ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248317

ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SELECTION OF INTERSECTION CONTROL

ชยพนัย ธรมชาติ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

b00252946

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
248317

ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SELECTION OF INTERSECTION CONTROL

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

นายดนัย พรมชาติ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

248317

ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก

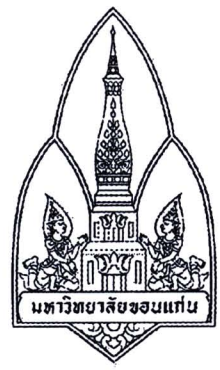
นายดนัย พรมชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SELECTION OF INTERSECTION CONTROL

MR. DANAI PROMMARCHAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN CIVIL ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2011



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

ชื่อวิทยานิพนธ์: ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายดนัย พรมชาติ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:

รศ. ดร. บุญส่ง สัตโยภาส	ประธานกรรมการ
รศ. ประสิทธิ์ จึงสงวนพรสุข	กรรมการ
ผศ. ดร. ธเนศ เสถียรนาม	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ จึงสงวนพรสุข)

....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์) (รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดนัย พรมชาติ. 2554. ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของแยก.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ประสิทธิ จึงสงวนพรสุข

บทคัดย่อ

248317

ทางแยกซึ่งทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อและระบายกระแสจราจรจากฟากหนึ่งสู่อีกฟากของถนน เป็นจุดรวมของปริมาณจราจรจากหลายทิศทาง ทำให้เกิดจุดตัดของกระแสจราจรก่อให้เกิดปัญหาความคับคั่งบริเวณทางแยก ปัญหาความล่าช้าและอุบัติเหตุตามมา ดังนั้น การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจออกแบบการจัดการที่ทางแยกให้มีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการใช้งาน จึงมีความจำเป็น หากพิจารณาถึงวิธีการแก้ไขปัญหาการจราจรที่ทางแยกเริ่มต้น จะต้องพิจารณาการเลือกวิธีการควบคุมกระแสการจราจรที่ทางแยกให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรเป็นลำดับแรก การศึกษานี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยกที่เรียกว่า Decision Support System for Selection of Intersection Control หรือ “DSIC” จากการรวบรวมองค์ความรู้ทั้งในและต่างประเทศนำระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจมาประยุกต์สามารถพัฒนาระบบ “DSIC” ที่ช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม และยังเพิ่มส่วนของการแนะนำการออกแบบวงเวียนและการออกแบบรอบเวลาสัญญาณไฟจราจร ทำให้ระบบที่ได้มีความหลากหลายและใช้งานได้อย่างครบถ้วนมากยิ่งขึ้น จากการนำระบบที่ได้ทดสอบการใช้งานจริง พบว่า ระบบสามารถช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมการจราจรตามองค์ประกอบของลักษณะทางเรขาคณิตและข้อมูลทางการจราจรของทางแยกที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม และรวดเร็ว ตามความต้องการของผู้ออกแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

Danai Prommarchat. 2011. **Decision Support System for Selection of Intersection Control.** Master of Engineering Thesis in Civil Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Associate Prof. Prasit J.Pornsuk

ABSTRACT

218317

An intersection connecting and releasing traffic from one side of the road to the other side is the influx of all vehicles coming from every direction, thus causing the conflict of the traffic current. In the other words, the intersection is jam-packed with a number of cars, causing the street paralyzed consequently. Therefore, the development of the Decision Support System for Selection of Intersection Control (DSIC) for enhancing the effectiveness and easing the movement of traffic is worth conducting. The most crucial thing to be taken into consideration of solving the traffic problem is selecting the most appropriate method for a certain traffic situation. The present study intends to develop the DSIC by taking the application of bodies of knowledge from both domestic and oversea research studies pertaining to decision support system. According to the time-consuming study, the researchers were able to develop the DSIC properly. Additionally, the researchers offered the design of a roundabout and the time cycle of a traffic light so that the traffic system is able to perform with more multiple purposes for optimal outcome. According to the try-out situation, it was found that the DSIC performed impressively, based on the factors of geometrical perspectives and data from the traffic.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแด่ รองศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ จึงสงวนพรสุข อาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนวทางในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแด่คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย ประธานกรรมการสอบ รศ.ดร.บุญส่ง สัตโยภาส อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ ผศ.ดร.ธเนศ เสถียรนาม อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษางานวิจัย และตรวจสอบงานวิจัยฉบับนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอบอบคุณต่อหน่วยงานที่ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลในการทำวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศูนย์อำนวยการกรมสร้างทาง จังหวัดขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ระบบ DSIC และได้ให้คำแนะนำเพื่อการพัฒนาที่เหมาะสม อีกทั้งขอขอบคุณศูนย์พัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัย ขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการวิจัยและเพื่อนนักศึกษาทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยดี อนึ่ง ผู้วิจัยขอสำนึกคุณบิดามารดาที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา คุณความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นสิ่งตอบแทนต่อผู้มีพระคุณทุกท่านของผู้วิจัยทั้งในอดีตและปัจจุบัน

ดนัย พรมชาติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 สรุปผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	19
3.1 การควบคุมจราจรที่ทางแยก	19
3.2 หลักเกณฑ์การควบคุมจราจรที่ทางแยก	23
3.3 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของทางแยก	35
3.4 การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร	39
3.5 การออกแบบวงเวียน	50
3.6 ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ	55
บทที่ 4 วิธีการและผลการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจควบคุมทางแยก	61
4.1 วิธีการศึกษา	61
4.2 การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก	61
4.3 การออกแบบวงเวียนและรอบสัญญาณไฟจราจร	94
4.4 การพัฒนาระบบ DSIC	95
บทที่ 5 ลักษณะสำคัญของระบบและการประยุกต์ใช้	101
5.1 ผลการพัฒนาระบบ DSIC	101
5.2 การใช้งานระบบ DSIC	106
5.3 ตัวอย่างการใช้งานระบบ DSIC	121
5.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในการทำงานของระบบ DSIC	134

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	139
6.1 สรุปผลการศึกษา	139
6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการศึกษาต่อไป	142
บรรณานุกรม	143
ภาคผนวก	147
ภาคผนวก ก สายทางการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกย่อย	149
ภาคผนวก ข ข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจร ความล่าช้า และจังหวะสัญญาณไฟฟ้าจราจรที่ทางแยก	183
ภาคผนวก ค ข้อมูลการสำรวจทางแยกตัวอย่างการวิเคราะห์ระบบ DSIC	189
ภาคผนวก ง รายละเอียดแยกถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนผดุงวิถี (วงเวียนหอนาฬิกา)	207
ภาคผนวก จ ตัวอย่างการวิเคราะห์และการคำนวณด้วยมือ	203
ภาคผนวก ฉ การคัดเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกโดย DSIC	245
ประวัติผู้เขียน	265

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	การเลือกประเภทของการควบคุมการจราจรที่ทางแยก	21
ตารางที่ 3.2	ระยะการมองเห็นที่น้อยที่สุด	24
ตารางที่ 3.3	ความเหมาะสมในการติดตั้งวงเวียนบนทางแยกที่มีทางเอกและทางโทในลักษณะต่าง ๆ	28
ตารางที่ 3.4	เกณฑ์ปริมาณจราจรต่ำสุด	30
ตารางที่ 3.5	เกณฑ์ความต่อเนื่องของกระแสจราจร	31
ตารางที่ 3.6	ระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายหยุดแบบสองทิศทางและทุกทิศทางจากเกณฑ์ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคัน	38
ตารางที่ 3.7	ระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรจากเกณฑ์ความล่าช้าต่อคัน	38
ตารางที่ 3.8	สัมประสิทธิ์ปรับค่ารถยนต์นั่งเทียบเท่าของรถยนต์แต่ละประเภท	41
ตารางที่ 3.9	การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อหาอัตราการไหลอิ่มตัว	42
ตารางที่ 3.10	เวลาไฟเหลืองโดยประมาณ	46
ตารางที่ 3.11	รัศมีเกาะกลางวงเวียนที่เหมาะสมตามความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่วงเวียน	54
ตารางที่ 3.12	ขนาดความกว้างของทางเข้าและความกว้างถนนภายในวงเวียน	54
ตารางที่ 3.13	ระยะหยุดที่น้อยที่สุดก่อนเข้าสู่วงเวียน	55
ตารางที่ 5.1	ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก	122
ตารางที่ 5.2	ผลการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมจากระบบ DSIC เทียบกับการใช้งานจริง	124
ตารางที่ 5.3	ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการออกแบบการติดตั้งวงเวียน	126
ตารางที่ 5.4	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การแนะนำการติดตั้งวงเวียนของระบบ DSIC และการใช้งานจริง	128
ตารางที่ 5.5	ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก	129
ตารางที่ 5.6	เปรียบเทียบการวิเคราะห์ของระบบ DSIC และ การใช้งานจริง	136

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	รูปแบบการพัฒนาระบบการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร	9
ภาพที่ 2.2	การเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยกจากความสัมพันธ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน	11
ภาพที่ 2.3	การพัฒนาระบบการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก	16
ภาพที่ 3.1	ความสัมพันธ์ของระบบการจำแนกตามหน้าที่การทำงานในแง่ของการให้บริการแก่การจราจรและการเข้าถึงพื้นที่	20
ภาพที่ 3.2	ป้ายให้ทาง	25
ภาพที่ 3.3	ป้ายหยุด	26
ภาพที่ 3.4	เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในแต่ละ 4 ชั่วโมง	32
ภาพที่ 3.5	เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในแต่ละ 4 ชั่วโมงกรณีพิเศษ	32
ภาพที่ 3.6	เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน	33
ภาพที่ 3.7	เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนกรณีพิเศษ	34
ภาพที่ 3.8	แผนภาพการไหลของการจราจรผ่านทางแยกซึ่งมีสัญญาณไฟจราจร	49
ภาพที่ 3.9	ส่วนประกอบพื้นฐานทางเรขาคณิตของวงเวียน	51
ภาพที่ 3.10	ทิศทางการไหลของรถเมื่อเข้าสู่วงเวียนจนออกจากทางแยก	52
ภาพที่ 3.11	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนและภายในวงเวียน	53
ภาพที่ 3.12	แสดงส่วนประกอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	59
ภาพที่ 4.1	ขั้นตอนการศึกษา	62
ภาพที่ 4.2	แผนภาพการวิเคราะห์โดยแยกตำแหน่งที่ตั้งทางแยกและชนิดถนนทางเอกและทางโท	65
ภาพที่ 4.3	สายทางที่ 1 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก	67
ภาพที่ 4.4	สายทางที่ 2 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก	68
ภาพที่ 4.5	สายทางที่ 5 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก	69
ภาพที่ 4.6	สายทางที่ 3 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายรอง	72
ภาพที่ 4.7	สายทางที่ 4 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายท้องถิ่น	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 4.8	สายทางที่ 6 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายรอง	75
ภาพที่ 4.9	สายทางที่ 13 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายรอง	76
ภาพที่ 4.10	สายทางที่ 8 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายรอง	79
ภาพที่ 4.11	สายทางที่ 9 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายท้องถิ่น	80
ภาพที่ 4.12	สายทางที่ 10 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางสายท้องถิ่นตัดกับทางสายท้องถิ่น	81
ภาพที่ 4.13	สายทางที่ 7 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายท้องถิ่น	83
ภาพที่ 4.14	สายทางที่ 14 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายท้องถิ่น	84
ภาพที่ 4.15	สายทางที่ 16 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายรอง	85
ภาพที่ 4.16	สายทางที่ 17 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายท้องถิ่น	86
ภาพที่ 4.17	สายทางที่ 18 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายรอง	87
ภาพที่ 4.18	สายทางที่ 19 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายท้องถิ่น	88
ภาพที่ 4.19	สายทางที่ 20 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางสายท้องถิ่นตัดกับทางสายท้องถิ่น	89
ภาพที่ 4.20	สายทางที่ 11 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก	91
ภาพที่ 4.21	สายทางที่ 12 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักโท	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 4.22	สายทางที่ 15 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางหลักโท	93
ภาพที่ 4.23	โครงสร้างพื้นฐานการตัดสินใจของระบบ DSIC	96
ภาพที่ 5.1	ขั้นตอนการทำงานของระบบ DSIC	104
ภาพที่ 5.2	การติดต่อระหว่างระบบคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้	106
ภาพที่ 5.3	ไดอะร็อกหน้าเริ่มต้นโปรแกรม 1	107
ภาพที่ 5.4	ไดอะร็อกการกรอกข้อมูลการจราจร 1	107
ภาพที่ 5.5	ไดอะร็อกการกรอกข้อมูลการจราจร 2	108
ภาพที่ 5.6	การเลือกเปิดไฟล์ข้อมูล	108
ภาพที่ 5.7	ไดอะล็อกสำหรับเปิดไฟล์ข้อมูล	109
ภาพที่ 5.8	การเลือกไฟล์เพื่อบันทึกข้อมูล	109
ภาพที่ 5.9	ไดอะล็อกสำหรับบันทึกข้อมูล	110
ภาพที่ 5.10	เลือกตำแหน่งและชนิดของถนนทางเอกและทางโทของทางแยก	111
ภาพที่ 5.11	ส่วนประกอบไดอะร็อกการกรอกข้อมูลเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก	112
ภาพที่ 5.12	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก	112
ภาพที่ 5.13	ไดอะร็อกการบันทึกผลการวิเคราะห์ไฟล์ .doc	113
ภาพที่ 5.14	ไดอะร็อกการเลือกการออกแบบติดตั้งวงเวียน	114
ภาพที่ 5.15	หน้าจอการกรอกข้อมูลการออกแบบติดตั้งวงเวียน 1	114
ภาพที่ 5.16	หน้าจอการกรอกข้อมูลการออกแบบติดตั้งวงเวียน 2	115
ภาพที่ 5.17	แสดงตำแหน่งแท็บผลการออกแบบการติดตั้งวงเวียน	115
ภาพที่ 5.18	แสดงตำแหน่งแท็บและผลการวิเคราะห์การออกแบบติดตั้งวงเวียน	116
ภาพที่ 5.19	แสดงตำแหน่งแท็บและผลการออกแบบติดตั้งวงเวียน	116
ภาพที่ 5.20	แสดงตำแหน่งการเลือกเมนูการออกแบบสัญญาณไฟจราจร	117
ภาพที่ 5.21	ไดอะร็อกการกรอกข้อมูลที่จำเป็นของทางแยกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์	118
ภาพที่ 5.22	ไดอะร็อกการวิเคราะห์แบบข้อความ	119
ภาพที่ 5.23	ไดอะร็อกการวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจรแบบกราฟฟิค	119
ภาพที่ 5.24	ไดอะร็อกการประเมินระดับการให้บริการทางแยกแบบกราฟฟิค	120
ภาพที่ 5.25	ไดอะร็อกการเปิดและบันทึกข้อมูลการจราจร	120

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 5.26	ไดอะร็อกการบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร	120
ภาพที่ 5.27	ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก	121
ภาพที่ 5.28	แสดงรูปป้ายหยุดบอกผลการวิเคราะห์วิธีการควบคุม	123
ภาพที่ 5.29	ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีศึกษาการเลือกการควบคุมโดยการใช้วงเวียน	125
ภาพที่ 5.30	ปริมาณการไหลเข้าออกและอัตราการไหลภายในวงเวียน	126
ภาพที่ 5.31	ภาพการวิเคราะห์การแนะนำการติดตั้งวงเวียนจากกรณีศึกษา	127
ภาพที่ 5.32	ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีศึกษาการเลือกการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร	126
ภาพที่ 5.33	แสดงการกรอกข้อมูลโครงการ ค่า PHF และลักษณะทางกายภาพของทางแยก	130
ภาพที่ 5.34	แสดงการกรอกข้อมูลลักษณะความเร็วของการจราจรและความกว้างของทางแยก	130
ภาพที่ 5.35	แสดงการกรอกข้อมูลปริมาณจราจรและอัตราการไหลอิ่มตัว	131
ภาพที่ 5.36	แถบช่วงเวลาเฟสต่าง ๆ ในรูปแถบเวลา	133
ภาพที่ 5.37	ภาพประกอบจังหวะสัญญาณไฟจราจร	133