12 เมตร เขตทางกว้างประมาณ 15-26 เมตร ถนนประชาสโมสร ผิวจราจรกว้าง 12-22 เมตร เขตทางกว้างประมาณ 30 เมตร ถนนหน้าเมืองและหลังเมืองผิวจราจรกว้างประมาณ 5-20 เมตร เขตทางกว้างประมาณ 15-22 เมตร นอกจากนี้แล้วถนนสายย่อย ๆ หรือซอย มักมีผิวจราจรแคบเท่าเขตทางประมาณ 4-6 เมตร ซึ่งเป็นปัญหาอย่างยิ่งในการปรับปรุง

สำหรับถนนนอกเขตเมือง หากเป็นถนนของกรมทางหลวงมักมีเขตทางที่แน่นอน และกว้างพอที่จะขยายผิวจราจรได้อีกในอนาคต ได้แก่ ถนนมิตรภาพมีเขตทางประมาณ 60-65 เมตร ถนนมะลิวัลย์มีเขตทางกว้างประมาณ 40-60 เมตร ทางหลวงหมายเลข 12 (ไป อ.บ้านฝาง) เขตทางกว้างประมาณ 50 เมตร ทางหลวงหมายเลข 209 และ 2131 เขตทางกว้างประมาณ 40 เมตร แต่หากเป็นถนนของหน่วยงานอื่น เช่น สุขาภิบาล หรือ ร.พ.ช. มักมีเขตทางกว้างไม่แน่นอน แคบ แนวทางคดเคี้ยว จะมีปัญหาในการปรับปรุง

ลักษณะสภาพทั่วไปของโครงข่ายถนนเขตผังเมืองรวมขอนแก่นกล่าวได้ว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยเฉพาะพื้นที่ชั้นในที่มีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมย่อยๆ (Grid) ทั่วทั้งบริเวณตัวเมืองชั้นใน

จากการสำรวจของกรมการผังเมือง เมื่อปี พ.ศ. 2536 พบว่า บนถนนมิตรภาพช่วงด้านเหนือของถนนประชาสโมสรต้องรองรับปริมาณการจราจรช่วงชั่วโมงเร่งด่วนประมาณ 4,000 pcu ต่อทิศทาง (ADT ประมาณ 48,000 pcu) ซึ่งยังไม่เกินขีดความสามารถในการรองรับปริมาณ

การจราจร โดยมีระดับการให้บริการประมาณ ระดับ D (ค่า v/c 0.66-0.80) บนถนนศรีจันทร์ช่วงประตูเมืองก็มีปริมาณใกล้เคียงกัน ถนนมะลิวัลย์ และประชาสโมสร มีปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนใกล้เคียงกันประมาณ 3,800 pcu ต่ำกว่าบนถนนมิตรภาพเล็กน้อย

สำหรับถนนสายอื่น ๆ ในเขตตัวเมือง ได้แก่ ถนน เทพารักษ์ ถนนพิมพสุต ถนนอำมาตย์ ถนนรื่นรมย์ ถนนเหล่านาดี ถนนชวนชื่น และถนนในบริเวณศูนย์ราชการ เป็นต้น มีปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนต่ำกว่าสายอื่นที่กล่าวมาแล้ว

ฉะนั้นทางแยกที่เกิดจากการตัดกันของถนนที่มีปริมาณการจราจรสูงและพึงให้ความสำคัญมากเป็นพิเศษ น่าได้แก่ ทางแยกระหว่างถนนมิตรภาพตัดกับถนนประชาสโมสร และถนนศรีจันทร์ทางแยกที่ตัดกับถนนเหล่านาดีก็อยู่ในข่ายที่ควรพิจารณา นอกจากนี้ยังมีทางแยกที่ถนนหน้าเมืองตัดกับถนนศรีจันทร์และถนนประชาสโมสร ทางแยกที่ถนนกลางเมืองตัดกับถนนศรีจันทร์และถนนประชาสโมสรอีกเช่นกัน และทางแยกที่ถนนกสิกรทุ่งสร้างตัดกับถนนประชาสโมสร

1.11.2 การใช้พื้นที่/ที่ดิน ลักษณะและสภาพการใช้พื้นที่/ที่ดินของประชากรในเขตพื้นที่ศึกษา สรุปได้ว่า พื้นที่ศึกษาเมืองขอนแก่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ ซึ่งถูกแบ่งโดยทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ) กับทางหลวงหมายเลข 12 และถนนประชาสโมสร

ด้านตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ตั้งของศูนย์ราชการทั้งระดับภาคและระดับจังหวัด มีการใช้ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมกระจายอยู่ตามแนวถนนประชาสโมสร ถนนเทพารักษ์และถนนมิตรภาพ การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อพักอาศัยกระจายอยู่ทั่วไปโดยเฉพาะแนวถนนกสิกรทุ่งสร้างถนนประชาสโมสร

ด้านตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อพักอาศัยเป็นกลุ่มหนาแน่นบางบริเวณ และตามแนวทางหลวงหมายเลข 12 การใช้ที่ดินเป็นประเภทพาณิชยกรรม

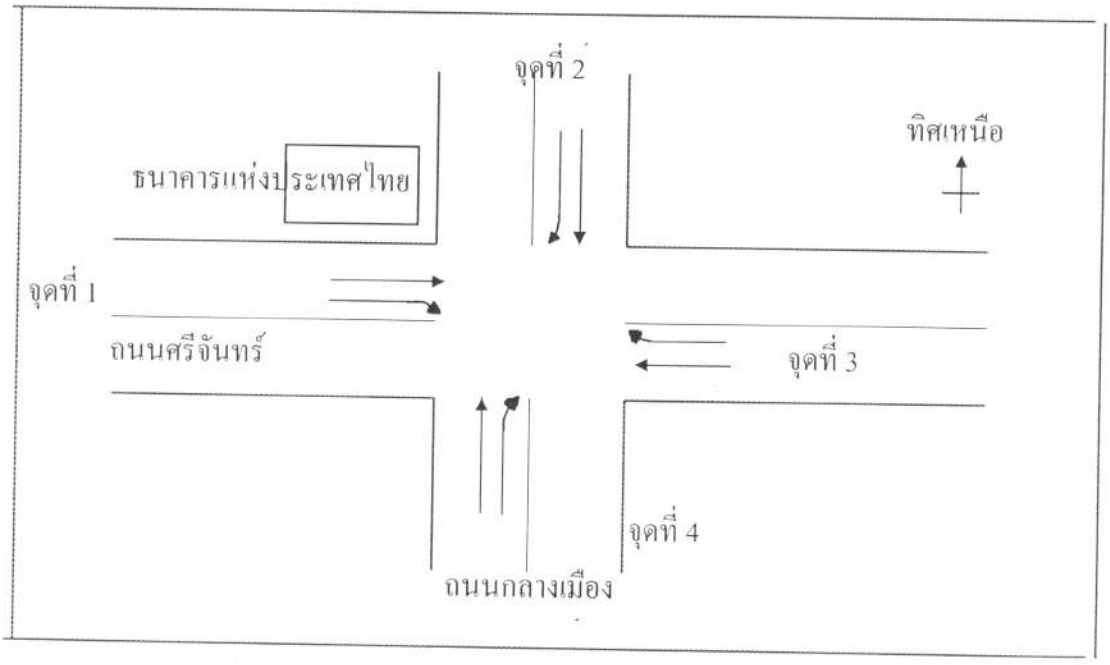
ด้านตะวันตกเฉียงใต้เป็นบริเวณที่มีการใช้ที่ดินหนาแน่นหลายประเภทกว่าด้านอื่น โดยย่านพาณิชยกรรมจะหนาแน่นตามแนวถนนประชาสโมสร ถนนพิมพสุต ถนนอำมาตย์ ถนนศรีจันทร์ ถนนกลางเมือง ถนนหน้าเมือง และถนนหลังเมือง สำหรับกิจกรรรมด้านอุตสาหกรรมจะอยู่บริเวณทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2

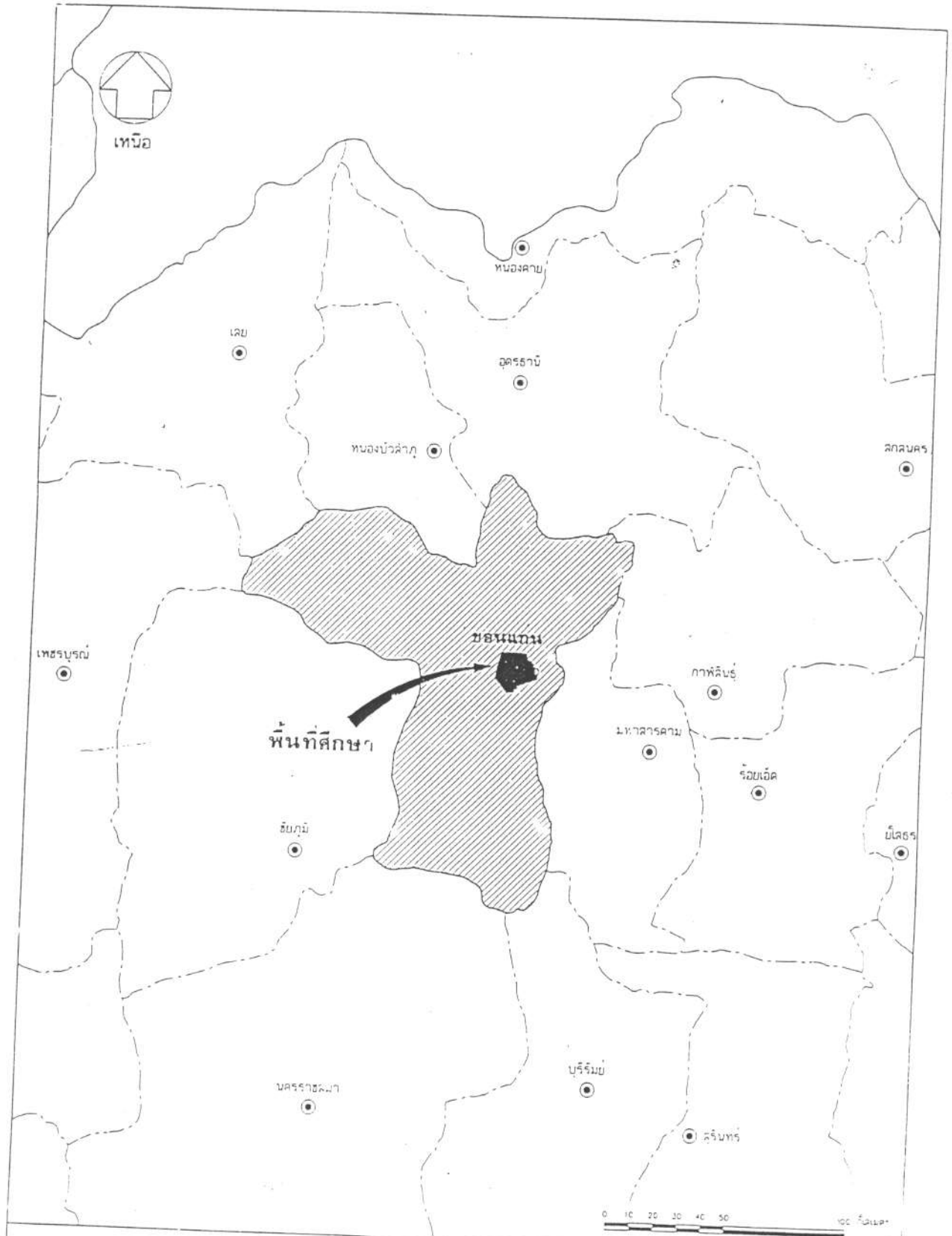
ด้านตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนใหญ่ยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและชนบทมีอาคารพาณิชย์กระจายตัวอยู่บ้างตามแนวทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12

1.11.3 ความเร็วกับลักษณะกิจกรรมของพื้นที่ ลักษณะการพัฒนาของกิจกรรมต่าง ๆ ตามเส้นทาง/ถนนมีผลกระทบโดยตรงต่อความเร็วของการจราจรภายในพื้นที่เมืองชั้นในหรือพื้นที่ล้อมรอบถนนศรีจันทร์ ถนนประชาสโมสร ถนนกลางเมือง ถนนหน้าเมือง และถนนหลังเมือง มีระดับความเร็วปกติของเขตเมืองชั้นในทั่วไป กล่าวคือ ความเร็วของการจราจรเฉลี่ยประมาณ 40 กม./ชั่วโมง ในทิศทางเข้าเมืองช่วงเช้า ความเร็วเฉลี่ยจะต่ำกว่า 40 กม./ชั่วโมง และในทิศทางออกนอกเมือง ความเร็วเฉลี่ยประมาณ 40-50 กม./ชั่วโมง บนถนนศรีจันทร์หน้าเมืองและหลังเมือง ความเร็วเฉลี่ยจะต่ำกว่าสายอื่น เนื่องจากผิวจราจรแคบกว่า ประกอบกับลักษณะทางแยก กิจกรรมของร้านค้าตามแนวถนน โดยเฉพาะถนนหน้าเมือง และหลังเมืองซึ่งกำหนดให้จอดรถวันคี่-วันคู่

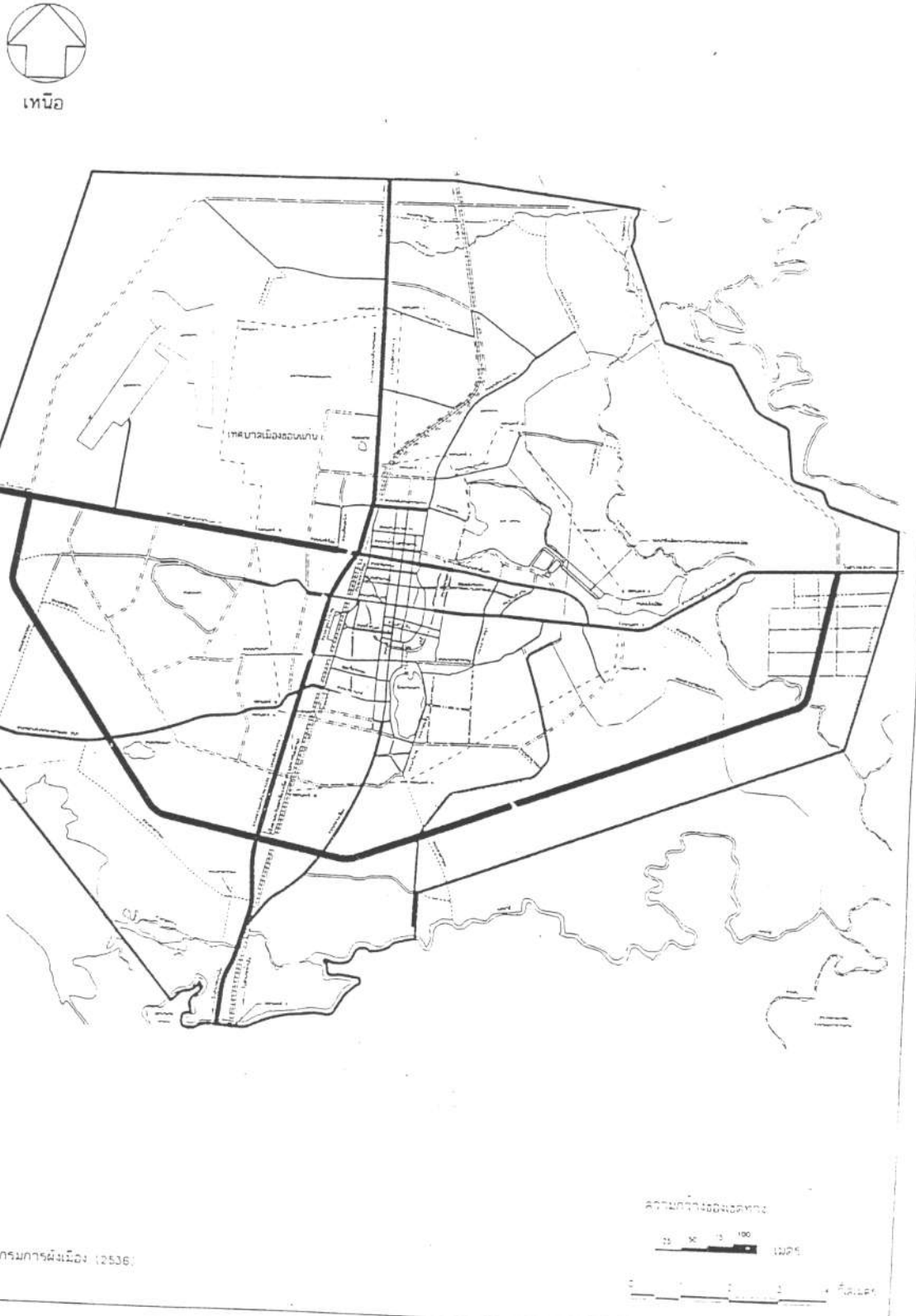
1.11.4 สภาพลักษณะทั่วไปของทางแยกและการจราจร ในเขตเมืองขอนแก่นมีทางแยกหลักๆ บนถนนมิตรภาพ ถนนศรีจันทร์ ถนนประชาสโมสร ถนนกลางเมือง ถนนหน้าเมือง และถนนหลังเมือง โดยเฉพาะทางแยกบนถนนมิตรภาพ ศรีจันทร์ และประชาสโมสร ซึ่งมีปริมาณจราจรสูงเกือบตลอดวัน

แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจำกัดขอบเขตการศึกษาเฉพาะบริเวณสี่แยกถนนกลางเมืองตัดกับถนนศรีจันทร์เท่านั้น เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นถนนสายหลักสายหนึ่งในเขตเทศบาลที่มีการจราจรหนาแน่น โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน ดังแผนภาพดังต่อไปนี้





จังหวัดขอนแก่นและพื้นที่ศึกษา



ความกว้างของเขตทางในพื้นที่ศึกษา

2. การวิเคราะห์สภาพปัญหา

การวิจัยครั้งนี้ มีรูปแบบเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Operations Research) เพื่อพัฒนาระบบสัญญาณไฟจราจรในเขตเทศบาลนครขอนแก่น ซึ่งพบว่าในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน มีปริมาณการจราจรคับคั่งบริเวณทางแยก และระบบสัญญาณไฟจราจรไม่สัมพันธ์กันในแต่ละทางแยกก่อให้เกิดการจราจรติดขัด การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่า จะเป็นระบบที่สามารถลดปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกลงได้ รวมทั้งก่อให้เกิดความพึงพอใจต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรและประชาชนผู้ใช้รถใช้ถนนตลอดจนถึงเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร มีความรู้ความเข้าใจในระบบสัญญาณไฟจราจร

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ที่ศึกษาดังกล่าวมีลักษณะที่เป็นปัญหาสำคัญ ซึ่งพอสรุปเป็นประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

2.1 กลุ่มการใช้พื้นที่ ปัญหาการใช้พื้นที่จะเป็นเช่นเดียวกับเมืองอื่นๆ ทั่วไปที่รัฐยังไม่อาจเข้าไปควบคุมลักษณะของกิจกรรมเป็นจุดย่อยได้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเป็นไปอย่างค่อนข้างจะเป็นอิสระ มีการใช้ระบบโครงสร้างพื้นฐานของรัฐอย่างไม่มีประสิทธิภาพเป็นการพัฒนาตามแนวถนนเกิดเป็นซอยแยกย่อยมากมาย ส่งผลต่อเนื่องเป็นปัญหาจราจร และเกิดสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม เช่น ถนนมิตรภาพ ถนนมะลิวัลย์ และถนนเลี่ยงเมือง เป็นต้น

2.2 กลุ่มปัญหาระเบียบวินัยจราจร การปฏิบัติตนของประชาชนผู้ใช้รถใช้ถนนในเมืองภูมิภาคจะมีปัญหานี้รุนแรงกว่าในเขตกรุงเทพมหานคร สืบเนื่องมาจากประชากรมีการสืบทอดต่อเนื่องเป็นวัฒนธรรมที่ผิดๆไปเรื่อยๆ มีการฝ่าฝืนกฎระเบียบด้านการจราจรอยู่ทั่วไป จะเห็นได้จากการจอดยวดยานพาหนะในเขตห้ามจอดหลายๆบริเวณ โดยเฉพาะบริเวณใกล้ทางแยก

2.3 กลุ่มปัญหาโครงข่ายถนน เป็นปัญหาต่อเนื่องจากวินัยด้านการจราจรอีกส่วนหนึ่งจากการที่ตัวเมืองมีจัดตั้งของถนนหรือซอยย่อยมากมาย รวมทั้งมีแหล่ง/สถานที่สำคัญๆ เช่น ศูนย์การค้า โรงเรียน อันจะทำให้เกิดความล่าช้าบนถนนและทางแยกมากขึ้นๆ เกิดการจราจรหนาแน่นในเขตพื้นที่ มีความขัดแย้งของกระแสจราจรซึ่งอาจส่งผลกระทบถึงปัญหาการจราจรติดขัดและอุบัติเหตุ

2.4 กลุ่มปัญหาอุปกรณ์/ระบบควบคุมการจราจร เนื่องจากมีความไม่สมบูรณ์ของระบบอุปกรณ์และการควบคุม ตลอดจนเครื่องหมายการจราจรต่างๆ เช่น ไฟจราจรชำรุด หรือติดตั้งในที่ไม่เหมาะสมเป็นไฟจราจรที่มีอุปกรณ์ไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีป้ายจราจรชำรุดเสียหาย เครื่องหมายจราจรเลือน ไม่ชัดเจน และระบบสัญญาณไฟจราจรไม่สอดคล้องสัมพันธ์กันในทางแยก ทั้งหมดนี้ส่งผลกระทบต่อการจราจรติดขัด และก่อให้เกิดอันตรายต่อการขับขี่หรือการเดินเท้า ที่สำคัญจะก่อให้เกิดความคุ้นเคยที่ผิดๆได้

จากสภาพของปัญหาข้างต้น ประเด็นที่มีสาเหตุมาจากผิวการจราจร และสภาพแวดล้อมบริเวณดังกล่าว ผู้วิจัยไม่สามารถที่จะดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้เนื่องจากอยู่นอกเหนืออำนาจหน้าที่ของผู้วิจัย

เพราะการจัดการจราจรในพื้นที่ โดยการจัดระบบการเดินรถใหม่ หรือการพัฒนาระบบโครงข่ายถนนที่ให้มีความสมบูรณ์ขึ้น จัดเป็นการแก้ไขปัญหาที่ใช้ระยะเวลา ซึ่งโครงข่ายถนนนั้นมีกรมการผังเมือง เป็นผู้รับผิดชอบ รวมทั้งการจัดให้มีระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และส่วนการแก้ไขปัญหาด้วยการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม อาทิเช่น สะพานลอย อุโมงค์ เพื่อลดการขัดแย้งของกระแสจราจรนั้น ต้องอาศัยการประสานงานจากหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการจราจร อาทิ กรมการผังเมือง เทศบาล จังหวัด ฯลฯ ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณจากทางราชการ

สืบเนื่องจากสภาพของปัญหาการจราจรส่วนหนึ่ง เกิดจากความคับคั่งของปริมาณยานพาหนะในบริเวณทางแยก จนเกิดการติดขัดในทางร่วมทางแยก การแก้ไขในส่วนหนึ่งที่สามารถดำเนินการให้การจราจรคล่องตัวเลื่อนไหลผ่านทางร่วมทางแยกด้วยความสะดวก จำเป็นต้องมีระบบสัญญาณไฟจราจรเข้ามาเกี่ยวข้องในการควบคุมปริมาณยานยนต์ให้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกันในแต่ละจุด ขณะเดียวกันประชาชนผู้ใช้รถใช้ถนนก็ต้องมีวินัยจราจร และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีต่อการแก้ไขปัญหากับฝ่ายเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติ ที่จะต้องเสริมด้วยมาตรการด้านการจัดการจราจรในด้านการบังคับใช้กฎหมายที่เข้มงวดไปพร้อมๆกันของเจ้าหน้าที่ตำรวจอีกส่วนหนึ่งด้วย

จากสาเหตุหลักของปัญหาการจราจรดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อพิจารณาตามลำดับความสำคัญ จึงสรุปได้ตามลำดับความสำคัญดังนี้

1. ระบบสัญญาณไฟจราจรจะได้ได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสัมพันธ์กัน
2. ประชาชนจะต้องมีวินัยในการจราจร และมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา
3. เจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านจราจรต้องปฏิบัติหน้าที่อย่างเคร่งครัด

3. แนวทางในการแก้ไขปัญหาจราจร

การควบคุมการจราจรบนถนน โดยเฉพาะบริเวณทางแยก มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะลดจำนวนจุดปะทะระหว่างรถที่ทางแยก และเพิ่มความสะดวกและปลอดภัยให้กับคนใช้ถนน การควบคุมที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง คือ การใช้สัญญาณไฟจราจร ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือ การตัดขาดความต่อเนื่องของการไหลของการจราจร โดยการให้ทิศทางการแล่นของรถในทิศหนึ่งหรือหลายทิศมีสิทธิไปได้ก่อน สำหรับระบบสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกพื้นที่ที่ศึกษานี้ ได้แยกพิจารณาก่อนและหลังการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

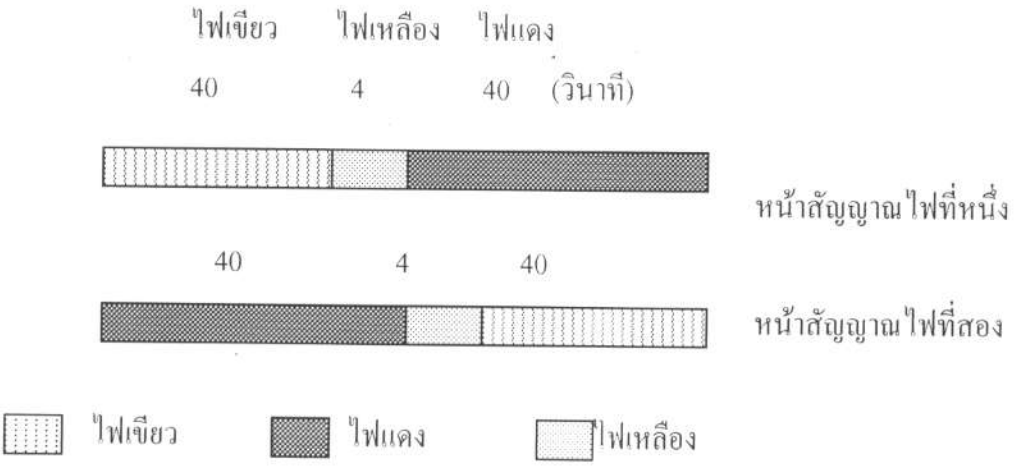
3.1 รอบสัญญาณไฟจราจรก่อนการพัฒนาระบบ รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร (Cycle time) บริเวณทางแยกพื้นที่ที่ศึกษานั้นก่อนการพัฒนาระบบ งานจราจรสถานีตำรวจภูธรอำเภอเมืองขอนแก่น ได้ทำการควบคุมด้วยโดยใช้สัญญาณไฟที่มี 4 เฟส

ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและดำเนินการปฏิบัติตามแนวทางดังต่อไปนี้

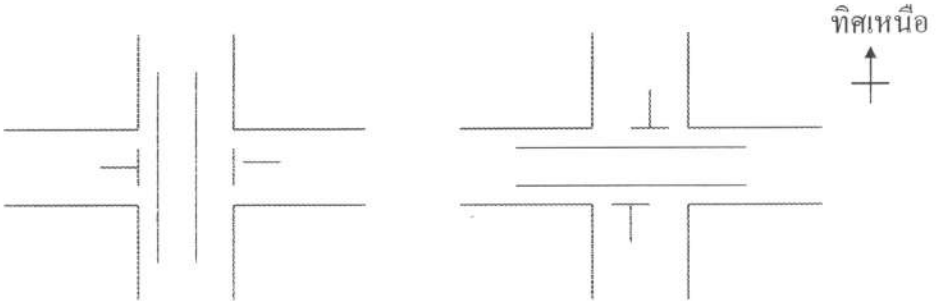
3.2 แนวทางแก้ไขปัญหา

3.2.1 ระบบสัญญาณไฟจราจร ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาโดยวิธีการปรับเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรจากเดิม 4 เฟส ให้เป็น 2 เฟส โดยมีการตั้งรอบเวลาของสัญญาณไฟจราจรใหม่ให้ยานยนต์สามารถผ่านทางแยกได้มากยิ่งขึ้น และเพิ่มช่องบริการให้ยานยนต์สามารถใช้เส้นทางตรงไปโดยตลอดและเลี้ยวขวาได้ในเวลาเดียวกัน เป็น 2 ช่องบริการ ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสัญญาณไฟจราจรนั้น มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง 2 ประเด็น คือ รอบเวลาของสัญญาณไฟและขนาดของไฟเขียว ซึ่งจะต้องยาวพอที่จะระบายปริมาณรถทางด้านต่างๆของทางแยก ผู้วิจัยได้เลือกขนาดรอบเวลาที่ให้ความล่าช้าเกิดขึ้นน้อยที่สุด และให้ทางแยกระบายจำนวนรถได้มากที่สุด

เพราะฉะนั้นพื้นที่ที่ศึกษาบริเวณทางแยกดังกล่าว จึงสรุปรอบไฟแสดงของสัญญาณไฟในแต่ละหน้าได้ดังนี้



โดยที่หน้าสัญญาณไฟปรากฏตามแผนภาพดังต่อไปนี้



ถนนกลางเมือง
สัญญาณไฟหน้าที่หนึ่ง

ถนนกลางเมือง
สัญญาณไฟหน้าที่สอง

ทั้งนี้โดยมีตัวชี้วัดความสำเร็จของกิจกรรมแทรกแซง คือระยะเวลารอคอยของยานยนต์ในระบบ และความรู้ความเข้าใจในการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร และก่อนที่จะมีการปรับปรุงระบบสัญญาณไฟจราจร ผู้วิจัยได้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในระบบและการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

4. การทดสอบแนวทางในการแก้ไขปัญหา

เมื่อผู้วิจัยได้แนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้วข้างต้น ได้นำแนวทางดังกล่าวไปทดลองใช้ โดยผู้วิจัยเลือกแผนแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว วัดก่อน-หลัง (One Group pretest-postest Design) ซึ่งผลการวิจัยที่ได้ ใคร่ขอนำเสนอเป็นประเด็นจำแนกตามกลุ่มที่ศึกษา ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านการจราจร
2. ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกก่อนและหลังการพัฒนาระบบสัญญาณไฟจราจร
3. ความคิดเห็นต่อการจัดระบบสัญญาณไฟจราจรของเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อน และหลังการพัฒนาระบบ

1. ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านการจราจร

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านการจราจร

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	30	100.0
อายุ		
อายุเฉลี่ย 39.2 ปี	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.45 ปี	
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าอนุปริญญา	21	70.0
อนุปริญญา	4	13.3
ปริญญาตรี	4	13.3
สูงกว่าปริญญาตรี	1	3.3
ประสบการณ์ในด้านการจราจร		
1 - 5 ปี	8	26.7
6 -10 ปี	13	43.3
11-15 ปี	6	20.0
มากกว่า 15 ปี	3	10.0

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านการจราจรที่เป็นตัวอย่างของสถานีตำรวจภูธรอำเภอเมืองขอนแก่น จำนวน 30 คน ผลที่ได้ปรากฏว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านการจราจร ทั้งหมดเป็นชาย มีอายุเฉลี่ยประมาณ 39 ปี และเนื่องจากผู้ที่ปฏิบัติงานด้านการจราจรส่วนใหญ่เป็นตำรวจชั้นประทวน ส่วนใหญ่จึงมีระดับการศึกษาต่ำกว่าอนุปริญญา (โรงเรียนพลตำรวจ) และมีประสบการณ์ในด้านการปฏิบัติหน้าที่จราจร คือ รับผิดชอบในหน้าที่ของสายตรวจจราจร ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 6 - 10 ปี

2. ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกก่อนและหลังการพัฒนาระบบสัญญาณไฟจราจร

จากข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาสู่ระบบสัญญาณไฟจราจรและออกจากระบบสัญญาณไฟจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วน คือ เวลา 07.00-08.30 น. และเวลา 15.30-17.00 น. ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ ณ จุดที่ทำการศึกษา 4 จุด ได้พิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปัวส์ซองหรือไม่ โดยใช้การทดสอบแบบ Kolmogorov Smirnov Goodness of Fit Test (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก) เพื่อนำไปใช้เป็นแบบจำลองสภาพของปัญหาการจราจร ซึ่งลักษณะการแจกแจงของข้อมูลสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาระบบและปริมาณยานยนต์ที่ออกจากระบบในระหว่างเวลา 07.00-08.30 น. และระหว่างเวลา 15.30-17.00 น. ก่อนการพัฒนาระบบ และหลังการพัฒนาระบบ

จุดที่	เวลา	การเข้ามาสู่ระบบ		การออกจากระบบ	
		ปริมาณยานยนต์ (คัน/นาที)	ลักษณะการแจกแจง	ปริมาณยานยนต์ (คัน/นาที)	ลักษณะการแจกแจง
เวลา 07.00-08.30 น.					
1.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันตก	ก่อนการพัฒนา	8.34	Non-Poisson	6.58	Poisson
	หลังการพัฒนา	8.22	Poisson	6.87	Poisson
2.ถนนกลางเมือง จากทิศเหนือ	ก่อนการพัฒนา	11.63	Poisson	8.76	Non-Poisson
	หลังการพัฒนา	11.55	Poisson	9.00	Poisson
3.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันออก	ก่อนการพัฒนา	8.07	Poisson	7.21	Poisson
	หลังการพัฒนา	8.09	Poisson	7.43	Poisson
4.ถนนกลางเมือง จากทิศใต้	ก่อนการพัฒนา	11.01	Poisson	9.17	Poisson
	หลังการพัฒนา	10.89	Poisson	9.30	Poisson
เวลา 15.30-17.00 น.					
1.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันตก	ก่อนการพัฒนา	8.03	Poisson	6.70	Poisson
	หลังการพัฒนา	8.14	Non-Poisson	6.82	Poisson
2.ถนนกลางเมือง จากทิศเหนือ	ก่อนการพัฒนา	11.67	Non-Poisson	6.70	Non-Poisson
	หลังการพัฒนา	10.97	Poisson	6.82	Poisson
3.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันออก	ก่อนการพัฒนา	8.48	Poisson	6.81	Poisson
	หลังการพัฒนา	8.13	Non-Poisson	6.75	Poisson
4.ถนนกลางเมือง จากทิศใต้	ก่อนการพัฒนา	11.57	Non-Poisson	9.23	Poisson
	หลังการพัฒนา	10.26	Poisson	9.15	Poisson

เนื่องจากในการศึกษาระบบสัญญาณไฟจราจร ณ จุดที่ศึกษา ข้อมูลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาสู่ระบบสัญญาณไฟจราจรส่วนใหญ่จะมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ

ปัวส์ซองยกเว้นในบางจุดที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่เป็นแบบปัวส์ซอง ทั้งนี้เนื่องจากว่าปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาสู่ระบบ หรือออกจากระบบในจุดดังกล่าวนั้นมีบางช่วงเวลาที่จุดสัญญาณไฟจราจรจะว่าง โดยไม่มีปริมาณยานยนต์ในระบบหรือมียานยนต์ที่เคลื่อนที่เข้ามาติด ๆ เป็นกลุ่มเดียวกัน อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลักษณะการแจกแจงไม่เป็นแบบปัวส์ซอง

และจากข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาสู่ระบบและออกจากระบบสัญญาณไฟจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วน คือ เวลา 07.00-08.30 น. และเวลา 15.30-17.00 น. ตั้งแต่วันจันทร์-วันศุกร์ ณ จุดที่ทำการศึกษา 4 จุด ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางสรุปปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาสู่สัญญาณไฟจราจรและปริมาณยานยนต์ที่ออกจากสัญญาณไฟจราจรในระหว่างเวลา 07.00-08.30 -และระหว่างเวลา 15.30-17.00 นาฬิกา ก่อนการพัฒนาระบบ และหลังการพัฒนาระบบ

จุดที่	เวลา	การเข้ามาสู่ระบบ		การออกจากระบบ	
		ปริมาณยานยนต์ (คัน/นาที) (λ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ปริมาณยานยนต์ (คัน/นาที) (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เวลา 07.00-08.30 น.					
1.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันตก	ก่อนการพัฒนา	8.34	2.79	6.58	2.01
	หลังการพัฒนา	8.22	2.63	6.87	2.03
2.ถนนกลางเมือง จากทิศเหนือ	ก่อนการพัฒนา	11.63	2.32	8.76	1.82
	หลังการพัฒนา	11.55	2.22	9.00	1.85
3.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันออก	ก่อนการพัฒนา	8.07	2.51	7.21	1.96
	หลังการพัฒนา	8.09	2.31	7.43	1.99
4.ถนนกลางเมือง จากทิศใต้	ก่อนการพัฒนา	11.01	2.10	9.17	1.69
	หลังการพัฒนา	10.89	2.07	9.30	1.61
เวลา 15.30-17.00 น.					
1.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันตก	ก่อนการพัฒนา	8.03	2.63	6.70	2.47
	หลังการพัฒนา	8.14	2.66	6.82	2.36
2.ถนนกลางเมือง จากทิศเหนือ	ก่อนการพัฒนา	11.67	2.45	6.70	2.47
	หลังการพัฒนา	10.97	2.66	6.82	2.36
3.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันออก	ก่อนการพัฒนา	8.48	2.85	6.81	2.12
	หลังการพัฒนา	8.13	2.70	6.75	1.96
4.ถนนกลางเมือง จากทิศใต้	ก่อนการพัฒนา	11.57	2.60	9.23	1.96
	หลังการพัฒนา	10.26	2.65	9.15	2.01

เนื่องจากในการศึกษาระบบสัญญาณไฟจราจร ณ จุดที่ศึกษา ข้อมูลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาสู่ระบบสัญญาณไฟจราจรโดยเฉลี่ยแล้วจะมีค่ามากกว่าปริมาณยานยนต์ที่

ออกจากระบบสัญญาณไฟจราจร ดังนั้นจึงทำให้เกิดระบบแถวคอย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นรูปแบบแถวคอยแบบปัวส์ซองที่มี 2 ช่องบริการ ทั้งนี้เนื่องจากในการให้บริการยานยนต์ที่เข้ามาสู่ระบบสามารถที่จะออกจากระบบสัญญาณไฟจราจรไปได้ 2 ทาง คือ ช่องบริการที่ให้ยานยนต์ออกจากระบบใช้เส้นทางตรงไปตลอด และช่องบริการที่ให้ยานยนต์ออกจากระบบใช้เส้นทางเลี้ยวขวาอีกช่องหนึ่ง และในการให้บริการไม่จำกัดปริมาณยานยนต์ที่เข้ามารับบริการ(เข้ามาสู่ระบบ) โดยมีระเบียบของแถวคอย(Queue discipline) หรือระเบียบการให้บริการเป็นแบบเข้ามาก่อนได้รับการบริการก่อน(First-Come-First-Served) และเนื่องจากในการเข้ามาสู่ระบบและออกจากระบบไม่ได้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้เกิดปัญหาการรอคอยขึ้นได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนวณหาระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ในแต่ละจุดของระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ในแต่ละจุดของระบบ

ในการหาระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยในแต่ละจุด สามารถคำนวณได้จากสูตร (อ้างถึงใน วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2524) ดังต่อไปนี้

$$w = w_q + \frac{1}{\mu}$$

เมื่อ $$w_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

โดยที่ w_q = เวลาที่ผู้รับบริการรอคอยอยู่ในแถวคอย(ตั้งแต่จอดรถรอจนกระทั่งพ้นจากสัญญาณไฟแดง)

w = ระยะเวลารอคอยทั้งหมดโดยเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มจากอยู่ในแถวคอยจนพ้นทางแยกไปแล้ว (นาที/คัน)

λ = ปริมาณยานยนต์ที่เข้ามาอยู่ในระบบโดยเฉลี่ย (คัน/นาที)

μ = ปริมาณยานยนต์ที่ออกจากระบบโดยเฉลี่ย (คัน/นาที)

แต่เนื่องจากระบบสัญญาณไฟจราจรบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา ถือว่าเป็นรูปแบบแถวคอยที่มี 2 ช่องทางบริการดังได้กล่าวมาแล้ว คือ

-ช่องบริการที่ให้ยานยนต์ออกจากระบบใช้เส้นทางตรงไปตลอด

-ช่องบริการที่ให้ยานยนต์ออกจากระบบใช้เส้นทางเลี้ยวขวา

ดังนั้นระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ในแต่ละจุด สามารถคำนวณได้ดังนี้

ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยในช่วงเช้า (07.00-08.30 น.)ก่อนและหลังการพัฒนาระบบ

จุดที่ 1 เส้นทางถนนศรีจันทร์มาจากด้านทิศตะวันตก (หลักเมือง)

ก่อนพัฒนาระบบ

$$W_q = \frac{8.34}{(6.58x\ 2\ )(6.58\ x\ 2 - 8.34)} = 0.13$$

ดังนั้น $W = 0.13 + 1/(6.58\ X\ 2)$

ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ย = 0.206 นาที/คัน หรือ 12.36 วินาที/คัน

ส่วนการคำนวณหาระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยในแต่ละจุดใช้วิธีการคำนวณในทำนองเดียวกัน ซึ่งระยะเวลารอคอยทั้งหมดโดยเฉลี่ยในแต่ละจุด ปรากฏดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบ ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ (W) ในแต่ละจุดก่อนและหลังการพัฒนาระบบ ในช่วงเวลา 07.00-08.30 น. และ เวลา 15.30-17.00 น.

จุดที่	ก่อนการพัฒนาระบบ		หลังการพัฒนาระบบ		ค่า t	P-value
	W (นาที/คัน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	W (นาที/คัน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
เวลา 07.00-08.30 น.						
1.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันตก	0.206	2.62	0.172	2.47	1.93	0.039
2.ถนนกลางเมือง จากทิศเหนือ	0.167	2.36	0.145	2.43	2.34	0.002
3. ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันออก	0.149	2.34	0.147	2.19	1.88	0.049
4.ถนนกลางเมือง จากทิศใต้	0.134	1.83	0.123	2.03	2.02	0.013
เวลา 15.30-17.00 น.						
1.ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันตก	0.184	2.64	0.173	2.60	2.13	0.000
2.ถนนกลางเมือง จากทิศเหนือ	0.144	2.52	0.146	2.57	1.65	0.042
3. ถนนศรีจันทร์ จากทิศตะวันออก	0.193	2.45	0.184	3.28	2.37	0.002
4.ถนนกลางเมือง จากทิศใต้	0.144	2.32	0.114	2.43	1.78	0.027

จากผลที่ได้จากตารางที่ 4 ปรากฏว่า หลังจากที่ผู้วิจัยได้มีการปรับระบบสัญญาณไฟจราจร แล้วระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ในแต่ละจุด มีค่าลดน้อยลงไม่ว่าจะในช่วงเช้า (07.00- 08.30น.) และในช่วงเย็น (เวลา 15.30-17.00 น.) โดยพบว่า ในจุดที่ 1 เส้นทาง ถนนศรีจันทร์มาจากทิศตะวันตก ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ก่อนการพัฒนาระบบเท่ากับ 0.206 นาที/คัน หรือ 12.36 วินาที/คัน และเมื่อปรับระบบสัญญาณไฟจราจรแล้ว ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ลดลงเป็น 0.172 นาที/คัน หรือ 10.32 วินาที/คัน ณ จุดอื่นๆก็เช่นเดียวกัน ซึ่งอัตราในการลดลงของระยะเวลารอคอยเฉลี่ยในระบบทั้งหมดปรากฏว่า ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยลดลงประมาณร้อยละ 16.5 และเมื่อทดสอบนัยสำคัญโดยใช้สถิติทดสอบ t ผลที่ได้ปรากฏว่า ระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์หลังการพัฒนาระบบมีค่าน้อยกว่าระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ก่อนการพัฒนาระบบ โดยพิจารณาจากค่า P-value ของทุกจุดมีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งเป็นระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างในครั้งนี้

3. ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจต่อการระบบสัญญาณไฟจราจรก่อนและหลังการพัฒนา

หลังจากที่ผู้วิจัยได้มีการปรับระบบสัญญาณไฟจราจรจากเดิมก่อนการพัฒนาซึ่งเป็นแบบ 4 เฟส โดยปรับเปลี่ยนเป็นแบบ 2 เฟส พร้อมกับปรับการตั้งเวลารอบสัญญาณไฟจราจรใหม่ตามรูปแบบการพัฒนาดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น หลังจากนั้นผู้วิจัยได้มีการวัดระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ในแต่ละจุดก่อนและหลังการพัฒนาระบบ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้ชี้ให้เห็นว่าระยะเวลารอคอยของยานยนต์โดยเฉลี่ยในแต่ละจุดลดลงจากเดิม

เนื่องจากการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรนั้น มีส่วนประกอบสำคัญจากหลายๆด้าน ส่วนหนึ่งมาจากการปรับเปลี่ยนระบบสัญญาณไฟจราจรซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาปรากฏว่าระยะเวลารอคอยโดยเฉลี่ยของยานยนต์ในแต่ละจุดลดลง อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญก็คือ เจ้าหน้าที่ตำรวจผู้ปฏิบัติงานด้านการจราจร ซึ่งจะต้องทราบถึงความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจต่อการปรับระบบสัญญาณไฟจราจรก่อนและหลังการพัฒนา ว่ามีผลแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งผลจากการศึกษาความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรต่อระบบสัญญาณไฟจราจรก่อนและหลังการพัฒนา ซึ่งผลที่ได้ปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยต่อระบบสัญญาณไฟจราจร ก่อนและหลังการพัฒนา โดยใช้สถิติ MaNemar test (N=30)

ความคิดเห็นต่อการระบบสัญญาณไฟจราจรของเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ระยะเวลา ก่อนการพัฒนา จำนวน	ร้อยละ	หลังการพัฒนา จำนวน	ร้อยละ	p-value
1. เห็นด้วยกับวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบดี	3	10.0	20	66.6	0.0005
2. เห็นว่าสามารถควบคุมระบบสอดคล้องกับปริมาณจราจร	0	0.0	19	63.3	0.0000
3. เห็นว่าระบบมีความเข้าใจง่ายชัดเจน	1	3.3	21	70.0	0.0000
4. เห็นว่าระบบมีความง่ายต่อการปฏิบัติ	2	6.6	16	53.3	0.013
5. เห็นว่าระบบสามารถแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดในทางแยกได้	4	13.3	16	53.3	0.018

จากตารางที่ได้ปรากฏว่า เมื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรก่อนและหลังการปรับระบบสัญญาณไฟจราจร มีความแตกต่างกันในเรื่อง ความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ ความสามารถควบคุมระบบให้สอดคล้องกับปริมาณจราจร ระบบมีความเข้าใจง่าย ชัดเจน ระบบมีความง่ายต่อการปฏิบัติ และระบบสามารถแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดในทางแยกได้ เมื่อพิจารณาในรายละเอียดแยกแต่ละด้านปรากฏผลดังนี้

ในเรื่องความรู้ความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ ก่อนการพัฒนาระบบ มีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วย จำนวน 3 คน หลังการพัฒนาระบบมีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยเพิ่มขึ้นเป็น 20 คน เมื่อทดสอบโดยใช้ McNemar Test จะพบว่า จำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยกับคำถามดังกล่าวมีสัดส่วนสูงกว่าก่อนการพัฒนาระบบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p= 0.0005)

ในเรื่องความสามารถควบคุมระบบสอดคล้องกับปริมาณจราจร ในเรื่องความรู้ความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ ก่อนการพัฒนาระบบ ไม่มีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วย หลังการพัฒนาระบบมีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยเพิ่มขึ้นเป็น 19 คน เมื่อทดสอบโดยใช้

McNemar Test จะพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจที่ตอบคำถามว่าเห็นด้วยหลังการพัฒนามีสัดส่วนสูงกว่าก่อนการพัฒนาระบบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p= 0.0000)

ในเรื่องระบบมีความเข้าใจง่าย ชัดเจน ก่อนการพัฒนาระบบ มีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วย จำนวน 1 คน หลังการพัฒนาระบบมีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยเพิ่มขึ้นเป็น 21 คน เมื่อทดสอบโดยใช้ McNemar Test จะพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจที่ตอบคำถามว่าเห็นด้วยหลังการพัฒนามีสัดส่วนสูงกว่าก่อนการพัฒนาระบบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05(p= 0.0000)

ในเรื่องระบบมีความง่ายต่อการปฏิบัติ ก่อนการพัฒนาระบบ มีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วย จำนวน 2 คน หลังการพัฒนาระบบมีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยเพิ่มขึ้นเป็น 16 คน เมื่อทดสอบโดยใช้ McNemar Test จะพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจที่ตอบคำถามว่าเห็นด้วยหลังการพัฒนามีสัดส่วนสูงกว่าก่อนการพัฒนาระบบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05(p= 0.013)

ในเรื่องระบบสามารถแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดในทางแยกได้ ก่อนการพัฒนาระบบ มีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วย จำนวน 4 คน หลังการพัฒนาระบบมีจำนวนเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เห็นด้วยเพิ่มขึ้นเป็น 16 คน เมื่อทดสอบโดยใช้ McNemar Test จะพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจที่ตอบคำถามว่าเห็นด้วยหลังการพัฒนามีสัดส่วนมากกว่าก่อนการพัฒนาระบบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p= 0.018)

ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ชี้ให้เห็นว่า การปรับระบบสัญญาณไฟจราจรไม่เพียงแต่ทำให้ระยะเวลารอคอยในระบบลดลงกว่าเดิมแล้ว ยังเป็นระบบที่ง่ายต่อการปฏิบัติและสะดวก สามารถแก้ไขปัญหาจราจร และเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรสามารถเข้าใจวัตถุประสงค์ของระบบได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย