

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



245650

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลซึมที่วนบริเวณจุดถล่มดินร่วน

นายภิกขิตพงศ์ สุเมธพรเกษณกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

600250729

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



245650

การศึกษาศาสตร์ทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิมิตัวบริเวณจุด

นาย กิตติพงษ์ สุนทรเดชาอังกูร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 0 7 0 2 1 8 4 2 1

STUDY OF PHYSICAL FACTORS AFFECTING SATURATION FLOWS AT U-TURN
LOCATIONS

Mr. Kittipong Soontradejungkoon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิมพัลส์บริเวณ
จุดกลับรถ

โดย

นายกิตติพงศ์ สุนทรเดชขันธ์

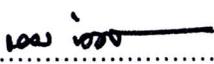
สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ

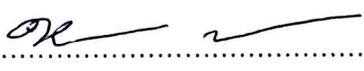
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. นุชสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม ชูจารุกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ดิเรก ลาววัฒน์ศิริ)

กิตติพงษ์ สุันทราเดชอังกูร: การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัว บริเวณจุดกลับรถ. (STUDY OF PHYSICAL FACTORS AFFECTING SATURATION FLOWS AT U-TURN LOCATIONS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ, 162 หน้า.

245650

งานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลการกลับรถในเขตเมือง โดยพิจารณาเฉพาะรถที่กลับโดยที่ปราศจากการรบกวนของฝั่งตรงข้าม หรือเพื่อหาค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของรถ จากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถบนถนนในกรุงเทพฯและปริมณฑล และหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถที่ทำการกลับรถ โดยได้สำรวจลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถในกรุงเทพฯและปริมณฑล จากจุดกลับรถ 20 จุด ซึ่งครอบคลุมลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันรวม 4 ประเภท คือ จุดที่มีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา จุดที่มีตำรวจจราจรกั้นรถที่สวนมา จุดที่อยู่ใต้สะพานลอยข้ามทางแยก และจุดระหว่างทางแยกโดยไม่มีการควบคุม โดยเก็บเวลาและชนิดที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนด รวมถึงลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัว ซึ่งจากผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่าความกว้างของช่องทางรถเลี้ยวกลับรถ มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ส่วนจุดกลับรถแบบอื่นนั้นยังไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรให้ความสำคัญกับปัจจัยนี้ในการออกแบบจุดกลับรถ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้ทำการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลขณะกลับรถ และผลของการกลับรถตามกันต่อเวลาที่ใช้ในการกลับรถ ซึ่งสามารถนำไปใช้อ้างอิงในการออกแบบและวิเคราะห์ทางวิศวกรรมจราจรต่อไปได้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา.....ลายมือชื่อนิสิต..... กิตติพงษ์ สุันทราเดชอังกูร.....
 สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา ...2553.....

5070218421 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

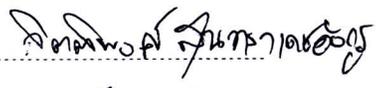
KEYWORDS : SATURATION FLOW / PASSENGER CAR EQUIVALENT / U-TURN / HIGHWAY DESIGN / HIGHWAY CAPACITY

KITTIPONG SOONTRADEJUNGKON: STUDY OF PHYSICAL FACTORS AFFECTING SATURATION FLOWS AT U-TURN LOCATIONS. ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR JITTICHAJ RUDJANAKANOKNAD, Ph.D., 162 pp.

245650

This research collects traffic data, particularly the times for each vehicle that can make a U-turn without any interference from traffic in the opposite direction, at urban U-turn locations to analyze the U-turn's saturation flows. The data are then used to find whether geometric designs can influence the saturation flows and determine the passenger car equivalent values of different vehicle types at the U-turn locations. The study includes twenty U-Turn locations with four distinct physical characteristics, i.e., 1) U-Turns at signalized intersection, 2) grade-separated U-Turns, 3) Mid-block U-Turns with police control, and 4) Mid-block U-Turns without police control. At each location, vehicle types as well as their U-Turn departure times from reference line are collected along with site's physical geometric design. The findings from this research show that U-turn lane widths significantly affect U-turn's saturation flows only for a midblock U-turn type but not for others. Therefore, traffic designers would focus on this factor for better U-turn operations. Additionally, the passenger-car-equivalent numbers of different vehicle types and the effect of car-following during U-turn operations were calculated and could be used for further references in traffic engineering design and analysis.

Department : Civil Engineering
Field of Study : Civil Engineering
Academic Year : 2010

Student's Signature 
Advisor's Signature 

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยอุปการะเลี้ยงดู สักสอน อบรม ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมาจนทำให้ข้าพเจ้า ได้มีความรู้ความสามารถและประสบความสำเร็จดังเช่นปัจจุบัน

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาและแนวทางในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เกษม ชูจารุกุล และศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ดิเรก ลาวัญศิริ สำหรับคำปรึกษาวิทยานิพนธ์และความกรุณาที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการ สอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการทำงานวิจัยและการประกอบอาชีพใน อนาคต

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมการขนส่งทุกท่านที่ให้ความ ช่วยเหลือรวมทั้งให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและงานวิจัย.....	5
2.1 มาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในปัจจุบัน.....	5
2.1.1 มาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในต่างประเทศ.....	5
2.1.2 มาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในประเทศไทย.....	11
2.2 แบบจำลองการหาความจุที่เกี่ยวข้องกับการกลับรถ.....	12
2.3 อัตราการไหลอิมิตัว.....	14
2.4 การใช้วิธีเส้นโค้งสะสมในการหาการไหลอิมิตัว.....	16
2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล.....	17
บทที่ 3 ขั้นตอนการศึกษา.....	20
3.1 แนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล.....	20
3.2 วิธีการเก็บข้อมูล.....	21
3.2.1 การเก็บข้อมูลการไหลอิมิตัวและชนิดของรถที่ทำการกลับรถ.....	22
3.2.2 การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	25
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
3.3.1 การสร้างแบบจำลองการหาการไหลอิมิตัวในการกลับรถ.....	27

3.3.1.1 การวิเคราะห์โดยไม่ว่าค่าหนึ่งถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล...	27
3.3.1.2 การวิเคราะห์โดยค่าหนึ่งถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล.....	28
3.3.2 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการรถกลับรถ.....	29
3.3.3 การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการรถกลับรถ.....	30
บทที่ 4 การหาอัตราการไหลอิมิตัวและค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล.....	32
4.1 จุดกลับรถบริเวณ ถ.พญาไท สีแยกปทุมวัน (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ).....	34
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	34
4.1.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	35
4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
4.2 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก).....	38
4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	38
4.2.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	39
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
4.3 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก).....	42
4.3.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	43
4.3.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	43
4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
4.4 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14 (ซอยมัยลาภ)(รถมุ่งหน้าทิศ ตะวันออก).....	46
4.4.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	47
4.4.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	47
4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
4.5 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา (รถมุ่งหน้าทิศ ตะวันตก).....	50
4.5.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	50
4.5.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	51
4.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
4.6 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 112 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก).....	54
4.6.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	55
4.6.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	55

4.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
4.7 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รณรงค์หน้าทิศตะวันออก).....	58
4.7.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	58
4.7.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	59
4.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4.8 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รณรงค์หน้าทิศตะวันตก).....	62
4.8.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	62
4.8.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	63
4.8.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
4.9 จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21 (รณรงค์หน้าทิศใต้).....	66
4.9.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	66
4.9.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	67
4.9.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4.10 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96 (รณรงค์หน้าทิศตะวันตก).....	70
4.10.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	70
4.10.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	70
4.10.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
4.11 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (รณรงค์หน้าทิศเหนือ).....	74
4.11.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	75
4.11.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	75
4.11.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
4.12 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62 (รณรงค์หน้าทิศตะวันตก).....	78
4.12.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	79
4.12.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	79
4.12.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
4.13 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 114 (รณรงค์หน้าทิศตะวันตก).....	82
4.13.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	82
4.13.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	82
4.13.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
4.14 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา - ลาดพร้าว (รณรงค์หน้าทิศเหนือ).....	86

	หน้า
4.14.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	86
4.14.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	87
4.14.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
4.15 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว (รณรงค์หน้าทิศ ตะวันตก).....	89
4.15.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	90
4.15.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	91
4.15.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
4.16 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (หน้าโฮมโปร) (รณรงค์หน้าทิศ ตะวันออก).....	93
4.16.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	94
4.16.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	95
4.16.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
4.17 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (หน้าโฮมโปร) (รณรงค์หน้าทิศ ตะวันตก).....	98
4.17.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	98
4.17.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	98
4.17.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
4.18 จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม (รณรงค์หน้า ทิศตะวันออก).....	102
4.18.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	102
4.18.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	102
4.18.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
4.19 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93 (รณรงค์หน้าทิศใต้).....	106
4.19.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	106
4.19.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	106
4.19.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
4.20 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26 (รณรงค์หน้าทิศใต้).....	110
4.20.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	110
4.20.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.....	111
4.20.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	111

4.21 การหาค่าเฉลี่ยค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของจุดกลับรถแต่ละประเภท.....	114
4.22 การหาค่าอัตราการไหลอิมิตัว.....	117
บทที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิมิตัวกับปัจจัยทางกายภาพ.....	120
5.1 จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม.....	121
5.2 จุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก.....	122
5.3 จุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม.....	124
5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิมิตัวกับปัจจัยทางกายภาพ.....	124
บทที่ 6 การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถ.....	126
6.1 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามกัน.....	126
6.2 จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม.....	127
6.3 จุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก.....	129
6.4 จุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม.....	130
6.5 จุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก.....	131
6.6 สรุปผลการวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามกัน.....	132
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษา.....	134
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	134
7.2 การเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต.....	136
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	137
รายการอ้างอิง.....	138
ภาคผนวก	140
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	162

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกั้นรถบนถนนสายหลัก.....	7
2.2	ความกว้างขั้นต่ำ (ฟุต) ของเกาะกลางในการกั้นรถสำหรับถนน 4 ช่องจราจร.	9
2.3	ระยะในการมองเห็นจุดกั้นรถที่เปลี่ยนแปลงตามความเร็วของรถ.....	10
2.4	ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางทางหลวง.....	10
2.5	ค่าเทียบเท่ารถยนต์ที่นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดเบา รถชนิดหนัก และ รถจักรยานยนต์.....	18
3.1	ลักษณะทางกายภาพของจุดกั้นรถ.....	21
3.2	เวลาสะสมในการผ่านเส้นอ้างอิงของรถ.....	23
3.3	ค่าการไหลอิมิตัวของการกั้นรถบนถนนพญาไทบริเวณสี่แยกปทุมวัน (ค่า สมมติ).....	28
4.1	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 4.....	36
4.2	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกั้นรถ ถ. พญาไท สี่แยกปทุมวัน.....	36
4.3	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 2.....	39
4.4	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกั้นรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103.....	40
4.5	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 4.....	44
4.6	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกั้นรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103.....	45
4.7	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 3.....	48
4.8	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกั้นรถ ถ. รามอินทรา หน้าซอย 14.....	49
4.9	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของ ชุดข้อมูลที่ 17.....	52
4.10	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกั้นรถ ถ. รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา.....	53
4.11	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 9.....	56
4.12	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกั้นรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 112.....	56
4.13	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 22.....	60

4.14	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 118.....	61
4.15	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 10.....	64
4.16	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 118.....	65
4.17	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 15.....	68
4.18	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ.กิ่ง แก้ว หน้าซอย 21.....	69
4.19	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 25.....	71
4.20	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 96.....	72
4.21	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 11.....	76
4.22	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ.ร่วม เกล้า หน้าซอย 44.....	76
4.23	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 14.....	80
4.24	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 62.....	81
4.25	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 8.....	83
4.26	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 114.....	85
4.27	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 23.....	87
4.28	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ไกลี่สี่ แยกรัชดา-ลาดพร้าว.....	88
4.29	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 9.....	91
4.30	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ. ลาดพร้าว ไกลี่ปากทางลาดพร้าว.....	93
4.31	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 21.....	95
4.32	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกัลป์รถ ถ.ลำ ลูกกา กิโลเมตร 12.5.....	96
4.33	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17.....	99

ตารางที่	หน้า	
4.34	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ. ลำ ลูกกา กิโลเมตร 12.5.....	100
4.35	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 14.....	103
4.36	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.เสรี ไทย หน้าทางเข้าเขตบึงกุ่ม.....	105
4.37	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17.....	107
4.38	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 93.....	109
4.39	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 4.....	111
4.40	ค่าการไหลอิมิตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 26.....	112
4.41	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและ ค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภท.....	115
4.42	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและ ค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ของรถตู้บางจุดกลับรถ.....	116
4.43	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ค่าการไหลอิมิตัวก่อนและหลังการปรับแก้ ของจุดกลับรถต่างๆ.....	118
5.1	ค่าอัตราการไหลอิมิตัวและลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถต่างๆ.....	120
5.2	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ.....	122
5.3	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก	122
5.4	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่า p -value และค่า R^2 ของสมการความสัมพันธ์ ระหว่างค่าอัตราการไหลอิมิตัวกับขนาดของปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถ ประเภทอยู่ระหว่างทางแยก.....	123
5.5	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร.....	124
6.1	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณ ไฟ.....	128
6.2	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถ ประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม.....	128
6.3	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่าง ทางแยก.....	129

ตารางที่

หน้า

6.4	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถ ประเภทอยู่ระหว่างทางแยก.....	130
6.5	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทมีตำรวจ จราจร.....	131
6.6	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถ ประเภทมีตำรวจจราจร.....	131
6.7	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพาน ข้ามทางแยก.....	132

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	จุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ที่มีความต้องการกลับรถสูง.....	2
2.1	การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยไม่มีช่องทางรอลี้ยว.....	6
2.2	การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยมีช่องทางรอลี้ยว.....	6
2.3	การเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางของถนนที่มีขอบทาง.....	8
2.4	การเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางของถนนที่ไม่มีขอบทาง.....	8
2.5	เส้นทางและรัศมีการเลี้ยวมาตรฐานของรถส่วนบุคคล.....	11
2.6	การไหลของกระแสจราจรระหว่างช่วงเวลาไฟเขียวจากการเข้าสู่ทางแยกแบบ อิมตัว.....	15
2.7	วิธีวาดเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถ.....	17
2.8	วิธีวาดเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถ.....	17
2.9	ตารางบันทึกค่าอัตราการไหลอิมตัวภาคสนาม.....	19
3.1	การหาเวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิง.....	22
3.2	เส้นกราฟสะสมแบบไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล.....	24
3.3	เส้นกราฟสะสมแบบคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล.....	24
3.4	การเปลี่ยนแปลงความชันของเส้นกราฟของเส้นโค้งสะสม.....	25
3.5	ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถแสดงค่า R_1 , R_2 , W_1 และ W_2	26
3.6	ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถแสดงค่า R'_1 , R'_2 , W_1 และ W_2	26
4.1	ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.....	33
4.2	จุดกลับรถบริเวณ ถ.พญาไท สีแยกปทุมวัน (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ).....	34
4.3	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิง เส้นของชุดข้อมูลที่ 4.....	35
4.4	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก).....	38
4.5	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิง เส้นของชุดข้อมูลที่ 2.....	40
4.6	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก).....	42
4.7	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิง เส้นของชุดข้อมูลที่ 4.....	44
4.8	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก).....	46

ภาพที่	หน้า
4.9	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 3..... 48
4.10	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)..... 51
4.11	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 17..... 52
4.12	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 112(รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)..... 54
4.13	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 9..... 56
4.14	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118(รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)..... 59
4.15	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 22..... 60
4.16	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118(รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)..... 63
4.17	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 10..... 64
4.18	จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)..... 67
4.19	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 15..... 68
4.20	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)..... 71
4.21	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 25..... 72
4.22	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)..... 74
4.23	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 11..... 76
4.24	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)..... 78
4.25	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 14..... 80
4.26	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 114 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)..... 83
4.27	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 8..... 84
4.28	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา-ลาดพร้าว(รถมุ่งหน้าทิศเหนือ) 86

ภาพที่	หน้า
4.29	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 23..... 87
4.30	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก) 90
4.31	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 9..... 92
4.32	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)..... 94
4.33	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 21..... 96
4.34	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)..... 99
4.35	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 17..... 100
4.36	จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)..... 103
4.37	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 14..... 104
4.38	จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)..... 107
4.39	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 17..... 108
4.40	จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)..... 110
4.41	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 4..... 112
5.1	ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ..... 121
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า R'_1 กับอัตราการไหลอิมิตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก..... 123
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า R'_2 กับอัตราการไหลอิมิตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก..... 123