

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(10)
รายการภาพประกอบ.....	(13)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ความนำ.....	5
2.2 นิยามและคำจำกัดความเบื้องต้นสำหรับทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟ...	5
2.3 ความจุของการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟ.....	13
2.4 อัตราการไหลอ้อมตัวของการจราจรและรอบเวลาสัญญาณไฟที่เหมาะสม.....	16
2.5 การศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัวของการจราจร.....	18
2.5.1 ทฤษฎีและหลักการ.....	18
2.5.1.1 การศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัวโดย Webster and Cobbe.....	18
2.5.1.2 การศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัวโดย Miller.....	25
2.5.1.3 การศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัวโดย Akcelik.....	29
2.5.1.4 การศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัวโดย TRB.....	34
2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
2.6 ผลกระทบของรถจักรยานยนต์ต่ออัตราการไหลอ้อมตัว.....	39
2.7 การวัดอัตราการไหลอ้อมตัวที่ทางแยก.....	41
	(6)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 45
3.1	กล่าวนำ..... 45
3.2	การสำรวจเก็บข้อมูลที่ทางแยกสัญญาณไฟ..... 45
3.2.1	ข้อมูลที่ทำการรวบรวม..... 45
3.2.2	วิธีการเก็บข้อมูล..... 47
3.2.3	สถานที่ทำการเก็บข้อมูล..... 47
3.2.4	การเก็บข้อมูลภาคสนาม..... 49
3.2.5	จำนวนข้อมูลสำหรับการศึกษาอัตราการไหลอิมตัว..... 55
3.2.6	องค์ประกอบเพิ่มเติมประกอบการเก็บข้อมูล..... 56
3.3	กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล..... 56
3.3.1	การวัดระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์..... 56
3.3.2	การหาค่าระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น..... 58
3.3.3	การหาค่าระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ..... 59
3.3.4	การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล..... 59
3.3.5	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิมตัวกับลักษณะ ทางเรขาคณิตและคุณลักษณะการจราจร..... 61
4	ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล..... 63
4.1	กล่าวนำ..... 63
4.2	ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์..... 64
4.3	ระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น..... 78
4.4	ระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ..... 81
4.5	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถชนิดต่างๆ..... 83
4.6	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทางตรงสำหรับรถเดี่ยว..... 87
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิมตัวกับลักษณะทางเรขาคณิตและ คุณลักษณะการจราจร..... 88
4.7.1	การเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุด..... 89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7.2 แบบจำลองระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์.....	90
4.7.3 แบบจำลองอัตราการไหลอ้อมตัวของการจราจร.....	94
4.8 การตรวจสอบแบบจำลองสำหรับการนำไปใช้งาน.....	97
4.8.1 การตรวจสอบแบบจำลองระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์.....	98
4.8.2 การตรวจสอบแบบจำลองอัตราการไหลอ้อมตัว.....	102
4.8.3 สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลอง.....	106
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	107
5.1 กล่าวนำ.....	107
5.2 สรุปผลองค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อการศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัว.....	107
5.2.1 ระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น.....	107
5.2.2 ระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ.....	108
5.2.3 ช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล.....	108
5.2.4 ค่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะชนิดต่างๆ.....	108
5.2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทางตรงสำหรับรถเดี่ยว.....	109
5.3 สรุปผลแบบจำลองอัตราการไหลอ้อมตัวที่เหมาะสมกับลักษณะการจราจร ท้องถิ่น.....	109
5.3.1 แบบจำลองระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์.....	109
5.3.2 แบบจำลองอัตราการไหลอ้อมตัว.....	110
5.4 อุปสรรคและปัญหาในการวิจัย.....	111
5.5 ข้อจำกัดของค่าองค์ประกอบและแบบจำลองอัตราการไหลอ้อมตัว.....	112
5.6 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	117
ก การวิเคราะห์ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์.....	118
ข การวิเคราะห์แบบจำลองระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์.....	133
ค การวิเคราะห์ระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น.....	149
ง การวิเคราะห์ระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ.....	163

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
จ การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล.....	176
ฉ การวิเคราะห์แบบจำลองอัตราการไหลอ้อมตัว.....	196
ประวัติผู้เขียน.....	211

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ระบบการจัดจ้งหวะสัญญาณไฟในแต่ละทิศทางการเคลื่อนที่ (Phase Movement Matrix).....	7
2.2 อัตราการไหลอ้อมตัว (คันรยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมง) ตามความกว้างของ ช่วงถนน.....	18
2.3 ผลของคุณลักษณะทางกายภาพของทางแยกที่มีต่ออัตราการไหลอ้อมตัว.....	24
2.4 ค่าปรับแก้อัตราการไหลอ้อมตัวสำหรับผลของความกว้างช่องจราจร.....	26
2.5 ค่า f ตามปริมาณจราจรที่สวนมา.....	27
2.6 อัตราการไหลอ้อมตัวในหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลทางตรงต่อชั่วโมง (tcu/hr) ตามชนิดของช่องทางจราจรและคุณลักษณะทางกายภาพของทางแยก.....	28
2.7 ค่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลทางตรง (tcu) ของยานพาหนะชนิดต่างๆ ในแต่ละลักษณะการเลี้ยว.....	29
2.8 อัตราการไหลอ้อมตัวพื้นฐานในหน่วย tcu/hr ในแต่ละกลุ่มสภาพแวดล้อมและ รูปแบบของช่องจราจร.....	32
2.9 ค่า Through Car Equivalents (tcu/veh) สำหรับประเภทของยานพาหนะและ ลักษณะการเลี้ยวแต่ละชนิด.....	34
2.10 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถจักรยานยนต์ในแต่ละกรณี.....	40
2.11 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถจักรยานยนต์ในประเทศต่างๆ.....	41
3.1 ลักษณะทางกายภาพของช่องจราจรที่ทำการเก็บข้อมูล ในแต่ละด้านของ ลีแยกโนรา.....	48
3.2 ลักษณะทางกายภาพของช่องจราจรที่ทำการเก็บข้อมูล ในแต่ละด้านของ ลีแยกสะพานดำ.....	49
3.3 ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลด้านการจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษา.....	49
3.4 ตำแหน่งการติดตั้งกล้องวิดีโอบริเวณทางแยกสัญญาณไฟ.....	53
3.5 ค่าคงที่ของการกระจายแบบปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ.....	55
4.1 สูตรปรับระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย ของช่องทางตรง.....	66

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.2	สรุปค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอยของช่องทางเลียวขวา.....	67
4.3	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยระหว่างตำแหน่งที่ 4 กับตำแหน่งในช่วงต้นของแถวคอยในช่องทางตรง.....	68
4.4	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยระหว่างตำแหน่งที่ 4 กับตำแหน่งในช่วงต้นของแถวคอยในช่องทางเลียวขวา.....	68
4.5	ผลการทดสอบ t - test ของค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ในแต่ละค่าความกว้างช่องจราจรของช่องทางตรง.....	77
4.6	ผลการทดสอบ t - test ของค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ในแต่ละค่าความกว้างช่องจราจรของช่องทางเลียวขวา.....	77
4.7	ระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นของรถยนต์ในช่องทางตรง.....	78
4.8	ระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นของรถยนต์ในช่องทางเลียวขวา.....	78
4.9	ผลการทดสอบ t - test ของค่าระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นของรถยนต์ในแต่ละค่าความกว้างช่องจราจรของช่องทางตรง.....	80
4.10	ผลการทดสอบ t - test ของค่าระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นของรถยนต์ในแต่ละค่าความกว้างช่องจราจรของช่องทางเลียวขวา.....	80
4.11	ระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถในช่องทางตรง.....	81
4.12	ระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถในช่องทางเลียวขวา.....	81
4.13	ผลการทดสอบ t - test ของค่าระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถของรถยนต์ในแต่ละค่าความกว้างช่องจราจรของช่องทางตรง.....	82
4.14	ผลการทดสอบ t - test ของค่าระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถของรถยนต์ในแต่ละค่าความกว้างช่องจราจรของช่องทางเลียวขวา.....	83
4.15	สรุปค่าเทียบเท่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะชนิดต่างๆ.....	84
4.16	เปรียบเทียบการใช้ค่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาเดียวกัน.....	85
4.17	ปริมาณจราจรโดยเฉลี่ยในช่วงที่เกิดการไหลอึมตัวของแต่ละรอบสัญญาณไฟในช่องทางตรง.....	87

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.18 ปริมาณจราจรโดยเฉลี่ยในช่วงที่เกิดการไหลอืดตัวของแต่ละรอบสัญญาณไฟ ในช่องทางเลี้ยวขวา.....	87
4.19 หน่วยรถยนต์หนึ่งส่วนบุคคลทางตรงสำหรับรถเลี้ยวขวาไม่มีรถสวน.....	88
4.20 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการประมาณในแต่ละรอบสัญญาณไฟ ของแบบจำลองระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ ในช่องทางตรง.....	98
4.21 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการประมาณในแต่ละรอบสัญญาณไฟ ของแบบจำลองระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ ในช่องทางเลี้ยวขวา.....	99
4.22 ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์จากการสำรวจกับ แบบจำลอง ในช่องทางตรง.....	100
4.23 ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์จากการสำรวจกับ แบบจำลอง ในช่องทางเลี้ยวขวา.....	101
4.24 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการประมาณในแต่ละรอบสัญญาณไฟ ของแบบจำลองอัตราการไหลอืดตัว ในช่องทางตรง.....	103
4.25 ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากการประมาณในแต่ละรอบสัญญาณไฟ ของแบบจำลองอัตราการไหลอืดตัว ในช่องทางเลี้ยวขวา.....	103
4.26 ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของค่าอัตราการไหลอืดตัวจากการสำรวจกับแบบจำลอง ในช่องทางตรง.....	105
4.27 ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของค่าอัตราการไหลอืดตัวจากการสำรวจกับแบบจำลอง ในช่องทางเลี้ยวขวา.....	105

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 ตัวอย่างการจัดจังหวะสัญญาณไฟและทิศทางการเคลื่อนที่.....	6
2.2 แผนภาพแสดงรอบเวลาสัญญาณไฟ.....	9
2.3 แบบจำลองปริมาณการจราจรอ้อมตัวและไฟเขียวประสิทธิผลของ Akcelik....	11
2.4 แบบจำลองปริมาณการจราจรอ้อมตัวและไฟเขียวประสิทธิผลของ Webster....	11
2.5 แผนภาพเวลาสัญญาณไฟ (Signal Timing Diagram).....	12
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของช่วงถนนกับอัตราการไหลอ้อมตัว.....	20
2.7 ประสิทธิภาพการเลี้ยวขวาอ้อมตัวเมื่อมีรถสวนมา.....	22
2.8 ลักษณะช่องทางจราจรที่ต่ำกว่าระดับของการใช้ประโยชน์.....	30
2.9 ลักษณะของช่องจราจรที่มีความยาวจำกัด.....	31
2.10 ลักษณะตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ ซึ่งอยู่ระหว่างรถยนต์ 2 คัน.....	40
2.11 ลักษณะการวัดปริมาณการจราจรอ้อมตัวตามวิธีของ TRRL.....	43
3.1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัว.....	46
3.2 สถานที่ตั้งของทางแยกสัญญาณไฟที่ทำการศึกษา.....	50
3.3 ลักษณะทางเรขาคณิตของสี่แยกโนรา (ธรรมนุญวิถี - ราษฎร์ยินดี).....	51
3.4 ลักษณะทางเรขาคณิตของสี่แยกสะพานดำ (เพชรเกษม - ราษฎร์อุทิศ).....	52
3.5 มุมกล้องการบันทึกภาพปริมาณจราจรบริเวณสี่แยกโนรา.....	53
3.6 มุมกล้องการบันทึกภาพปริมาณจราจรบริเวณสี่แยกสะพานดำ.....	54
3.7 ลักษณะพื้นที่เฉพาะสำหรับจอดรถจักรยานยนต์ในบริเวณทางแยก.....	57
3.8 ตำแหน่งของรถจักรยานยนต์และการวัดระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์.....	58
3.9 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง.....	61
4.1 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางตรงและความกว้างช่องจราจร 2.60 เมตร).....	69
4.2 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางตรงและความกว้างช่องจราจร 2.65 เมตร).....	69
4.3 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางตรงและความกว้างช่องจราจร 2.70 เมตร).....	70

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.4 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางตรงและความกว้างช่องจราจร 3.30 เมตร).....	70
4.5 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางตรงและช่วงความกว้างช่องจราจร 2.60 - 3.30 เมตร).....	71
4.6 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและความกว้างช่องจราจร 2.50 เมตร).....	71
4.7 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและความกว้างช่องจราจร 2.60 เมตร).....	72
4.8 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและความกว้างช่องจราจร 2.70 เมตร).....	72
4.9 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและความกว้างช่องจราจร 2.80 เมตร).....	73
4.10 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและความกว้างช่องจราจร 3.00 เมตร).....	73
4.11 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและความกว้างช่องจราจร 3.60 เมตร).....	74
4.12 ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย (ช่องทางเลีย้ยขวาและช่วงความกว้างช่องจราจร 2.50 - 3.60 เมตร).....	74
4.13 เปรียบเทียบระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เฉลี่ยกับตำแหน่งรถยนต์ในแถวคอย ระหว่างช่องทางตรงและช่องทางเลีย้ยขวา.....	75
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์กับจำนวนรถจักรยานยนต์ ในแถวคอยของช่องทางตรง.....	91
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์กับจำนวนรถจักรยานยนต์ ในแถวคอยของช่องทางเลีย้ยขวา.....	91
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์กับความกว้างของ ช่องจราจร.....	92

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.17 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์จากการสำรวจกับแบบจำลอง ในแต่ละรอบสัญญาณไฟ.....	100
4.18 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์จากการสำรวจกับแบบจำลอง โดยเฉลี่ยในแต่ละค่าความกว้างของช่องจราจร.....	102
4.19 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลอ้อมตัวจากการสำรวจกับแบบจำลองในแต่ละ รอบสัญญาณไฟ.....	104
4.20 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลอ้อมตัวจากการสำรวจกับแบบจำลองโดยเฉลี่ย ในแต่ละค่าความกว้างของช่องจราจร.....	106