บทที่ 5
ลักษณะสำคัญของระบบและการประยุกต์ใช้

ผลการทบทวนเอกสารและการสอบถามเจ้าหน้าที่วิเคราะห์การจัดการการจราจรที่ทางแยกพบว่าองค์ความรู้ในการออกแบบสัญญาณไฟจราจร มีทั้งหมด 3 ส่วนได้แก่ เกณฑ์การพิจารณาเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก องค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการออกวงเวียน องค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการออกแบบสัญญาณไฟจราจร โดยในแต่ละองค์ความรู้ได้มีผู้สร้างวิธีการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดองค์ความรู้ในการพิจารณาความ เหมาะสมในการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก เป็นองค์ความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามที่ว่า "ลักษณะการจราจรของทางแยกที่มีความแตกต่างจะมีวิธีการเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสมด้วยวิธีใด" เมื่อทำการศึกษาพบองค์ความรู้ที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมในการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก จากนั้นได้นำองค์ความรู้และการประยุกต์ใช้ระบบ DSS เพื่อพัฒนาเป็นระบบที่เรียกว่า DSIC เพื่อช่วยในการตัดสินใจการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสมและสามารถช่วยแนะนำการออกแบบวงเวียนและรอบสัญญาณไฟสำหรับทางแยกที่จำเป็นได้อีกด้วย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการศึกษาทั้งหมด โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ 5.1 ผลการพัฒนาระบบ DSIC 5.2 การใช้งานระบบ DSIC 5.3 ตัวอย่างการใช้งานระบบ DSIC 5.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในการทำงานของระบบ DSIC และ 5.5 ข้อเสนอแนะในการใช้งานระบบ DSIC โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลการพัฒนาระบบ DSIC

ผลการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจเลือกวิธีควบคุมการจราจรที่ทางแยก ทำให้ได้ระบบ DSIC ที่สามารถทำงานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และภายใต้ระบบปฏิบัติการของไมโครซอฟต์วินโดวส์ โดยระบบ DSIC ที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการทำงานดังนี้

5.1.1 ความสามารถในการใช้งานของระบบ DSIC

ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีควบคุมการจราจรที่ทางแยก (DSIC) มีความสามารถทำงานได้บรรลุวัตถุประสงค์ในงานวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ สามารถพิจารณาการเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม แนะนำการติดตั้งการควบคุมการจราจรที่ทางแยกด้วยวงเวียนและออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1.1 ความสามารถในการพิจารณาการเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม ของระบบ DSIC สามารถนำเกณฑ์ในการพิจารณาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกของ ประกอบด้วย American Association of State Highway and

Transportation Officials (AASHTO) Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) AUSTROADS (The association of Australian and New Zealand road transport and traffic authorities, 1993) และ Highway Capacity Manual (HCM, 2000) มาใช้ในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยผู้ใช้สามารถนำระบบช่วยในการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม

5.1.1.2 ความสามารถในการแนะนำการติดตั้งวงเวียนเพื่อใช้ควบคุมที่ทางแยก ระบบ DSIC สามารถนำวิธีการออกแบบวงเวียนของ AUSTROADS (The association of Australian and New Zealand road transport and traffic authorities, 1993) มาใช้เป็นองค์ความรู้ในการพิจารณาการออกแบบวงเวียน โดยแนะนำขนาดของวงเวียน เกาะกลางวงเวียน จำนวนช่อง และทางเข้าออกวงเวียน จะเป็นการแนะนำช่วงระยะที่เหมาะสม สามารถปรับให้เหมาะได้กับสภาพการจราจรและพื้นที่ในแต่ละตำแหน่งของทางแยก

5.1.1.3 ความสามารถในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร ระบบ DSIC นำวิธีการออกแบบของ Highway Capacity Manual (HCM, 2000) สำหรับทางแยกที่เหมาะสมกับการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม ระบบ DSIC จะทำการวิเคราะห์ทางแยกว่าจำเป็นในการจัดจังหวะสัญญาณไฟเลี้ยวขวาเฉพาะหรือไม่ จากนั้นจะทำการหาช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง และช่วงเวลาไฟเหลืองตามลำดับ จากนั้นระบบ DSIC จะนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลโดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการตัดสินใจออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมและคัดเลือกจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่มีความเหมาะสมที่สุดที่ทำให้การควบคุมการจราจร หลังจากนั้นระบบ DSIC สามารถทำการวิเคราะห์ความล่าช้าเฉลี่ยและระดับการให้บริการของทางแยกหลังจากการติดตั้งควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรดังกล่าวเพื่อให้ระบบการควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรมีประสิทธิภาพสูงสุด

ความสามารถในการใช้งานของระบบ DSIC ที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่าระบบ DSIC มีความหลากหลายในการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมที่ทางแยก โดยเมื่อผู้ใช้มีความจำเป็นในการออกแบบวงเวียนและรอบสัญญาณไฟจราจร ระบบ DSIC สามารถแนะนำและออกแบบการควบคุมได้อย่างเหมาะสม ทำให้ระบบ DSIC สามารถช่วยเหลือผู้วิเคราะห์การจัดการที่ทางแยกให้มีความสะดวกในการวิเคราะห์ได้มากยิ่งขึ้น และผู้ใช้สามารถนำข้อมูลการวิเคราะห์และผลการออกแบบของระบบทำเป็นเอกสารเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจที่หน้างานได้ตามความต้องการ

5.1.2 ลักษณะการทำงานของระบบ

ระบบ DSIC มีระบบการช่วยเหลือในการตัดสินใจมีส่วนประกอบหลักคือการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก แนะนำการติดตั้งวงเวียนและออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับทางแยกที่จำเป็นในการติดตั้งวงเวียนและสัญญาณไฟจราจร และมีส่วนประกอบย่อยของแต่ละส่วนประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนการนำเข้าข้อมูล ส่วนการตัดสินใจ และส่วนของ

การแสดงผล โดยขั้นตอนการทำงานของระบบ DSIC ได้แสดงในภาพที่ 5.1 สามารถอธิบายลักษณะการทำงานโดยละเอียดดังนี้

5.1.2.1 การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก แบ่งการทำงานได้ดังนี้

1) ส่วนการนำเข้าข้อมูล เริ่มจากผู้ใช้สร้างโครงงานใหม่ จากนั้นผู้ใช้เลือกตำแหน่งของทางแยกและชนิดของทางเอกและทางโทที่ตัดกันของทางแยก ตามด้วยป้อนข้อมูลทางด้านเรขาคณิต ข้อมูลการจราจรโดยทางระบบจะบอกผู้วิเคราะห์จากตารางการกรอกข้อมูล

2) ระบบทำการตัดสินใจ ระบบจะทำการวิเคราะห์วิธีการควบคุมการจัดการจราจรที่ทางแยกที่เหมาะสมตามข้อมูลการนำเข้า โดยทำการวิเคราะห์ตามสายทางของชนิดของทางแยกจากข้อมูลของการกรอกลงในระบบของผู้วิเคราะห์ แล้วทำการแนะนำการควบคุมโดยแบ่งการควบคุมเป็น 5 ลำดับ คือ ป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยกและมีเครื่องหมายบนผิวทาง ป้ายให้ทาง ป้ายหยุด วงเวียน และ สัญญาณไฟจราจร

3) ส่วนการแสดงผล ระบบ DSIC สามารถแสดงผลการออกแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยกในรูปแบบตารางการวิเคราะห์และกราฟฟิคเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจและตรวจสอบผลการวิเคราะห์ได้โดยง่าย หากระบบแนะนำการควบคุมโดยป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยกและมีเครื่องหมายบนผิวทาง ป้ายให้ทาง หรือ ป้ายหยุด ระบบจะหยุดทำการวิเคราะห์แต่หากแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียน หรือ สัญญาณไฟจราจร ระบบจะสอบถามในการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป ว่าต้องการการแนะนำการติดตั้งวงเวียนหรือออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ โดยผู้วิเคราะห์สามารถเลือกวิเคราะห์ต่อหรือไม่ก็ได้

5.1.2.2 แนะนำการติดตั้งวงเวียน แบ่งการทำงานได้ดังนี้

1) ส่วนการนำเข้าข้อมูล หากทางแยกดังกล่าวควรติดตั้งวงเวียน ข้อมูลที่ต้องกรอกประกอบด้วย ความเร็วด้านที่มากที่สุดที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก และปริมาณจราจร

2) ระบบทำการตัดสินใจ ระบบ DSIC จะทำการทำการคำนวณอัตราการไหลภายในวงเวียนและแนะนำส่วนประกอบโครงสร้างหลักของการติดตั้งวงเวียนประกอบด้วย ขนาดเกาะกลางวงเวียน จำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน ความกว้างของถนนรอบวงเวียน และความกว้างทางเข้าวงเวียน

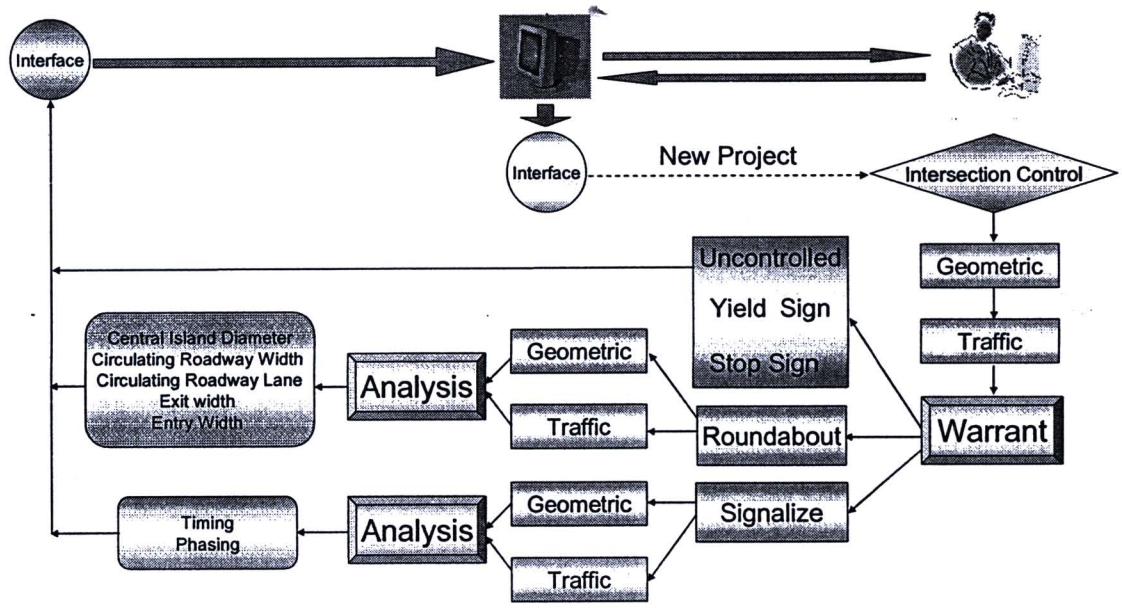
3) ส่วนการแสดงผล โดยระบบจะ แนะนำเป็นช่วงของความกว้างที่เหมาะสม โดยผู้ใช้สามารถปรับขนาดได้ตามข้อจำกัดของพื้นที่ที่ทำการติดตั้งวงเวียน การแสดงผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะระบบจะคำนวณอัตราการไหลภายในวงเวียนและแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิค และส่วนที่สองระบบจะทำการแนะนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงเวียนในรูปแบบกราฟฟิค เพื่อให้ผู้ทำการวิเคราะห์เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

5.1.2.3 ออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร แบ่งการทำงานได้ดังนี้

1) ส่วนการนำเข้าข้อมูล เมื่อทางแยกจำเป็นที่จะต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุมที่ทางแยก โดยระบบ DSIC สามารถออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรชนิดรอบเวลาคงที่ได้ โดยข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย ค่า PHF (Peak Hour Volumes หมายถึง ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงที่สูงสุดของวันหรือในช่วงเวลาครึ่งวัน คือ ช่วงเช้าก่อนเที่ยงและช่วงบ่ายหลังเที่ยงวัน) ที่ใช้ในการออกแบบโดยส่วนมากใช้ที่ 0.85 ข้อมูลการจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยก

2) ระบบทำการตัดสินใจ ระบบ DSIC จะทำการทำการคำนวณหาจังหวะสัญญาณไฟที่เหมาะสมด้วยตัวของระบบเอง และคำนวณจังหวะไฟจราจรในจังหวะต่าง ๆ ประกอบด้วย ช่วงเวลาไฟเหลือง ช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง และช่วงเวลาไฟเขียวในแต่ละทิศทาง โดยระบบจะทำการคำนวณรอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมสำหรับทางแยกที่ทำการวิเคราะห์

3) ส่วนการแสดงผล ระบบจะทำการแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟฟิค แนะนำจังหวะสัญญาณไฟและช่วงเวลาของจังหวะต่าง ๆ และแนะนำในรูปแบบแถบเวลา ผู้ทำการวิเคราะห์สามารถนำข้อมูลดังกล่าวใช้ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรได้สะดวกมากขึ้น



ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ DSIC

5.1.3 ระบบการควบคุมการทำงาน

ส่วนของการควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ DSIC ทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงการทำงานของระบบย่อยต่าง ๆ ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ระบบควบคุมการทำงานประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของโปรแกรมหลักทำหน้าที่เชื่อมโยงการทำงานในส่วนการนำเข้าของ

ข้อมูล การตัดสินใจและการออกแบบ ในส่วนของการสรุปผลการตัดสินใจและการออกแบบทำหน้าที่เชื่อมโยงการทำงานในส่วนการแสดงผลทั้งหมด ได้แก่ รายงานการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก แนะนำการติดตั้งวงเวียนที่ทางแยกและการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร

5.1.4 ระบบติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุด โดยส่วนติดต่อผู้ใช้ ในส่วนติดต่อผู้ใช้ทำหน้าที่รับข้อมูล แสดงผลการตัดสินใจ ควบคุมการทำงานของระบบ และช่วยเหลือให้ข้อมูลที่จำเป็นกับผู้ใช้ระหว่างการทำงาน โดยผู้ใช้จะต้องติดต่อระบบผ่านทาง User Interface ที่อยู่บนหน้าจอที่ประกอบด้วยข้อความและกราฟฟิคที่สามารถอธิบายได้อย่างเข้าใจ ซึ่งลักษณะของการติดต่อระหว่างระบบคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ได้แสดงในภาพที่ 5.2 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา User Interface เป็นเครื่องมือที่มีอยู่โดยทั่วไปในโปรแกรมที่ทำงานบนสภาพแวดล้อมแบบวินโดวส์ โดยเครื่องมือที่ใช้พัฒนา User Interface ของระบบ DSIC มีรายละเอียดดังนี้

1) Window Display สำหรับให้ข้อมูล แสดงข้อมูล ควบคุมลำดับการทำงานของระบบ และช่วยเหลือให้ข้อมูลกับผู้ใช้ ซึ่งแต่ละ Window Display ยังประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ๆ ได้แก่ Text Box, Combo box และ Group Box เป็นต้น

2) Text Box เป็นส่วนใช้รับข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อนำค่ามาใช้ในระบบ

3) Group Box เป็นส่วนใหญ่ให้ผู้ใช้เลือกค่าที่อยู่ใน Group Box ได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น

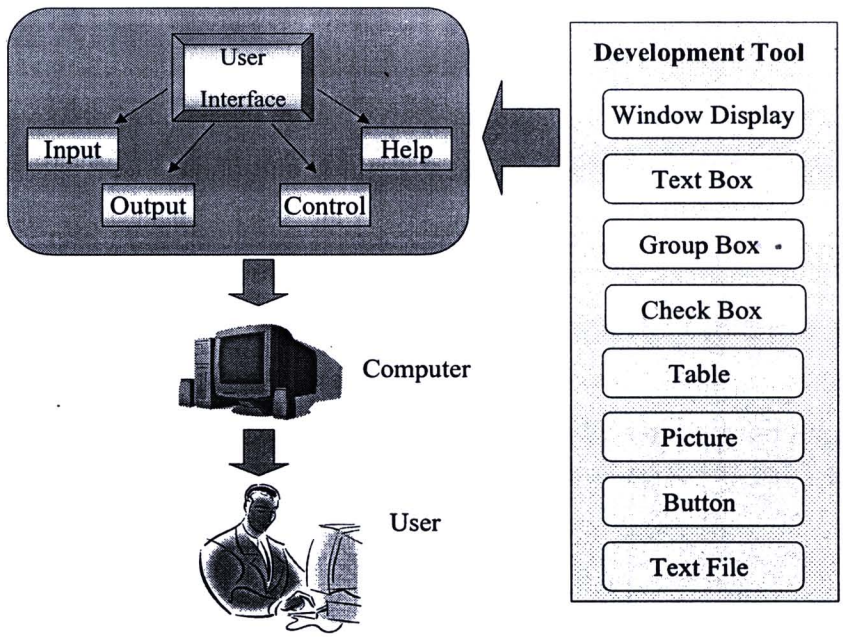
4) Check Box เป็นส่วนให้ผู้ใช้เลือกค่าที่อยู่ใน Check Box นั้นหรือไม่ ซึ่งผู้ใช้จะทำได้เพียงเลือกหรือไม่เลือกเท่านั้น

5) Table เป็นส่วนสำหรับแสดงผลให้กับผู้ใช้และในบางกรณีใช้สำหรับให้ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในระบบ

6) Picture เป็นส่วนสำหรับให้ข้อมูลกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้เห็นภาพได้ชัดเจน และนอกจากนี้ยังใช้ในการแสดงผลที่เกิดจากการประมวลผลภายในระบบ จานนั้นจะแสดงผลออกมาเป็นรูปภาพ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจถึงผลการออกแบบได้ง่ายขึ้น

7) Button เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้เลือกใช้งานสำหรับควบคุมการทำงานของระบบซึ่งจะตอบสนองการทำงานของผู้ใช้ในทันทีที่ผู้ใช้กดปุ่ม Button

8) Text File ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานได้ในการทำงานครั้งต่อไป



ภาพที่ 5.2 การติดต่อระหว่างระบบคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้

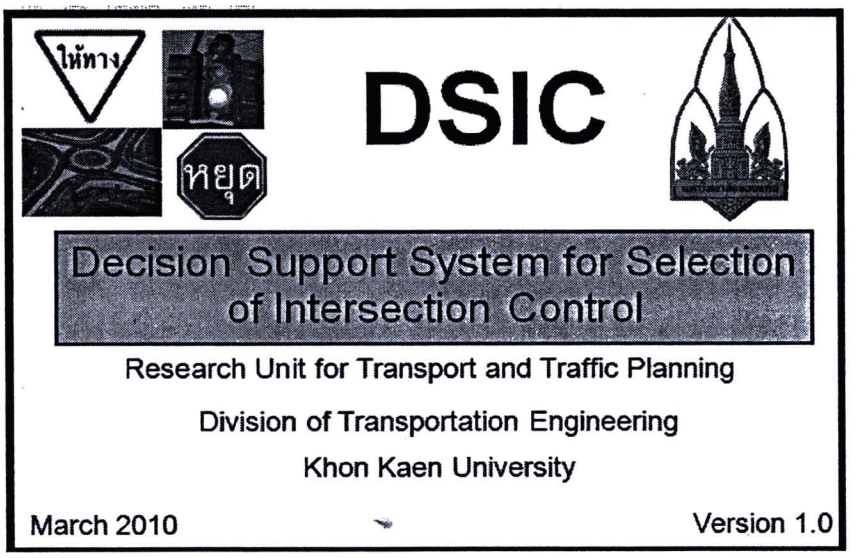
5.2 การใช้งานระบบ DSIC

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการเรียกใช้โปรแกรมจากนั้นจะอธิบายวิธีการทำงานของระบบ DSIC โดยแบ่งตัวอย่างการใช้งานของระบบออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก การแนะนำการติดตั้งวงเวียน และการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

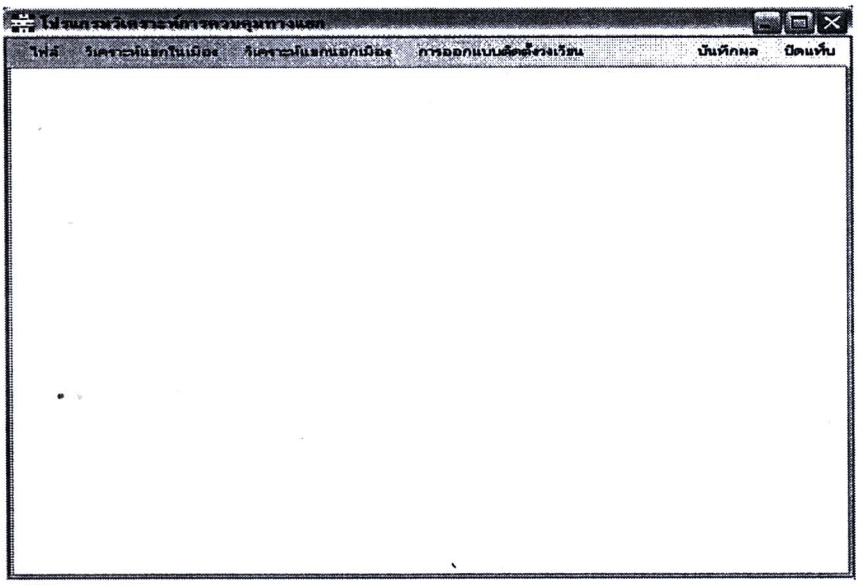
5.2.1 การเรียกใช้ระบบ DSIC

การติดตั้งระบบ DSIC ต้องทำงานภายใต้ระบบการปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ โดยระบบ DSIC มีวิธีการนำมาใช้ได้อย่างสะดวก โดยผู้วิจัยได้ทำให้อยู่ในโฟรเดอร์เมื่อผู้ทำการวิเคราะห์บรรจุแผ่น CD ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการติดตั้งระบบ DSIC แล้วเข้า โฟรเดอร์ ที่มีชื่อว่า ISectCalc ต่อจากนั้นจะพบว่ามีโปรแกรมทั้งหมดสี่โปรแกรม ให้ผู้ใช้เรียกโปรแกรม ISectCalc.exe ระบบ DSIC จะเริ่มทำงานโดยมีไดอะร็อกเริ่มต้นโปรแกรมหรือหากผู้ใช้ต้องการบันทึกโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้จะต้องเข้าไปที่ไฟร์ setup.exe แล้วโปรแกรมจะทำการเข้าอินเตอร์เน็ทเพื่อเรียกโปรแกรม .NET Framework 3.5 แล้วทำการลงโปรแกรมเสียก่อน เมื่อทำการโหลดและลงโปรแกรม .NET Framework 3.5 แล้ว หลังจากนั้นผู้ใช้จึงทำการลงโปรแกรม DSIC ต่อไป เมื่อลงโปรแกรมเสร็จแล้วส่วนของตัวเรียกเข้าโปรแกรมจะแสดงที่หน้า Desktop คอมพิวเตอร์ชื่อ ISectCalc หลังจากนั้นทำการเข้าสู่โปรแกรม DSIC โดยการดับเบิ้ลคลิ๊กที่ตัวเรียกเข้าโปรแกรม ระบบจะเริ่มทำงานโดยมีไดอะร็อกเริ่มต้นโปรแกรมดังภาพที่ 5.3 หลังจากนั้นทำการกดที่โปรแกรมเพื่อเข้าสู่หน้าการกรอกข้อมูลการจราจรดังภาพที่ 5.4 โดยไดอะร็อกนี้จะมีการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ส่วนคือ การวิเคราะห์การเลือกวิธีควบคุม

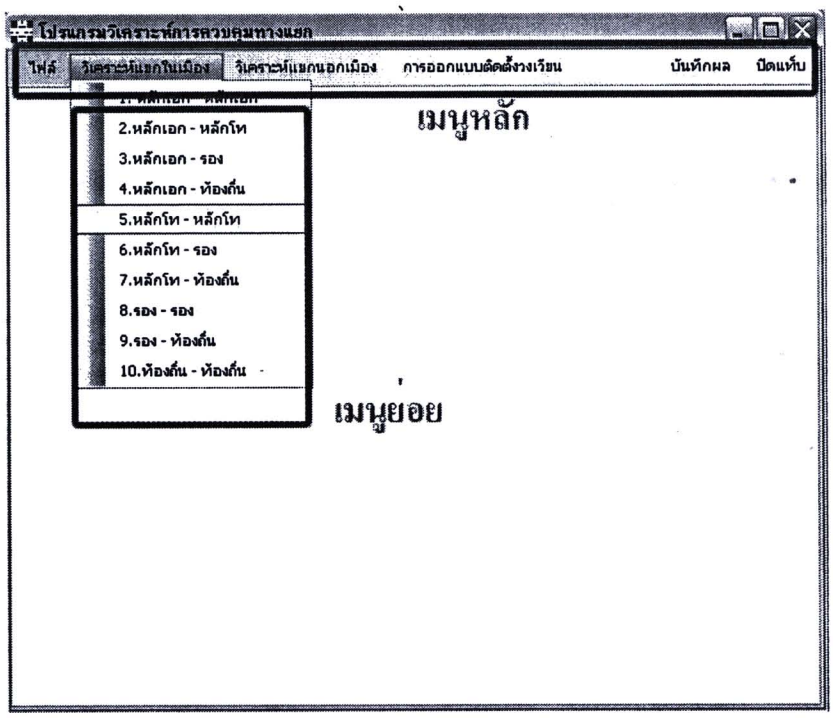
การจราจรที่ทางแยก การออกแบบวงเวียน และการออกแบบรอบเวลาสัญญาณไฟจราจร เมื่อได้เปิดไดอะร็อกเพื่อทำการวิเคราะห์แล้ว ให้ผู้ใช้ทำการการเลือกวิธีควบคุมการจราจรที่ทางแยกเป็นลำดับแรกและหากทำการวิเคราะห์แล้ว แยกดังกล่าวมีความจำเป็นติดตั้งวงเวียนหรือสัญญาณไฟจราจร โปรแกรมจะนำผู้ใช้ไปยังการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป โดยส่วนประกอบของโปรแกรมเริ่มต้นแบ่งเป็นเมนูหลักและเมนูย่อย ดังภาพที่ 5.5 โดยเมนูต่าง ๆ ของโปรแกรมวิเคราะห์การควบคุมทางแยกแบ่งได้ดังนี้



ภาพที่ 5.3 ไดอะร็อกหน้าเริ่มต้นโปรแกรม 1



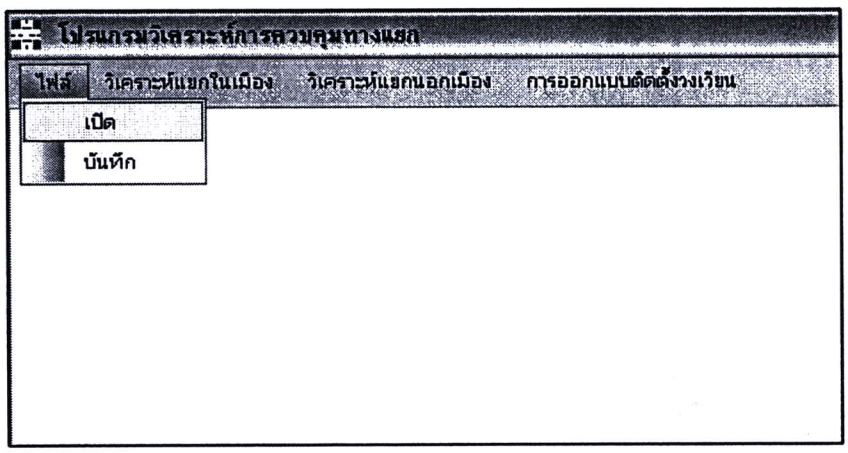
ภาพที่ 5.4 ไดอะร็อกการกรอกข้อมูลการจราจร 1



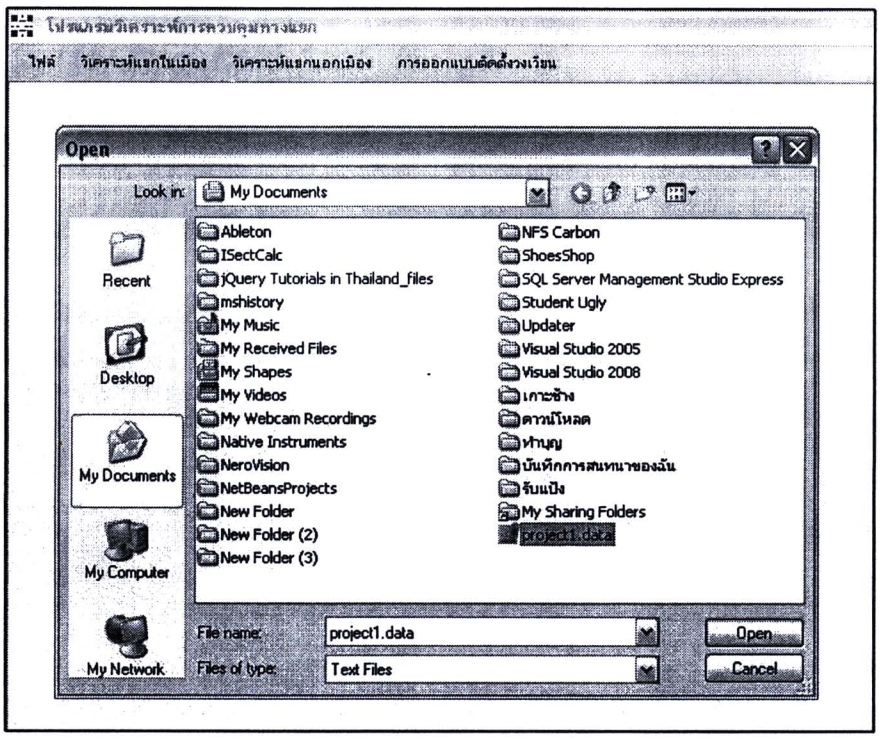
ภาพที่ 5.5 ไดอะร็อกการกรอกข้อมูลการจราจร 2

1) ไฟล์ แบ่งเป็นเมนูย่อย การเปิด และ บันทึกไฟล์ โดยการเปิดและบันทึกข้อมูลสามารถอธิบายการใช้งานได้ดังนี้

(1) การเปิดข้อมูล ผู้ใช้สามารถเปิดข้อมูลโดยเลือก ไฟล์ เปิด ดังภาพที่ 5.6 โปรแกรมจะแสดงไดอะล็อกสำหรับเปิดไฟล์ข้อมูล ดังภาพที่ 5.7 เลือกโปรเจ็คแล้วกด open โปรแกรมจะทำการเปิดข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ดังกล่าว

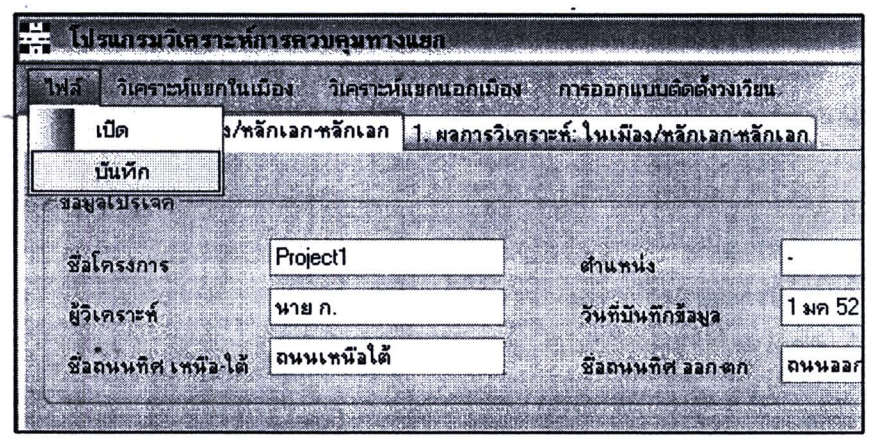


ภาพที่ 5.6 การเลือกเปิดไฟล์ข้อมูล

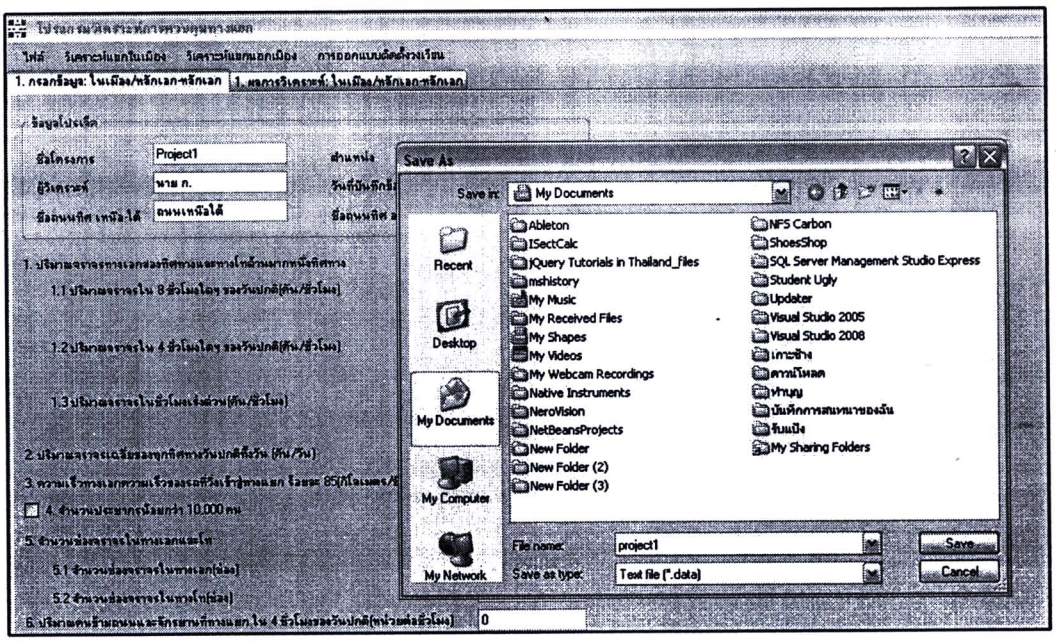


ภาพที่ 5.7 ไดอะล็อกสำหรับเปิดไฟล์ข้อมูล

(2) การบันทึกข้อมูล ผู้ใช้สามารถบันทึกผลการกรอกข้อมูลได้โดยเลือกไฟล์ บันทึกข้อมูล ดังภาพที่ 5.8 โปรแกรมจะแสดงไดอะล็อกสำหรับบันทึกข้อมูล ดังภาพที่ 5.9 หลังจากนั้นตั้งชื่อไฟล์บันทึกแล้วกด save เพื่อบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 5.8 การเลือกไฟล์เพื่อบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 5.9 ไดอะล็อกสำหรับบันทึกข้อมูล

2) วิเคราะห์แยกในเมืองเมนูย่อยต่าง ๆ แบ่งตามชนิดของถนนซึ่งตัดกันของทางแยก แบ่งได้ดังนี้

(1) หลักเอก – หลักเอก
(2) หลักเอก – หลักโท
(3) หลักเอก – รอง
(4) หลักเอก – ท้องถิ่น
(5) หลักโท – หลักโท
(6) หลักโท – รอง
(7) หลักโท – ท้องถิ่น
(8) รอง – รอง
(9) รอง – ท้องถิ่น
(10) ท้องถิ่น – ท้องถิ่น

3) วิเคราะห์แยกนอกเมือง เมนูย่อยต่าง ๆ แบ่งตามชนิดของถนนซึ่งตัดกันของทางแยก แบ่งได้ดังนี้

(1) หลักเอก – หลักเอก
(2) หลักเอก – หลักโท
(3) หลักเอก – รอง

(4) หลักเอก – ท้องถิ่น

(5) หลักโท – หลักโท

(6) หลักโท – รอง

(7) หลักโท – ท้องถิ่น

(8) รอง – รอง

(9) รอง – ท้องถิ่น

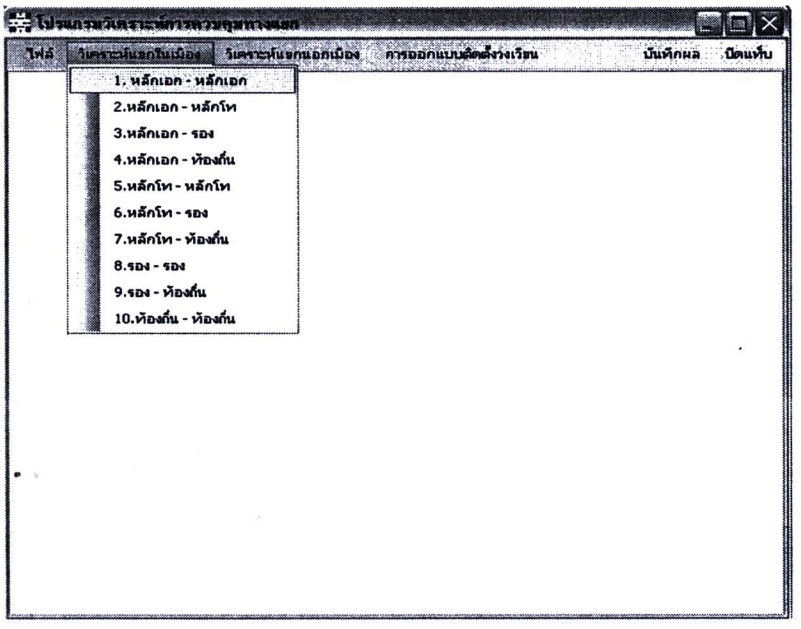
(10)ท้องถิ่น – ท้องถิ่น

4) เมนูออกแบบการติดตั้งวงเวียน

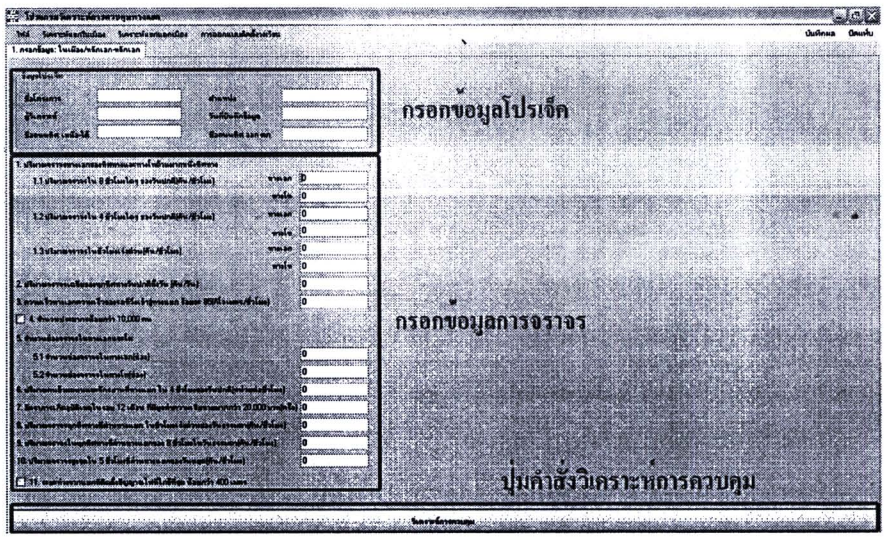
5) เมนูการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร

5.2.2 ส่วนของการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) เมื่อเข้าสู่หน้าเริ่มต้นให้เข้าสู่ไดอะร็อกการทำงานโดยการเลือกตำแหน่งของทางแยกและชนิดของถนนของทางเอกและทางโทที่ตัดกัน ดังภาพที่ 5.10 ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลให้ถูกต้องครบถ้วนในไดอะร็อกการกรอกข้อมูล โดยการกรอกข้อมูลประกอบไปด้วย ข้อมูลโปรเจค ลักษณะเรขาคณิตของถนนและข้อมูลทางการจราจรของทางแยก จากนั้นกดปุ่มวิเคราะห์การควบคุมในส่วนล่างสุดของไดอะร็อก โดยตำแหน่งส่วนประกอบของไดอะร็อกการกรอกข้อมูลแสดงดังภาพที่ 5.11

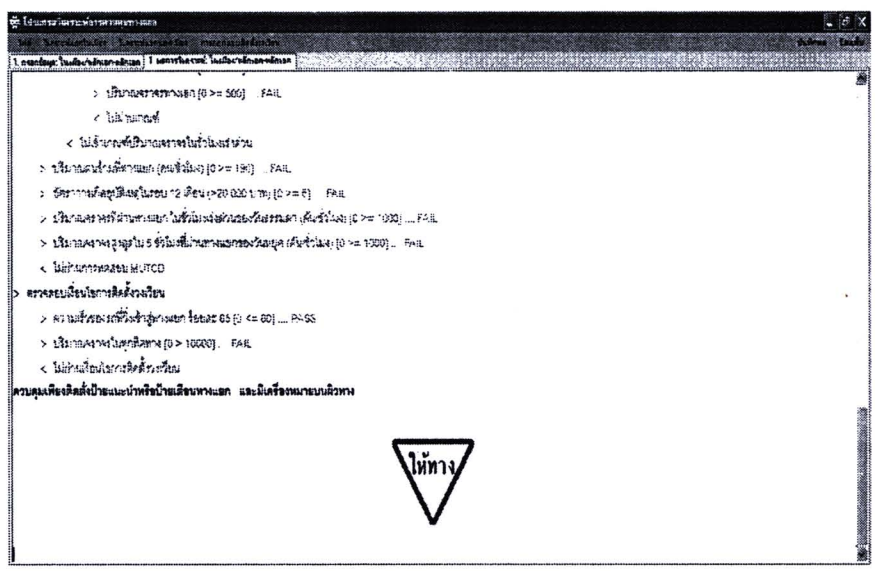


ภาพที่ 5.10 เลือกตำแหน่งและชนิดของถนนทางเอกและทางโทของทางแยก



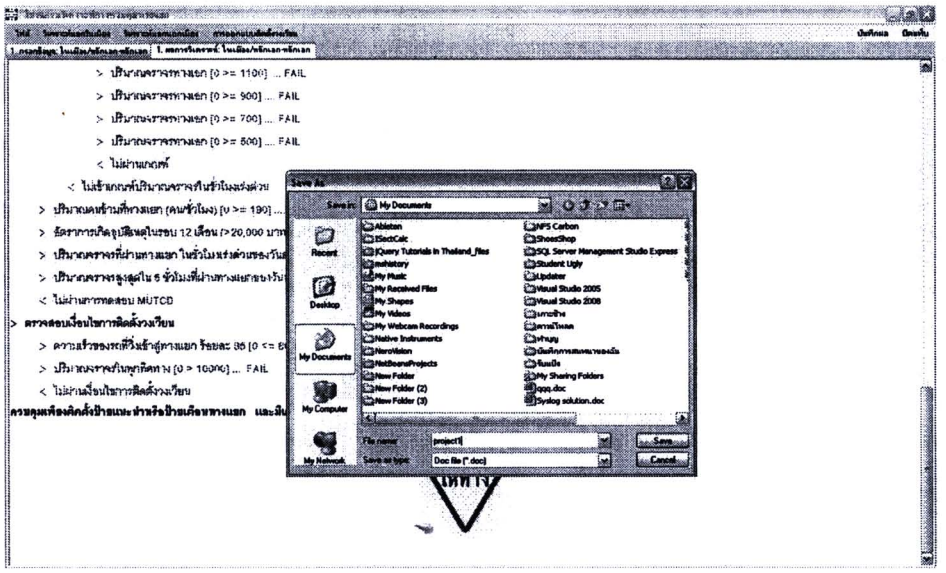
ภาพที่ 5.11 ส่วนประกอบไดอะร็อกการกรอกข้อมูลเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก

2) เมื่อผู้ใช้กดปุ่มวิเคราะห์การควบคุม โปรแกรมจะทำการประมวลผลและแสดงผลการวิเคราะห์ ดังภาพที่ 5.12 โดยการแสดงผลการวิเคราะห์จะบอกผลการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกที่เหมาะสมในลักษณะตัวอักษรสีดำเข้มที่บรรทัดสุดท้าย และในรูปแบบกราฟฟิค ว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับแยกดังกล่าวควรเป็นการจัดการด้วยวิธีการใด



ภาพที่ 5.12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

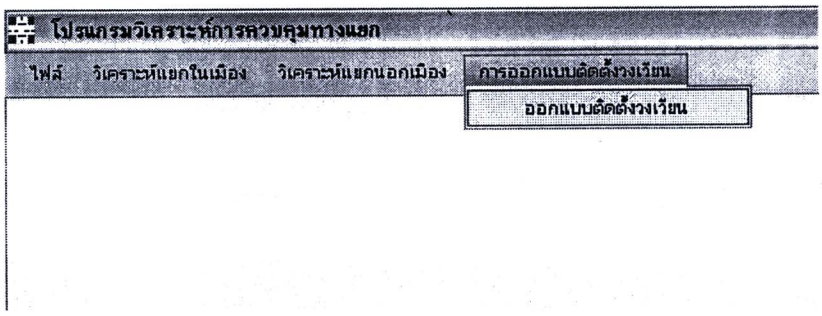
3) บันทึกผลการวิเคราะห์ ผู้ใช้สามารถบันทึกผลการวิเคราะห์ได้โดย เลือกปุ่มบันทึกผลที่มุมบนขวา ของโปรแกรม โปรแกรมจะบันทึกผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไฟล์ document (.doc) โดยเมื่อทำการกดปุ่มบันทึกข้อมูล โปรแกรมจะแสดงไดอะร็อกการบันทึก ดังภาพที่ 5.13 โดยผู้ทำการบันทึกสามารถตั้งชื่อแล้วทำการกดปุ่ม save เพื่อทำการบันทึกข้อมูลในรูปแบบ .doc หรือทำการก๊อปปี้ปริ๊น เพื่อนำไปใช้งานได้



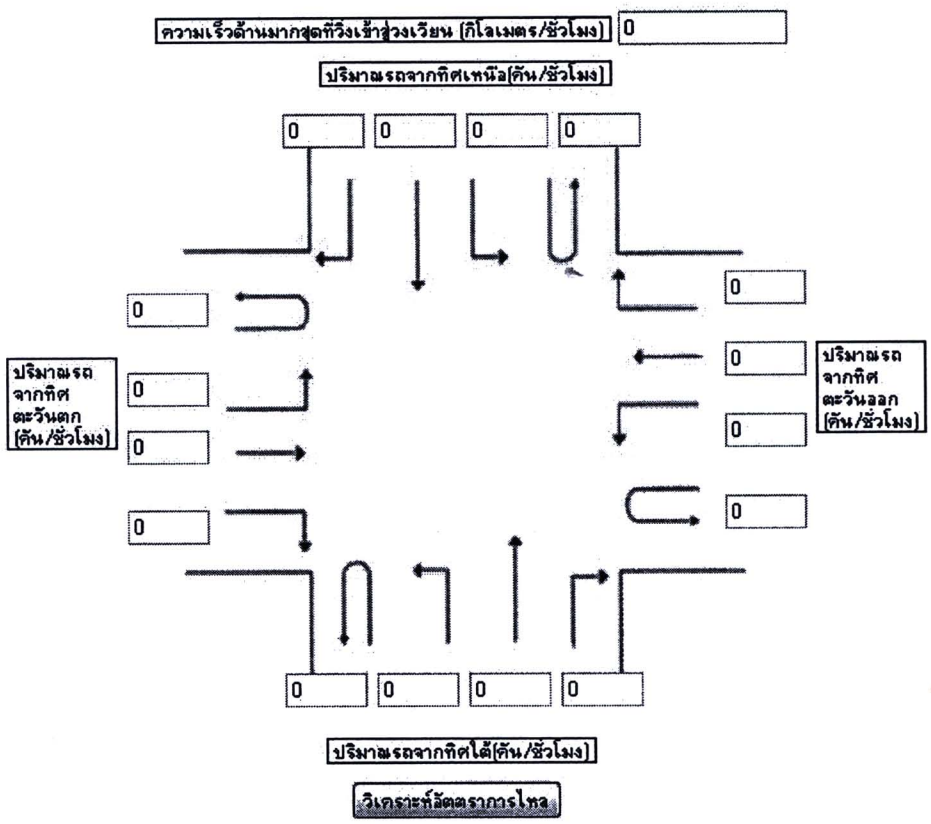
ภาพที่ 5.13ไดอะร็อกการบันทึกผลการวิเคราะห์ไฟล์ .doc

5.2.3 การออกแบบและติดตั้งวงเวียน ขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

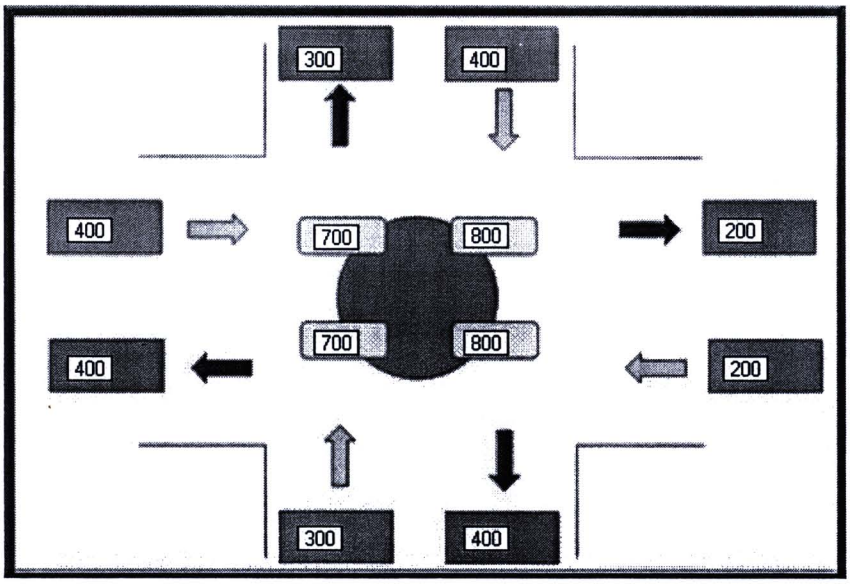
1) การเข้าสู่ไดอะร็อกออกแบบและติดตั้งวงเวียน ไปที่ เมนู การออกแบบติดตั้งวงเวียน เลือก ออกแบบติดตั้งวงเวียน ดังภาพที่ 5.14 โปรแกรมจะเข้าสู่ไดอะร็อกการออกแบบติดตั้งวงเวียน แสดงในลักษณะทิศทางการจราจรวิ่งเข้าสู่วงเวียน ดังแสดงในภาพที่ 5.15 เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางและความเร็วของการจราจรที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกมากที่สุดได้อย่างครบถ้วน หลังจากนั้นกดปุ่ม วิเคราะห์อัตราการไหล โปรแกรมจะทำการคำนวณอัตราการไหลในแต่ละทิศทางที่เข้าสู่วงเวียน ออกจากวงเวียนและอัตราการไหลภายในวงเวียน เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณแล้วโปรแกรมจะแสดงไดอะร็อกอัตราการไหลของรถที่เข้าออกและไหลภายในวงเวียน ดังภาพที่ 5.16 ดังนี้



ภาพที่ 5.14 ไดอะร็อกการเลือกการออกแบบติดตั้งวงเวียน

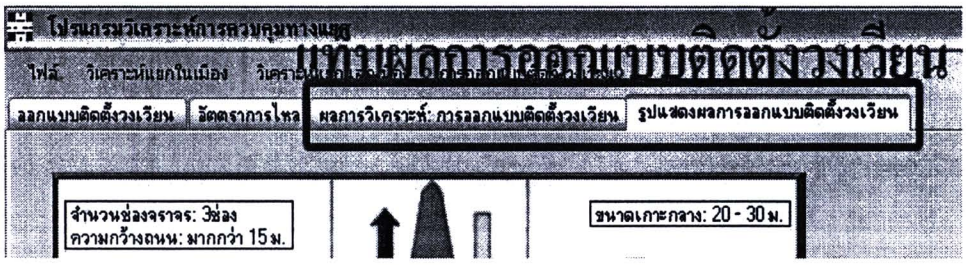


ภาพที่ 5.15 หน้าจอการกรอกข้อมูลการออกแบบติดตั้งวงเวียน 1

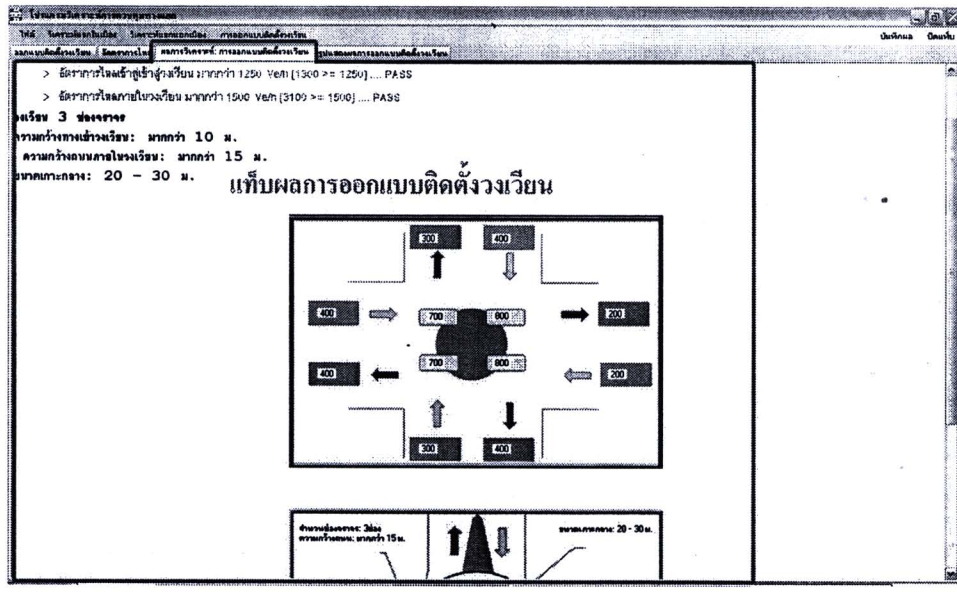


ภาพที่ 5.16 หน้าจอการกรอกข้อมูลการออกแบบติดตั้งวงเวียน 2

2) จากไดอะร็อกแสดงอัตราการไหลของรถในวงเวียน เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม วิเคราะห์การติดตั้งวงเวียน จะแสดงผลการวิเคราะห์ติดตั้งวงเวียน โดยมีแท็บผลการวิเคราะห์ทั้งหมด 2 แท็บ ได้แก่ (1) ผลการวิเคราะห์ การออกแบบติดตั้งวงเวียน และ (2) รูปแสดงผลการออกแบบติดตั้งวงเวียน ดังแสดงตำแหน่งแท็บผลการออกแบบการติดตั้งวงเวียน ดังภาพที่ 5.17 โดยเมื่อทำการกรอกข้อมูลและทำการวิเคราะห์การติดตั้งวงเวียนโดยการกดปุ่มวิเคราะห์ แล้วแท็บผลการวิเคราะห์ จะแสดงการออกแบบติดตั้งวงเวียน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.18 ซึ่งจากไดอะร็อกนี้ผู้ใช้สามารถ บันทึกผลการวิเคราะห์ได้ โดยกดปุ่ม บันทึกผล

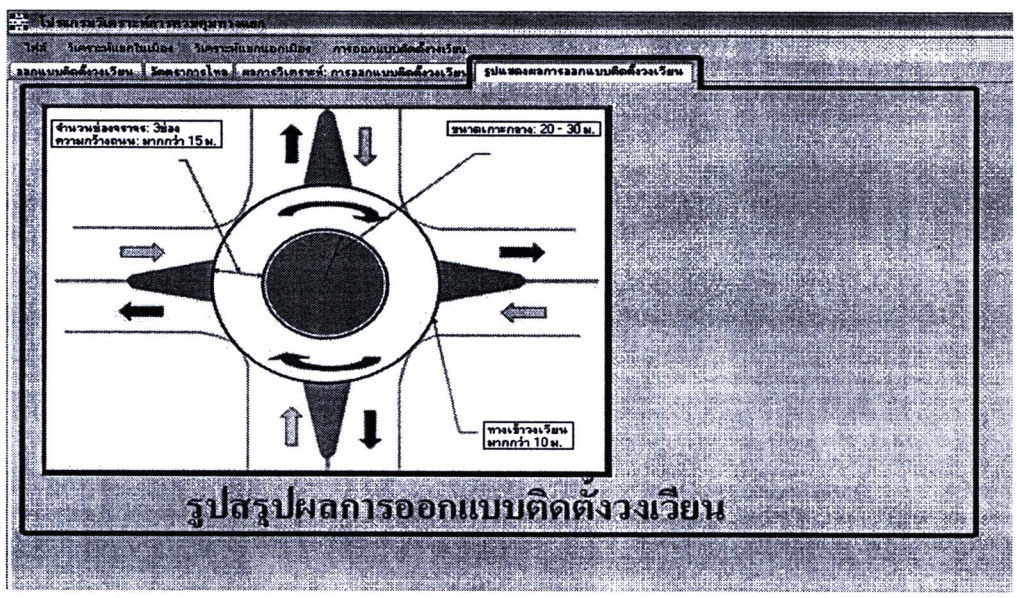


ภาพที่ 5.17 แสดงตำแหน่งแท็บผลการออกแบบการติดตั้งวงเวียน



ภาพที่ 5.18 แสดงตำแหน่งแท็บและผลการวิเคราะห์การออกแบบติดตั้งวงเวียน

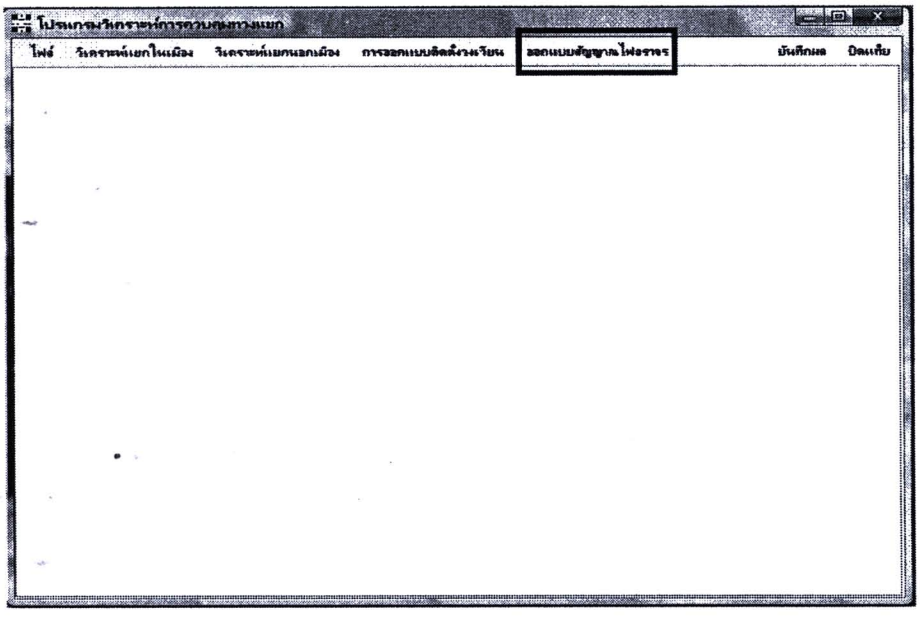
3) เมื่อได้ทำการวิเคราะห์จากโปรแกรมแล้ว ระบบ DSIC จะทำการสรุปผลการวิเคราะห์การแนะนำการติดตั้งวงเวียนในแท็บรูปแสดงผลการออกแบบติดตั้งวงเวียน และได้แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟฟิค โดยสามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 5.19 เป็นการจบการวิเคราะห์ในส่วนของการออกแบบการติดตั้งวงเวียน



ภาพที่ 5.19 แสดงตำแหน่งแท็บและผลการออกแบบติดตั้งวงเวียน

5.2.4 ส่วนการออกแบบรอบเวลาสัญญาณไฟจราจร มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

การเข้าสู่ส่วนของการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โปรแกรมในส่วนนี้อยู่ในเมนู “ออกแบบสัญญาณไฟจราจร” ของโปรแกรมหลัก วิธีการออกแบบจะต่อเนื่องจากการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก หรือ ผู้ออกแบบต้องการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรโดยไม่ต้องคัดเลือกวิธีการควบคุมการจราจรก็สามารถทำได้โดย ไปที่ เมนู การออกแบบสัญญาณไฟจราจร เลือก ออกแบบสัญญาณไฟจราจร ดังภาพที่ 5.20 โปรแกรมจะเข้าสู่ไดอะร็อกการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร หน้าจอโปรแกรมจะแสดงส่วนการกรอกข้อมูลการจราจรที่จำเป็นในการออกแบบขอทางแยกทั้งหมด โดยแบ่งเมนูเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของจำนวนช่องจราจร ปริมาณจราจรที่ทางแยก อัตราการไหลอิ่มตัวที่ทางแยก และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ เมื่อทำการกรอกข้อมูลครบถ้วน ทำการกดที่การออกแบบสัญญาณไฟจราจรซึ่งจะอยู่ในส่วนที่ 3 ของโปรแกรม เมื่อกดแล้วโปรแกรมจะทำการประมวลผลและออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร ประกอบด้วย รอบเวลาทั้งหมดของสัญญาณไฟ จังหวะสัญญาณไฟที่เหมาะสม ช่วงเวลาไฟเขียว ช่วงเวลาสัญญาณไฟเหลือง และช่วงเวลาสัญญาณไฟแดงที่เหมาะสม เมื่อโปรแกรมได้ทำการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรและช่วงเวลาในจังหวะต่างๆ แล้วเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรจึงได้เพิ่มการการประเมินทางแยกโดยเป็นการวิเคราะห์หาระดับการให้บริการหลังการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยโปรแกรมจะรายงานการวิเคราะห์แบบลักษณะข้อความและ กราฟฟิค เพื่อความเข้าใจง่าย โดยการกรอกข้อมูลการจราจรและการออกแบบสามารถอธิบายลักษณะการทำงานของโปรแกรมดังนี้



ภาพที่ 5.20 แสดงตำแหน่งการเลือกเมนูการออกแบบสัญญาณไฟจราจร

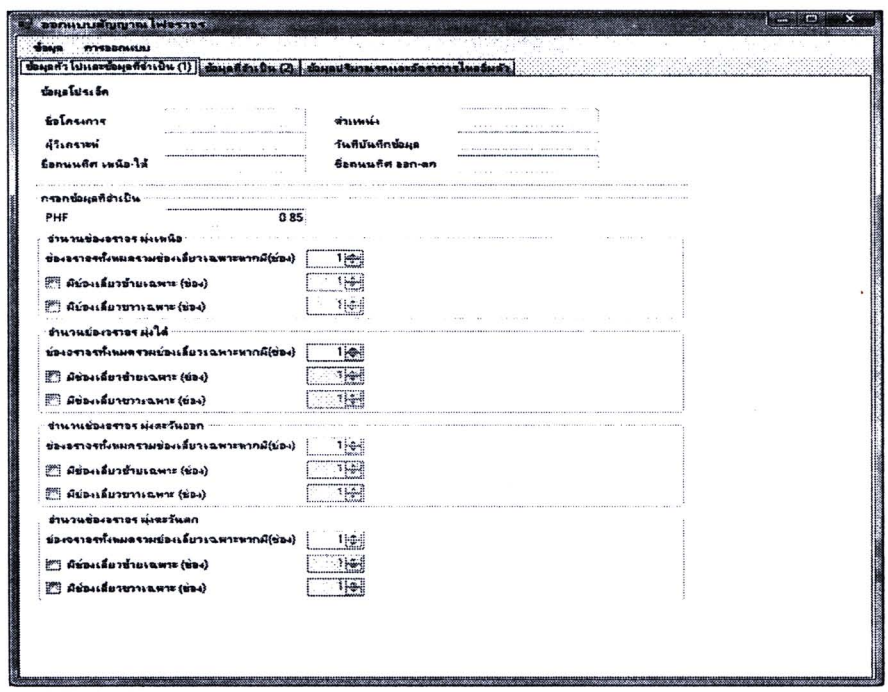
1) กรอกข้อมูลการจราจรที่ทางุแยกให้ครบถ้วน ในแท็บที่ 1, 2 และ 3 เมื่อกรอกข้อมูลครบแล้วจึงกดปุ่ม "ทำการออกแบบ" ใน แท็บที่ 3 ดังภาพที่ 5.21

2) หากมีช่องเลี้ยวขวา/ซ้าย เฉพาะ จะต้องติ๊กเครื่องหมายถูกในช่องนั้น ๆก่อนจึงจะกรอกได้

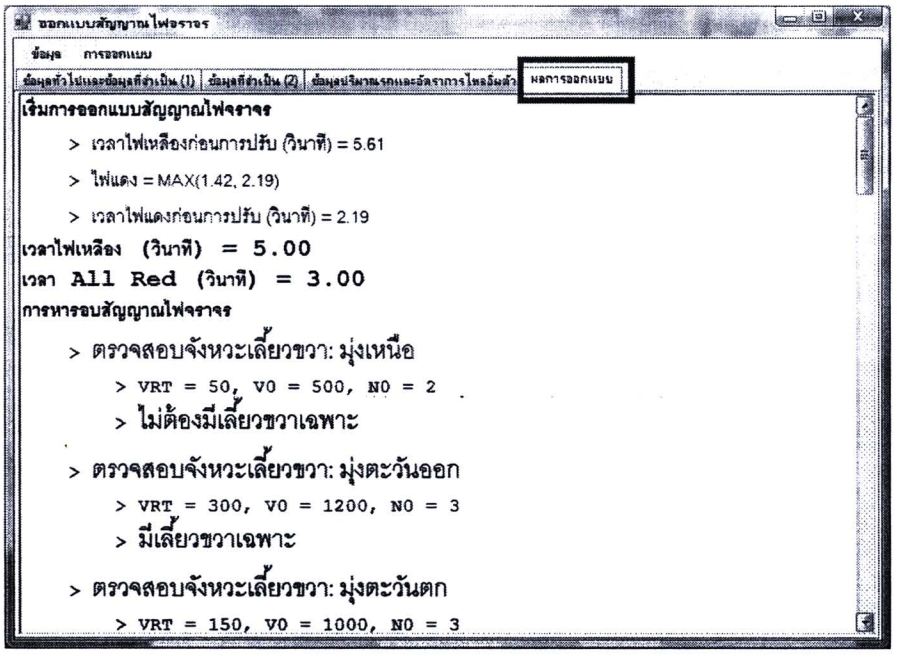
3) หากมีช่องเลี้ยวเฉพาะจะต้องกรอกอัตราการไหลอิ่มตัวของช่องนั้น ๆ ในแท็บที่ 3 ด้วย

4) โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม พร้อมการประเมินทางแยก โดยวิเคราะห์จาก ความล่าช้าเฉลี่ย ความจุ ระดับความอิ่มตัว และระดับการให้บริการของทางแยก เพื่อสนับสนุนการพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและองค์ประกอบทั้งหมดที่ใช้ในการควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยสัญญาณไฟจราจร ในรูปแบบข้อความและกราฟฟิค ดังภาพที่ 5.22 เป็นการนำเสนอแบบข้อความ และ การนำเสนอในรูปกราฟฟิคโดยการเสนอการออกแบบสัญญาณไฟจราจรดังภาพที่ 5.23 และผลการวิเคราะห์การประเมินระดับการให้บริการของทางแยกดัง ภาพที่ 5.24

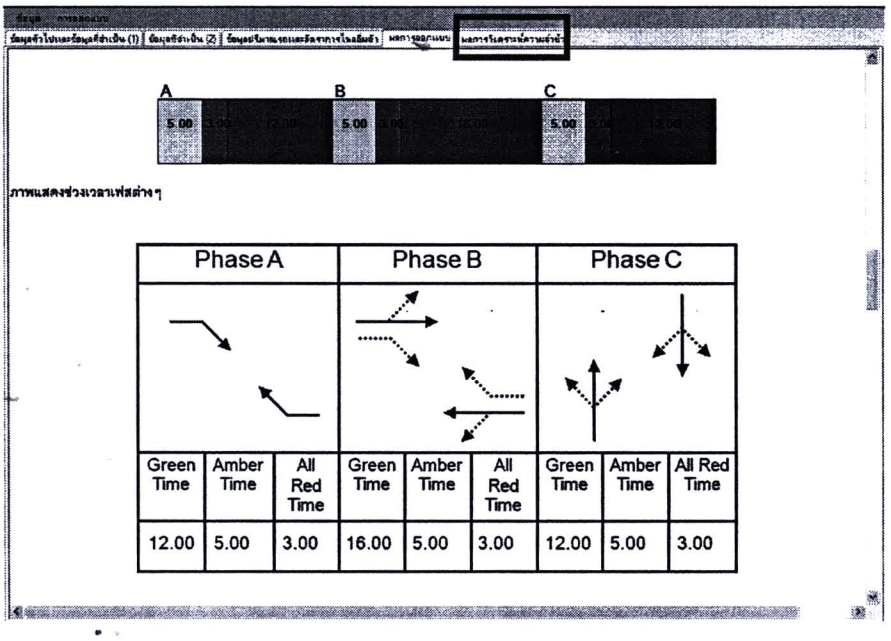
5) หากต้องการบันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การออกแบบหรือบันทึกข้อมูลการจราจรทางแยกสามารถบันทึกข้อมูลในได้ในรูปแบบของ Microsoft Word และทำการปริ้นข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอได้และสมารถเรียกข้อมูลเดิมที่ได้บันทึกในตัวเครื่องมาวิเคราะห์ได้อีกครั้งการบันทึกข้อมูลและการเรียกข้อมูลการวิเคราะห์ได้แสดง ดังภาพที่ 5.25 และ ภาพที่ 5.26



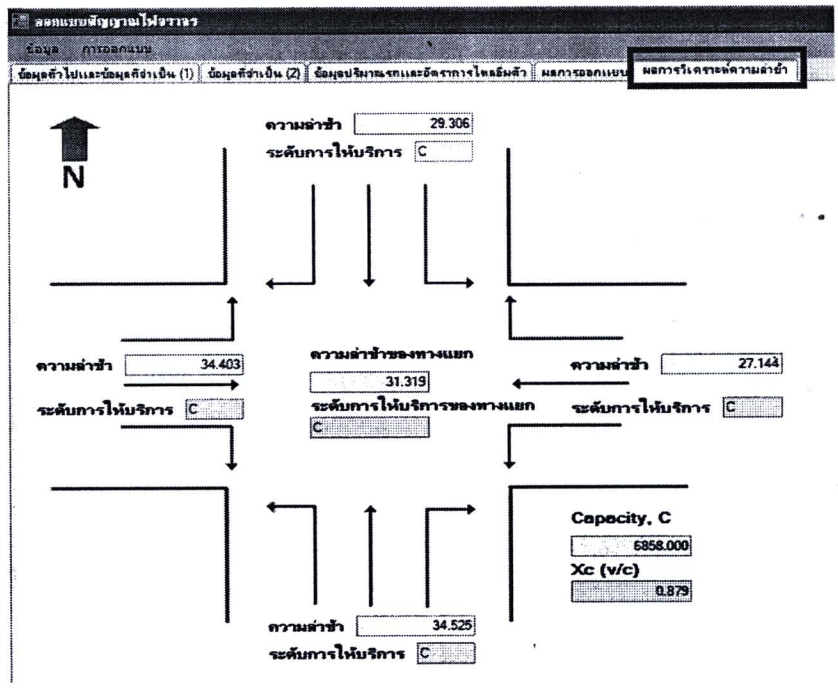
ภาพที่ 5.21 ไดอะร็อกการกรอกข้อมูลที่จำเป็นของทางแยกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์



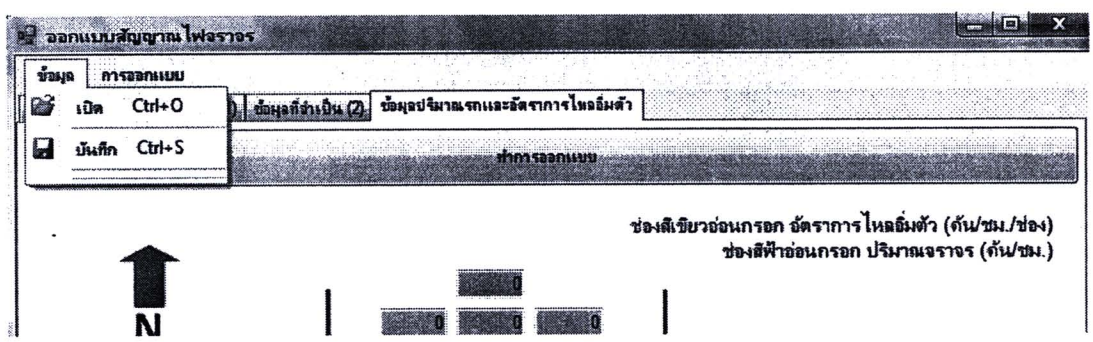
ภาพที่ 5.22 ไดอะร็อกการวิเคราะห์แบบข้อความ



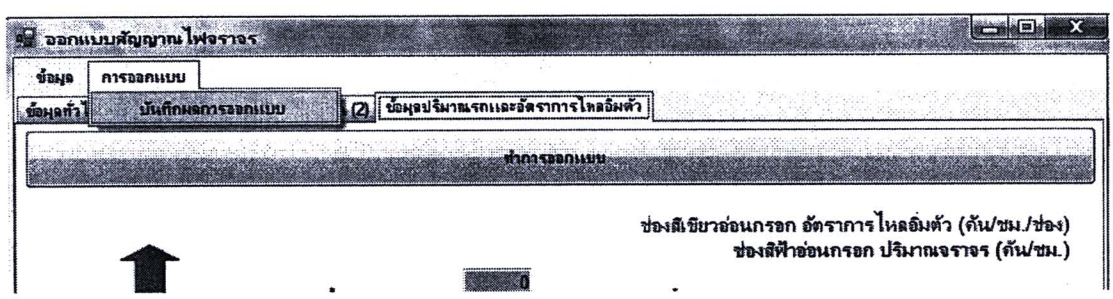
ภาพที่ 5.23ไดอะร็อกการวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจรแบบกราฟฟิค



ภาพที่ 5.24 ไดอะร็อกการประเมินระดับการให้บริการทางแยกแบบกราฟฟิค



ภาพที่ 5.25 ไดอะร็อกการเปิดและบันทึกข้อมูลการจราจร



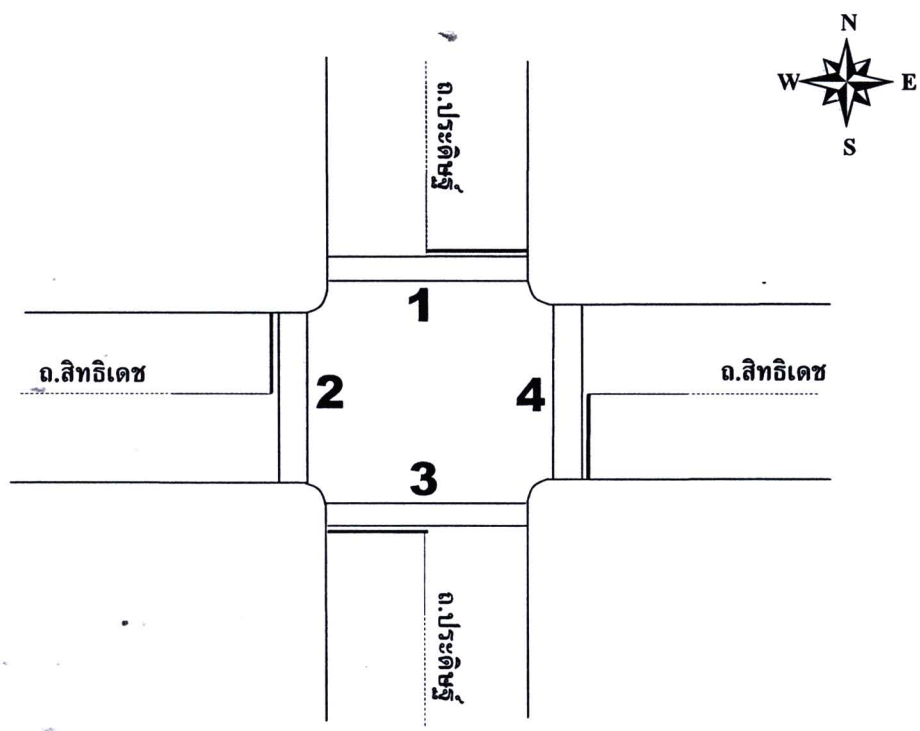
ภาพที่ 5.26 ไดอะร็อกการบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร

5.3 ตัวอย่างการใช้งานระบบ DSIC

เพื่อความเข้าใจลักษณะการทำงานของระบบได้อย่างชัดเจนผู้วิจัยจึงได้แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์การทำงานของระบบ โดยข้อมูลที่นำมาทดสอบนั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คระวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ กรณีที่กำหนดเพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบ DSIC ในสามรูปแบบคือ กรณีการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกอย่างเหมาะสม กรณีการเลือกการควบคุมโดยการใช้วงเวียนและกรณีการเลือกการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร โดยมีรายละเอียดกรณีศึกษาดังต่อไปนี้

5.3.1 กรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกอย่างเหมาะสม

กรณีนี้กำหนดขึ้นเพื่อตรวจสอบความสามารถของระบบ DSIC ในการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสมกับสภาวะของทางแยก รายละเอียดของกรณีศึกษานี้ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของทางแยก ข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยกโดยแสดงในภาพที่ 5.27 และข้อมูลปริมาณจราจร แสดงในตารางที่ 5.1 ข้อมูลทั่วไป ทางแยกในเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนประดิษฐ์ ชนิดถนนสายรอง มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนสิทธิเดช ชนิดถนนสายรอง ความเร็วเฉลี่ยเข้าสู่ทางแยก 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 5.27 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

ทิศมุ่งสู่ทางแยก	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คันต่อชั่วโมง)		
	เลี้ยวซ้าย	ตรง	เลี้ยวขวา
NB (มุ่งเหนือ)	28	173	9
SB (มุ่งใต้)	94	194	54
EB (มุ่งตะวันออก)	97	44	35
WB (มุ่งตะวันตก)	32	16	9

ทำการกรอกข้อมูลการจราจรและลักษณะของทางแยกลงในช่องกรอกข้อมูล โดยการกรอกข้อมูลควรรวบรวมข้อมูลให้มีความครบถ้วนดังโปรแกรมแนะนำจะช่วยให้การวิเคราะห์มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เมื่อทำการกรอกข้อมูลเสร็จแล้วให้ทำการวิเคราะห์โดยเลือกกดไปที่การวิเคราะห์ หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ โดยแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบข้อความและรูปภาพเพื่อบอกถึงวิธีที่ใช้ในการควบคุมการจราจรที่ทางแยก จากข้อมูลที่ได้บันทึกลงไปในโปรแกรม ผลของการวิเคราะห์ระบบ DSIC เสนอให้มีการควบคุมทางแยกโดยการใช้ ป้ายหยุดในสองทิศทาง (TWSC) เนื่องจากมีปริมาณการจราจรเข้าสู่ทางแยกเหมาะสม สามารถแสดงผลในรูปแบบข้อความการวิเคราะห์และรูปประกอบวิธีการควบคุมด้วยป้ายหยุด ดังภาพที่ 5.28 แสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: นายดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: ในเมือง
  > วันที่บันทึก: 09/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ประดิษฐ์
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: สิทธิเดช
> ตรวจสอบความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการ F
  > ประเมินความล่าช้าจาก HCM2000 [0 >= 50] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอก (คัน/วัน) [0 >= 18000] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอกในชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชม.) [552 >= 1800] .... FAIL
  < ความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการไม่ใช่ F
  > มีสถิติอุบัติเหตุมกกว่า 5 ครั้ง ในรอบ 12 เดือน [0 >= 5] .... FAIL

> ตรวจสอบเข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC
  > ปริมาณจราจรทุกทิศทาง มีค่าตั้งแต่ 10,000 Ve/day [0 <= 10000] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทตั้งแต่ 26 Ve/day [176 >= 85] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 200 Ve/day [552 <= 200] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 400 Ve/day [552 <= 400] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 600 Ve/day [552 <= 600] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทมีค่าน้อยกว่า 300 Ve/day [176 <= 300] .... PASS
  < เข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC

ติดตั้ง TWSC ควบคุม

ภาพที่ 5.28 แสดงรูปป้ายหยุดบอกผลการวิเคราะห์วิธีการควบคุม

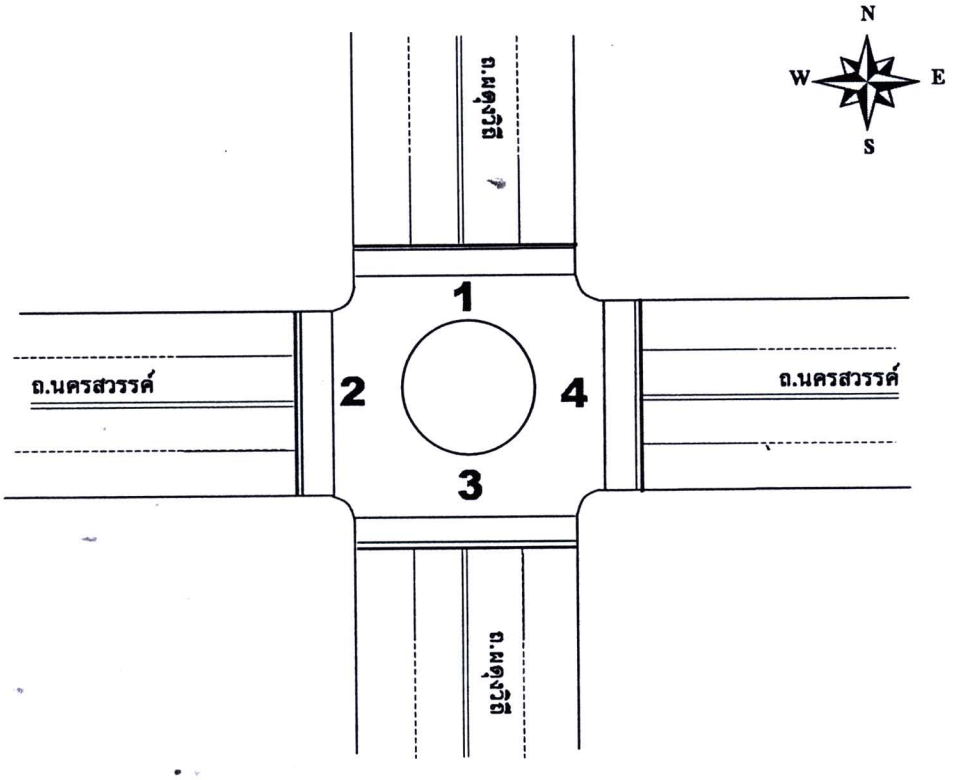
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน (SIRDC) เพื่อขอข้อมูลการสำรวจทางแยกใน โครงการการศึกษาสำรวจข้อมูลด้านการขนส่งและจราจรเพื่อจัดทำแผนแม่บทในเมืองภูมิภาค จังหวัดกาฬสินธุ์ ทั้งหมด 14 แยก โดยรายละเอียดต่าง ๆ ของทางแยกแสดงในภาคผนวก ค ได้มีผลการวิเคราะห์ของระบบ DSIC ถึงความถูกต้องและความเหมาะสมเมื่อเทียบกับการใช้งานจริงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมจากระบบ DSIC เทียบกับการใช้งานจริง

แยกที่	ตำแหน่ง	รายละเอียดของทางแยก						สายทางการวิเคราะห์	แนะนำจากระบบ DSIC	ใช้งานจริง
		ทางเอก	ช่อง	ประเภท	ทางโท	ช่อง	ประเภท			
1	นอกเมือง	ทล. 213	2	หลักเอก	กุดยางสามัคคี	1	หลักโท	12	ขีดสีตีเส้นป้ายแนะนำ	ขีดสีตีเส้นป้ายแนะนำ
2	นอกเมือง	ทล. 214	3	หลักเอก	ทล. 213	2	หลักเอก	11	วงเวียน	สัญญาณไฟ
3	นอกเมือง	ทล. 213	2	หลักเอก	ทุ่งศรีเมือง	2	หลักโท	12	วงเวียน	สัญญาณไฟ
4	นอกเมือง	ทล. 213 ไป อ.สมเด็จ	2	หลักเอก	ทล. 213 ตอนเลี่ยงเมือง	2	หลักเอก	11	ขีดสีตีเส้นป้ายแนะนำ	ขีดสีตีเส้นป้ายแนะนำ
5	ในเมือง	ประดิษฐ์	1	สายรอง	สิทธิเดช-กมลชัยพัฒนา	1	สายรอง	8	TWSC	ขีดสีตีเส้นป้ายแนะนำ
6	ในเมือง	อรรถเปศล	2	หลักโท	สุรินทร์	1	สายรอง	6	สัญญาณไฟ	ขีดสีตีเส้นป้ายแนะนำ
7	ในเมือง	ถีนานนท์-อรรถเปศล	2	หลักโท	ทุ่งศรีเมือง	2	หลักโท	5	สัญญาณไฟ	สัญญาณไฟ
8	ในเมือง	ถีนานนท์	2	หลักโท	ธนะผล	2	หลักโท	5	สัญญาณไฟ	สัญญาณไฟ
9	ในเมือง	ทล.227	2	หลักเอก	อนรรฆนาค	2	สายรอง	3	สัญญาณไฟ	สัญญาณไฟ
10	ในเมือง	ชัยสุนทร	2	หลักโท	ธนะผล	2	หลักโท	5	สัญญาณไฟ	สัญญาณไฟ
11	ในเมือง	ธนะผล	2	หลักโท	1155	1	สายรอง	6	TWSC	สัญญาณไฟ
12	ในเมือง	ชัยสุนทร	2	หลักโท	เทศบาล 23	2	สายรอง	6	สัญญาณไฟ	สัญญาณไฟ
13	ในเมือง	พรรณา	2	หลักโท	โสมพะมิตร	1	สายรอง	6	TWSC	สัญญาณไฟ
14	ในเมือง	พรรณา	2	หลักโท	ชัยสุนทร	1	สายรอง	6	สัญญาณไฟ	สัญญาณไฟ

5.3.2 กรณีการเลือกการควบคุมโดยการใช้วงเวียน

สำหรับทางแยกที่เหมาะสมในการควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยการติดตั้งวงเวียน โปรแกรมจะนำเข้าสู่การแนะนำการออกแบบการติดตั้งวงเวียนเพื่อควบคุมทางแยกหรือผู้วิเคราะห์ต้องการเลือกออกแบบการติดตั้งวงเวียนโดยตรง สามารถเลือกเข้าการออกแบบการติดตั้งวงเวียนได้โดยตรงโดยไม่ต้องวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก รายละเอียดของกรณีศึกษานี้ ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ง ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของทางแยก ข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยกโดยแสดงในภาพที่ 5.29 และข้อมูลปริมาณจราจร แสดงในตารางที่ 5.3 ข้อมูลทั่วไป ทางแยกในเมือง จังหวัดมหาสารคาม มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนผดุงวิถี ชนิดถนนหลักโท มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนนครสวรรค์ ชนิดถนนหลักโท ความเร็วด้านมากสุดมุ่งเข้าสู่ทางแยก 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยทางแยกดังกล่าวมีการติดตั้งวงเวียนเพื่อควบคุมการจราจรที่ทางแยกอยู่แล้ว เป็นวงเวียน 2 ช่องจราจรขนาดใหญ่ ความกว้างทางเข้าวงเวียน 10 เมตร ความกว้างถนนภายในวงเวียน 17.5 เมตร และ ขนาดเกาะกลางเส้นผ่านศูนย์กลางรัศมี 22 เมตร

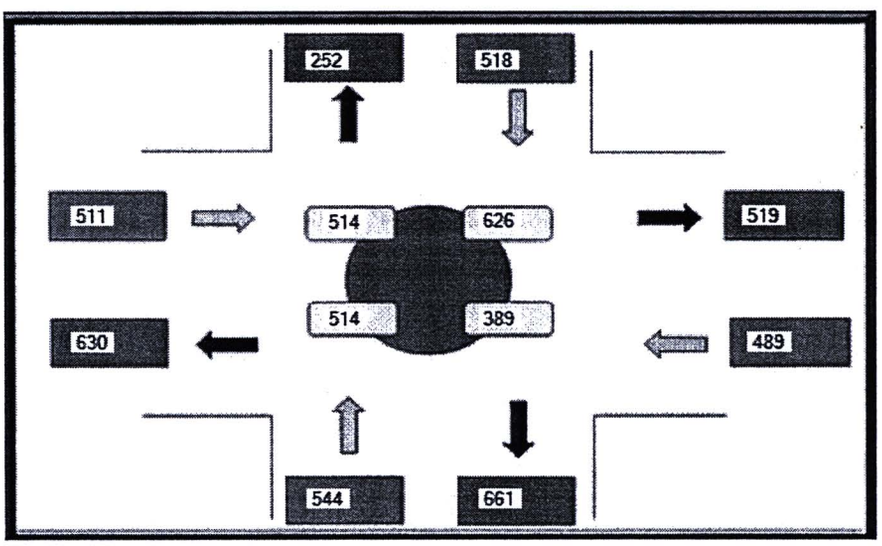


ภาพที่ 5.29 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีศึกษาการเลือกการควบคุมโดยการใช้วงเวียน

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการออกแบบการติดตั้งวงเวียน

ทิศมุ่งสู่ทางแยก	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คันต่อชั่วโมง)		
	เลี้ยวซ้าย	ตรง	เลี้ยวขวา
NB (มุ่งเหนือ)	213	161	170
SB (มุ่งใต้)	146	294	78
EB (มุ่งตะวันออก)	15	203	293
WB (มุ่งตะวันตก)	74	339	76

ทำการกรอกข้อมูลการจราจรและลักษณะของทางแยกลงในช่องกรอกข้อมูล โดยข้อมูลประกอบไปด้วย ความเร็วมากสุดที่เข้าสู่ทางแยก ปริมาณจราจรต่อชั่วโมง ตามทิศทางการเคลื่อนที่เข้าสู่ทางแยกเมื่อทำการกรอกข้อมูลเสร็จแล้วให้ทำการวิเคราะห์โดยเลือกกดไปที่การวิเคราะห์อัตราการไหลภายในวงเวียนและอัตราการไหลเข้าออกแต่ละทิศทางของวงเวียน โปรแกรมจะทำการคำนวณนำแสดงผลเป็นกราฟิกดังภาพที่ 5.30 และทำการเลือกการเลือกวิเคราะห์การติดตั้งวงเวียน หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ โดยแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบข้อความและรูปภาพเพื่อบอกขนาดส่วนประกอบของทางวงเวียนที่เหมาะสม จากข้อมูลที่ได้บันทึกลงไปในโปรแกรม ผลของการวิเคราะห์ระบบ DSIC แนะนำการติดตั้งวงเวียนมีส่วนประกอบของวงเวียนคือ วงเวียน 3 ช่องจราจร ความกว้างทางเข้าวงเวียนมากกว่า 10 เมตร ความกว้างถนนภายในวงเวียน มากกว่า 15 เมตรและขนาดเกาะกลาง 20 – 30 เมตร โดยระบบอธิบายการวิเคราะห์และแสดงภาพผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 5.31 ดังนี้



ภาพที่ 5.30 ปริมาณการไหลเข้าออกและอัตราการไหลภายในวงเวียน

> ทดสอบการออกแบบและติดตั้งวงเวียน

> อัตราการไหลเข้าสู่เข้าสู่วงเวียน มากกว่า 2000 Ve/h [2062 >= 2000] .... PASS

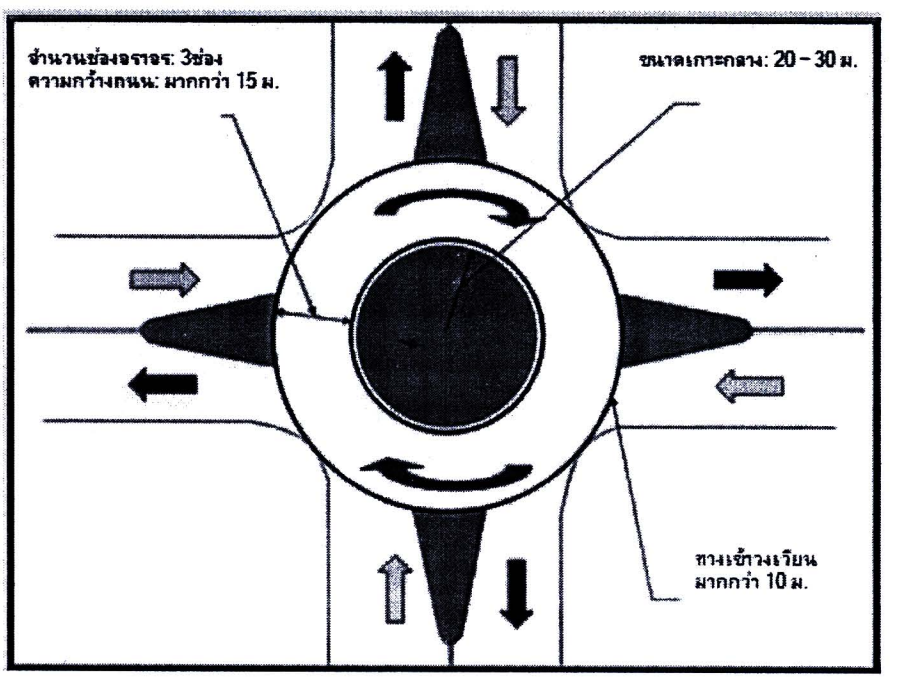
> อัตราการไหลภายในวงเวียน มากกว่า 250 Ve/h [1893 >= 250] .... PASS

วงเวียน 3 ช่องจราจร

ความกว้างทางเข้าวงเวียน: มากกว่า 10 ม.

ความกว้างถนนภายในวงเวียน: มากกว่า 15 ม.

ขนาดเกาะกลาง: 20 – 30 ม.



ภาพที่ 5.31 ภาพการวิเคราะห์การแนะนำการติดตั้งวงเวียนจากกรณีศึกษา

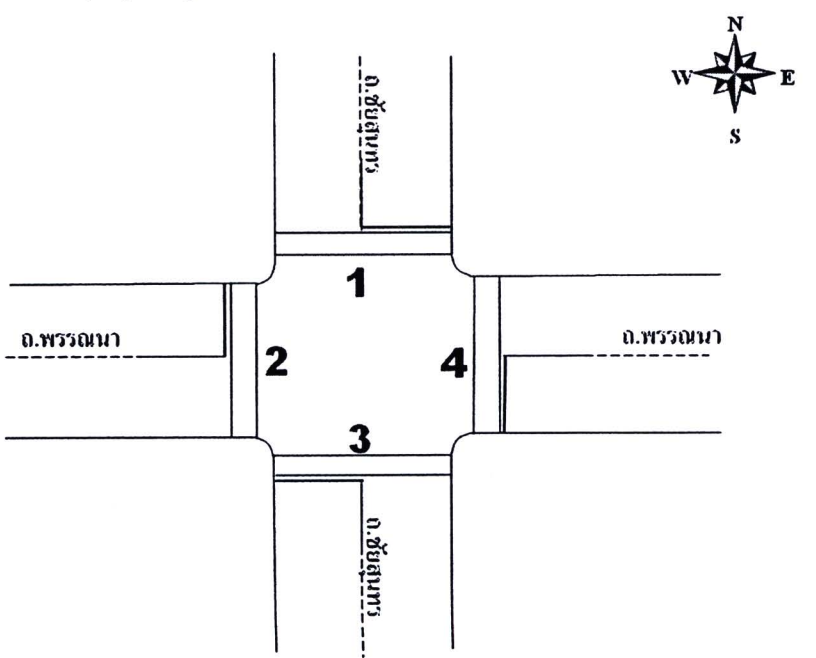
เมื่อทำการวิเคราะห์การแนะนำการติดตั้งวงเวียนของระบบ DSIC และข้อมูลจากการใช้งานจริงเปรียบเทียบผลได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การแนะนำการติดตั้งวงเวียนของระบบ DSIC และการใช้งานจริง

ส่วนประกอบวงเวียน	แนะนำโดย DSIC	ใช้งานจริง
จำนวนช่องจราจรภายใน	3 ช่อง	2 ช่อง
ความกว้างทางเข้าวงเวียน	มากกว่า 10 เมตร	10 เมตร
ความกว้างถนนภายในวงเวียน	มากกว่า 15 เมตร	17.5 เมตร
ขนาดรัศมีเกาะกลาง	20-30 เมตร	22 เมตร

5.3.2 กรณีการเลือกการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร

สำหรับทางแยกที่เหมาะสมในการควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยการสัญญาณไฟจราจร โปรแกรมจะนำเข้าสู่การแนะนำการออกแบบการวิเคราะห์หารอบเวลาสัญญาณไฟจราจรและจังหวะช่วงเวลาต่างๆ ที่เหมาะสม เพื่อควบคุมการจราจร รายละเอียดของกรณีศึกษานี้ดูรายละเอียดข้อมูลการจราจรของทางแยกได้ในภาคผนวก ค จุดที่ 14 ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของทางแยก ข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยกโดยแสดงในภาพที่ 5.32 และข้อมูลปริมาณจราจร แสดงในตารางที่ 5.5 ข้อมูลทั่วไป ทางแยกในเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนชัยสุนทร ชนิดถนนหลักโท มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนพรรณนา ชนิดถนนหลักโท ความเร็วด้านมากสุดมุ่งเข้าสู่ทางแยก 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



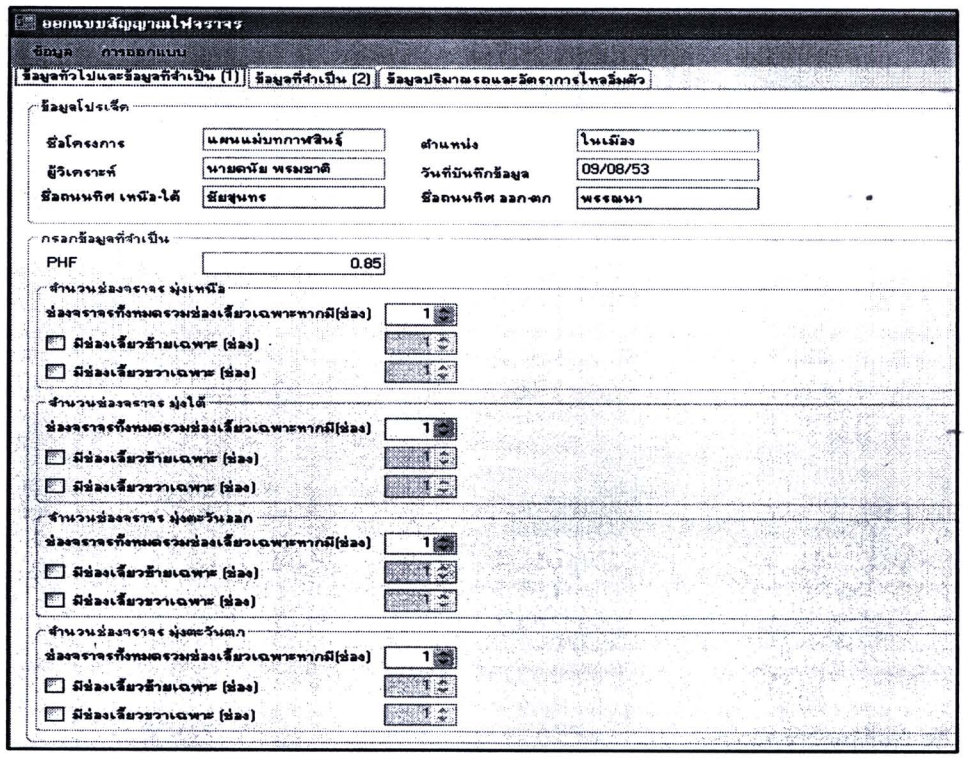
ภาพที่ 5.32 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีศึกษาการเลือกการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

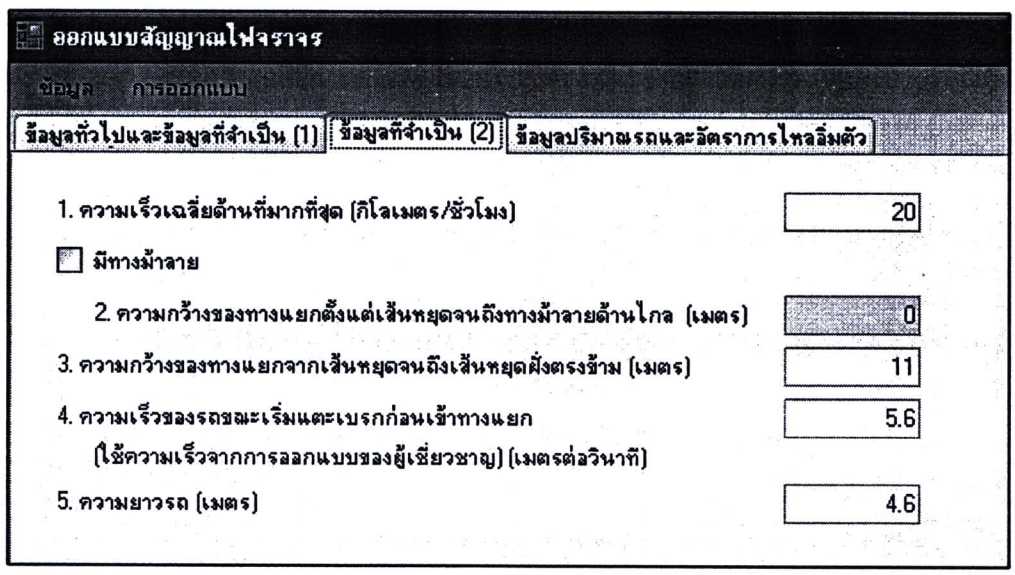
ทิศมุ่งสู่ทางแยก	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (คันต่อชั่วโมง)		
	เลี้ยวซ้าย	ตรง	เลี้ยวขวา
NB (มุ่งเหนือ)	39	307	148
SB (มุ่งใต้)	103	290	59
EB (มุ่งตะวันออก)	105	421	72
WB (มุ่งตะวันตก)	186	146	43

ผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรมแล้วผู้ใช้สามารถเลือกที่จะออกแบบรอบสัญญาณไฟทันทีโดยไม่วิเคราะห์การเลือกการควบคุมการจราจรหรือทำการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่เหมาะสมก่อนเพื่อวิเคราะห์ว่าทางแยกดังกล่าวเหมาะสมกับการติดตั้งระบบควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ หากทางแยกมีความเหมาะสมโปรแกรมจะเชื่อมต่อเข้าสู่การวิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจรต่อไป

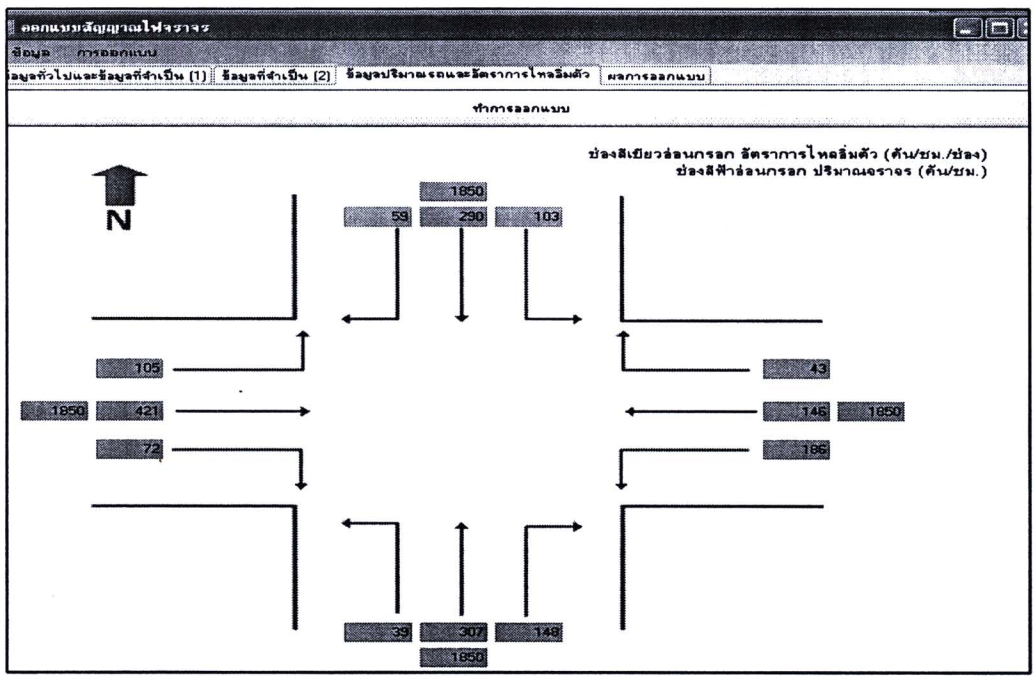
เมื่อเข้าสู่หน้าการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรแล้วผู้วิเคราะห์ทำการกรอกข้อมูลการจราจร และลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกโดยโปรแกรมจะอธิบายข้อมูลที่จำเป็นในการบันทึกลงในโปรแกรมโดยผู้วิเคราะห์ต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนตามที่ระบบได้แนะนำ ส่วนประกอบที่กรอกข้อมูล ทางเรขาคณิตของทางแยก กำหนดการใช้ค่า Peak Hour Factor (PHF) เท่ากับ 0.85 ไม่มีทางม้าลาย ไม่มีช่องการเลี้ยวซ้ายและช่องเลี้ยวขวาเฉพาะ ความกว้างของทางแยกจากเส้นหยุดจนถึงเส้นหยุดฝั่งตรงข้ามด้านยาวที่สุดมีระยะ 11 เมตร ความเร็วก่อนแตะเบรก 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แล้วทำการกรอกข้อมูลในช่องข้อมูลที่จำเป็นดังภาพที่ 5.33 และ ภาพที่ 5.34 และ กรอกปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน อัตราการไหลอิ่มตัวเพื่อที่ใช้ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร ดังภาพที่ 5.35 โดยกรอกข้อมูลในช่องว่างที่โปรแกรมแนะนำตามข้อความให้ถูกต้องและควรสังเกตหน่วยในการกรอกข้อมูลเพื่อป้องกันการผิดพลาด



ภาพที่ 5.33 แสดงการกรอกข้อมูลโครงการ ค่า PHF และลักษณะทางกายภาพของทางแยก



ภาพที่ 5.34 แสดงการกรอกข้อมูลลักษณะความเร็วของการจราจรและความกว้างของทางแยก



ภาพที่ 5.35 แสดงการกรอกข้อมูลปริมาณจราจรและอัตราการไหลอิ่มตัว

จากการประเมินข้อมูลการจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยก โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ออกแบบรอบสัญญาณไฟในแต่ละจังหวะโดย เวลาไฟเหลืองออกแบบระยะเวลาเพื่อไม่ประสบปัญหาเขตหนีเสือปะจระเข้ ได้ระยะเวลา 5 วินาที จังหวะเวลาไฟแดงทุกทิศทาง 4.68 วินาที และรอบเวลาสัญญาณไฟทั้งหมด 80 วินาที และมีจังหวะสัญญาณไฟจราจร 2 จังหวะ จากการวิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจรของทางแยก ระบบ DSIC สามารถแสดงการออกแบบในรูปแบบข้อความและแถบแสดงช่วงเวลาเฟสต่าง ๆ ในภาพที่ 5.36 และ แสดงจังหวะในรูปแบบภาพประกอบจากภาพที่ 5.37 สามารถแสดงผลได้ดังนี้

เริ่มการออกแบบสัญญาณไฟจราจร

- เวลาไฟเหลืองก่อนการปรับ (วินาที) = 5.22
- ไฟแดง = 4.68
- เวลาไฟแดงก่อนการปรับ (วินาที) = 4.68

เวลาไฟเหลือง (วินาที) = 5.00

เวลา All Red (วินาที) = 4.68

การหารอบสัญญาณไฟจราจร

- ตรวจสอบจังหวะเลี้ยวขวา: มุ่งเหนือ
  - VRT = 148, V0 = 307, N0 = 1
  - ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ

> ตรวจสอบจังหวะเลี้ยวขวา: มุ่งตะวันออก
>> VRT = 72, V0 = 421, N0 = 1
>> ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ
> ตรวจสอบจังหวะเลี้ยวขวา: มุ่งตะวันตก
>> VRT = 43, V0 = 146, N0 = 1
>> ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ
> ตรวจสอบจังหวะเลี้ยวขวา: มุ่งใต้
>> VRT = 59, V0 = 290, N0 = 1
>> ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ

แนว N-S ไม่ต้องมีจังหวะเลี้ยวขวาเฉพาะ
แนว E-W ไม่ต้องมีจังหวะเลี้ยวขวาเฉพาะ
เลือกจังหวะสัญญาไฟจราจรเป็น 2 เฟส
หาอัตรา v/s วิกฤต

> หาค่า V/S วิกฤตของ V/S เฟส 1
>> มุ่งตะวันออก
>> V/S ช่องซ้าย+กลาง+ขวา = 0.381
>> V/S = 0.381
>> มุ่งตะวันตก
>> V/S ช่องซ้าย+กลาง+ขวา = 0.238
>> V/S = 0.238

V/S วิกฤต = 0.381

> หาค่า V/S วิกฤตของ V/S เฟส 2
>> มุ่งเหนือ
>> V/S ช่องซ้าย+กลาง+ขวา = 0.314
>> V/S = 0.314
>> มุ่งใต้
>> V/S ช่องซ้าย+กลาง+ขวา = 0.288
>> V/S = 0.288
>> V/S วิกฤต = 0.314

V/S วิกฤตรวม = 0.695
หาเวลาสูญเสียทั้งหมด (L)
เวลาสูญเสียทั้งหมด (L) = 11.68
หาความยาวรอบสัญญาณไฟ

> Xc = 0.90

ความยาวรอบสัญญาณไฟ = 51.18

ความยาวรอบสัญญาณไฟ (หลังปัดรอบ 5 วินาที และกำหนดขั้นต่ำ 30 วินาที) = 55.00

หาเวลาไฟเขียวประสิทธิผลทั้งหมด

เวลาไฟเขียวประสิทธิผลทั้งหมด = 43.32

หาเวลาไฟเขียวจริงในแต่ละเฟส

- (0.381 * 43.32)/0.695
- เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในเฟสที่ 1 = 23.73

เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในเฟสที่ 1 (หลังปัดเต็มวินาที) = 24.00

- เวลาไฟเขียวจริงในเฟสที่ 1 = 22.50

เวลาไฟเขียวจริงในเฟสที่ 1 (หลังปัดเต็มวินาที) = 23.00

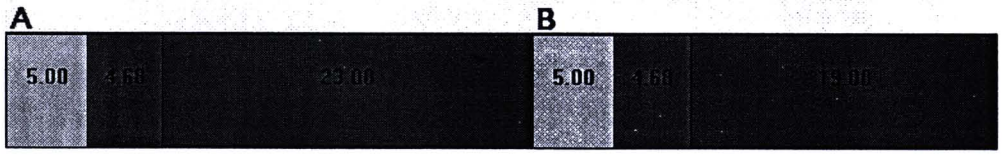
- (0.314 * 43.32)/0.695
- เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในเฟสที่ 2 = 19.59

เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในเฟสที่ 2 (หลังปัดเต็มวินาที) = 20.00

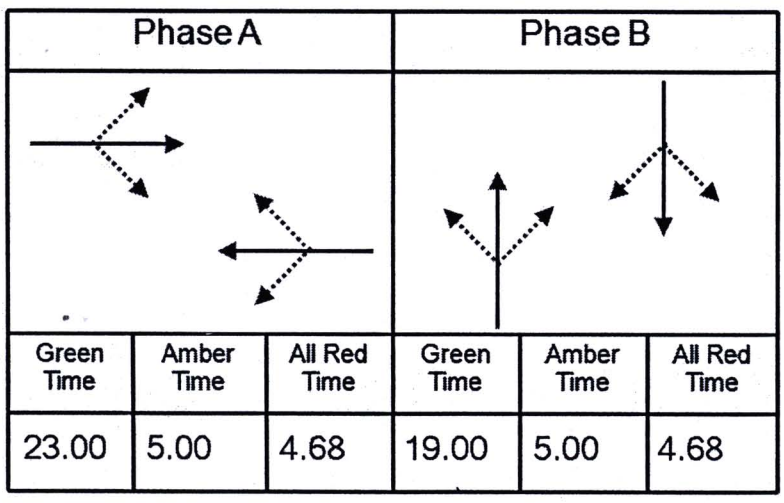
- เวลาไฟเขียวจริงในเฟสที่ 2 = 18.50

เวลาไฟเขียวจริงในเฟสที่ 2 (หลังปัดเต็มวินาที) = 19.00

- ภาพแสดงช่วงเวลาเฟสต่าง ๆ ในรูปแถบเวลา



ภาพที่ 5.36 แถบช่วงเวลาเฟสต่าง ๆ ในรูปแถบเวลา



ภาพที่ 5.37 ภาพประกอบจังหวะสัญญาณไฟจราจร

5.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในการทำงานของระบบ DSIC

จากการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจเลือกวิธีควบคุมการจราจรสำหรับทางแยกเมื่อผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมแล้ว ได้ขอความร่วมมือจากคณะวิศวกรผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์การควบคุมการจราจรที่ทางแยกจากกรมการสร้างทางจังหวัดขอนแก่นนำระบบดังกล่าวทดลองและใช้ในการวิเคราะห์เพื่อใช้วิเคราะห์การทำงานจริงเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยทำการประเมินประสิทธิภาพใน 3 ส่วน คือ ประเมินความถูกต้องของการแนะนำในส่วนต่าง ๆของระบบ ประเมินความเหมาะสมในการใช้งานของระบบ และ ประเมินความสามารถของระบบ มีผลการวิเคราะห์จากการทดลองและจากผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

5.4.1 ประเมินความถูกต้องของการแนะนำในส่วนต่าง ๆ ของระบบ

ความถูกต้องในการแนะนำการควบคุมการจราจรที่ทางแยกของระบบ DSIC แบ่งการตรวจสอบออกเป็น 3 กรณีคือ ความสามารถในการแนะนำการควบคุมการจราจร การแนะนำการติดตั้งวงเวียนและการออกแบบรอบสัญญาณไฟ การตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณของระบบ DSIC ทำได้โดยนำผลการออกแบบที่ได้จากระบบ มาเปรียบเทียบผลการคำนวณด้วยมือของผู้วิจัยและเปรียบเทียบกับแยกที่ได้มีการวิเคราะห์ติดตั้งการควบคุมด้วยสัญญาณจราจรอยู่แล้ว ซึ่งมีรายละเอียดของการตรวจสอบดังนี้

1) ความสามารถในการแนะนำการควบคุมการจราจร จากการประเมินทางแยกผู้วิจัยได้ทำการ ประเมินจากทางแยกจากผลการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมจากระบบ DSIC เทียบกับการใช้งานจริงใน ตารางที่ 5.6 ทราบว่า การเลือกการควบคุมในการใช้งานกับการเลือกการควบคุมโดยระบบ DSIC มีความแตกต่างกันในบางกรณี จากจุดที่ 2 ทางแยกนอกเมือง ทางหลวง 214 ตัดกับทางหลวง 213 และ จุดที่ 3 ทางแยกนอกเมือง ทางหลวง 213 ตัดกับถนนทุ่งศรีเมือง จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย ทราบว่า การเลือกการควบคุมถนนแยกนอกเมืองของสายหลักเอกตัดสายหลักเอก และถนนแยกนอกเมืองของถนนสายหลักเอกตัดกับสายหลักโท อ้างจากการเลือกประเภทของการควบคุมการจราจรที่ทางแยกของ Underwood ใน ตารางที่ 3.1 การควบคุมทางแยกดังกล่าวไม่เหมาะกับการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เนื่องจากปกติถนนสายหลักนอกเมืองใช้ความเร็วสูงและมีปริมาณไม่หนาแน่นนัก ดังนั้น การเลือกการควบคุมโดยการใช้วงเวียนนั้นมีความเหมาะสมมากกว่าการ เพื่อลดความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากการใช้สัญญาณไฟจราจร ลดความเร็วของผู้ขับขี่เมื่อผ่านบริเวณทางแยก และลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้บำรุงรักษาสัญญาณไฟจราจร สำหรับ จุดที่ 6 ทางแยกอรรถเปศล ตัดกับถนนสุรินทร์ ควรมีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เนื่องจากมีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกสูงโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วนมีปริมาณจราจรในทางแยกเข้ามาตรฐานการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรของ MUTCD มีทางเอก 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง ปริมาณจราจรทางเอกสองทิศทาง 1921 คันต่อชั่วโมง และปริมาณจราจรทางโททิศทางมาก 532 คันต่อชั่วโมงจากเกณฑ์ผลการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร คือ ทิศทางเอกสองทิศทางมากกว่า 1700 คันต่อชั่วโมง ทิศทางโทด้านมากควรมากกว่า 100 คันต่อชั่วโมง

ซึ่งผ่านเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและจุดที่ 11 ถนนธนะผล ตัดกับถนน 1155 ในชั่วโมงเร่งด่วนทางเอกรวมสองทิศทางได้ 547 คันต่อชั่วโมง และจุดที่ 13 ถนนพรรณนาตัดกับถนนโสมพะมิตร ในชั่วโมงเร่งด่วนทางเอกรวมสองทิศทางได้ 530 คันต่อชั่วโมง โดยการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ MUTCD ขั้นต่ำปริมาณจราจรทิศทางเอกสองทิศทางควรมีมากกว่า 600 คันต่อชั่วโมง แต่จากปริมาณจราจรทิศทางโทมากกว่า 26 คันต่อชั่วโมง ดังนั้นจึงวิเคราะห์การติดตั้งการควบคุมโดย TWSC (ป้ายหยุดสองทิศทาง) อ้างจาก การเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยกจากความสัมพันธ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ภาพที่ 2.2 เกณฑ์การติดตั้ง TWSC ของ HCM 2000 และปริมาณจราจรเข้าเกณฑ์การติดตั้ง TWSC ดังนั้นระบบ DSIC แนะนำให้มีการติดตั้ง TWSC แทนการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกดังกล่าว ซึ่งจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทราบว่าการวิเคราะห์ของระบบ DSIC มีความแตกต่างกับการเลือกของกรมทางอยู่บางส่วน เช่น การตรวจสอบจากทางแยกโดยตรง พื้นที่การจัดการทางแยก เป็นต้น ซึ่งทางระบบ DSIC จะวิเคราะห์ผลจากสภาพการจราจรจากข้อมูลเป็นหลัก

2) การแนะนำการติดตั้งวงเวียน สำหรับทางแยกที่เลือกการติดตั้งวงเวียนเพื่อควบคุมอัตราการไหลกระแสจราจรมีระบบ DSIC สามารถแนะนำส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นในการออกแบบวงเวียนได้อย่างความเหมาะสม จากตัวอย่างการออกแบบทางแยกในเมือง จังหวัดมหาสารคาม มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนผดุงวิถี ชนิดถนนหลักโท มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนนครสวรรค์ เป็นทางแยกที่มีขนาดใหญ่ อยู่ในเขตเมืองและมีปริมาณจราจรคับคั่ง เนื่องจากทางแยกดังกล่าวมีความเหมาะสมในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรหากทำการสำรวจในด้านปริมาณจราจร แต่เนื่องจากทางจังหวัดต้องการจัดให้เป็นทางแยกหอนาฬิกาโดยจำเป็นต้องติดตั้งวงเวียน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบของวงเวียนที่เหมาะสม และ ระบบ DSIC สามารถแนะนำส่วนประกอบของวงเวียนประกอบด้วย ความกว้างทางเข้าวงเวียน ความกว้างถนนภายในวงเวียน และขนาดเกาะกลางวงเวียนได้อย่างเหมาะสม มีเพียงจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียนเท่านั้นที่มีการแนะนำ เป็น 3 ช่องแต่ใช้งานจริงเพียง 2 ช่องจราจร แต่เมื่อสังเกตที่ความกว้างของช่องจราจรภายในวงเวียนแล้ว จากการแนะนำระบบให้ความกว้าง มากกว่า 15 เมตร และใช้งานจริง กว้างถึง 17.5 เมตร ดังนั้นถือว่าช่องจราจรมีความกว้างพอสมควรจึงถึงว่าใช้ได้เช่นเดียวกัน

3) การออกแบบรอบสัญญาณไฟ จากตัวอย่างการใช้งานระบบ DSIC ในหัวข้อ 5.3.2 ผู้วิจัยได้นำผลการออกแบบสัญญาณไฟจราจรจากระบบ DSIC มาเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือ (ดูภาคผนวก จ ประกอบ) วิธีการเปรียบเทียบผลการออกแบบทำโดยเปรียบเทียบผลการคำนวณของวิธีการออกแบบสัญญาณไฟจราจรในแต่ละจังหวะ ได้แก่ ช่วงเวลาไฟเขียว ช่วงเวลาไฟเหลือง ช่วงเวลาไฟแดง และรอบสัญญาณไฟจราจร นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกในดัชนีอื่น ๆ ได้แก่ ความล่าช้าเฉลี่ย ความจุ ระดับความอิ่มตัว และระดับการให้บริการของทางแยก ผลการตรวจสอบพบว่า ผลการออกแบบสัญญาณไฟจราจรของระบบ DSIC มีความสามารถในการคำนวณได้ถูกต้องตรงกับการคำนวณ

ด้วยมือทุกประเด็น ดังนั้น สามารถสรุปว่าระบบ DSIC มีความสามารถในการออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกได้อย่างถูกต้อง และหลังจากได้ทำการวิเคราะห์โดยระบบ DSIC นำค่าที่ได้เปรียบเทียบจากการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรเปรียบเทียบกับข้อมูลการสำรวจ โดยการเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบใน 3 กรณี คือ ความแตกต่างระยะเวลารอบสัญญาณไฟจราจร ความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยก และ ระดับการให้บริการ สรุปเปรียบเทียบความแตกต่างของรอบสัญญาณไฟจราจรจากการวิเคราะห์จากโปรแกรม DSIC น้อยกว่า รอบใช้จริง อยู่ 16.32 วินาที แตกต่างคิดเป็นร้อยละ 22 และความล่าช้าเฉลี่ยจากการคำนวณของระบบได้ 34.202 วินาทีต่อคัน ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจในสนามได้ 28.3 วินาที แตกต่างคิดเป็นร้อยละ 20.8 ระดับการให้บริการของทางแยก การวิเคราะห์โปรแกรมได้ ระดับการบริการที่ระดับ C และจากการวิเคราะห์โดยการสำรวจได้ระดับการให้บริการที่ระดับ C เช่นเดียวกัน ความล่าช้าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันเนื่องจากผลการวิเคราะห์ของระบบใช้ผลของปริมาณจราจรจากการคิดความแปรปรวนของกระแสจราจรร่วมการพิจารณาเพื่อใช้ในการคำนวณ แสดงการวิเคราะห์ตามตารางที่ 5-6 ดังนี้

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ของระบบ DSIC และ การใช้งานจริง

การเปรียบเทียบ	DSIC	ข้อมูลสำรวจ	แตกต่าง (%)
รอบสัญญาณไฟจราจร	56.68	73	22
ความล่าช้าเฉลี่ยทางแยก	34.202	28.3	20.8
ระดับการให้บริการ	C	C	-

5.4.2 ประเมินความเหมาะสมในการใช้งานของระบบ

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างระบบ DSIC เพื่อใช้ในการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสมและนำระบบที่ได้ ทำการประเมินจากการใช้งานจริงจากวิศวกรผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยก โดยขอความร่วมมือไปยังกรมการสร้างทางจังหวัดขอนแก่น เพื่อทดลองใช้งาน ในการทดลองใช้งานระบบ DSIC กับการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก พบว่า ระบบ DSIC สามารถช่วยงานออกแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยกของกองวิศวกรรม กรมสร้างทาง ได้เป็นอย่างดีและสามารถช่วยลดเวลาการออกแบบการติดตั้งวงเวียนและรอบสัญญาณไฟ จราจรได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากระบบได้รวบรวมองค์ความรู้ในด้านการออกแบบวิธีการควบคุมได้อย่างครบถ้วนและนอกจากความสามารถในการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมการจราจรได้อย่างเหมาะสมแล้ว ระบบ DSIC ยังสามารถแนะนำการออกแบบวงเวียน และรอบสัญญาณไฟจราจรได้ เป็นการเสริมให้ระบบมีประสิทธิภาพการออกแบบการควบคุมการจารจรที่ทางแยกได้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น แต่มี

ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญถึงการทำงานการเชื่อมต่อกันระหว่างส่วนของการวิเคราะห์ให้มีความต่อเนื่อง การนำเสนอควรมีทั้งข้อความและรูปภาพเพื่อสื่อถึงการแนะนำของระบบได้ดียิ่งขึ้น และการวิเคราะห์รอบเวลาสัญญาณไฟจราจรควรมีการประเมินความล่าช้าและระดับการให้บริการของทางแยกเพื่อประเมินประสิทธิภาพของทางแยกหลังจากการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในรอบเวลาที่ระบบได้ทำการแนะนำ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขระบบอีกครั้งและเมื่อทำการปรับปรุงเสร็จสมบูรณ์แล้วได้นำระบบดังกล่าวทำการทดลองการใช้งานจริงเป็นครั้งสุดท้าย ทำให้ระบบมีการทำงานในการเลือกและแนะนำการควบคุมการจราจรที่ทางแยกเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

5.4.3 ประเมินความสามารถของระบบ

ระบบ DSIC ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก ช่วยในการออกแบบการจัดการที่ทางแยกให้มีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการใช้งาน โดยระบบ DSID ที่พัฒนามีขั้นตอนการตัดสินใจทั้งหมด 3 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน คือ การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก การออกแบบรัศมีวงเวียนและจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน และ การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยสำหรับทางแยกที่ออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรสามารถประเมินความจุ ระดับความอิ่มตัว ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละทิศทาง ความล่าช้าเฉลี่ยรวมของทางแยก และระดับการให้บริการของทางแยกเมื่อทำการติดตั้งระบบสัญญาณไฟที่มีรอบสัญญาณไฟจราจรดังที่ได้แนะนำ จากการประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของระบบทำให้ทราบถึงความสามารถโดยรวมของระบบว่ามีการทำงานที่หลากหลาย สามารถใช้ในการออกแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยกเดี่ยว (Isolated Intersection) ที่มีปริมาณต่ำกว่าจุดอิ่มตัว (Under Saturation) ในการทำงานจริงได้เป็นอย่างดี