การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัวบริเวณจุดกลับรถ

นาย กิตติพงศ์ สุนทราเดชอังกูร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Mr. Kittipong Soontradejungkoon

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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	การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัวบริเวณจุดกลับรถ
โดย	นายกิตติพงศ์ สุนทราเดชอังกูร
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม ชูจารุกุล)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ)

.... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติพงศ์ สุนทราเดชอังกูร: การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัวบริเวณจุดกลับรถ. (STUDY OF PHYSICAL FACTORS AFFECTING SATURATION FLOWS AT U-TURN LOCATIONS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ, 162 หน้า.

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....วิศวกรรมโยธา....... ลายมือชื่อนิสิต.......................................
สาขาวิชา .....วิศวกรรมโยธา....... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.......................
ปีการศึกษา ...2553.................

5070218421 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

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

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

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	Student's Signature ....
Field of Study : Civil Engineering	Advisor's Signature ....
Academic Year : 2010	

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยอุปการะเลี้ยงดู สั่งสอน อบรม ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมาจนทำให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ความสามารถและประสบความสำเร็จดังเช่นปัจจุบัน

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาและแนวทางในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เกษม ชูจารุกุล และศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ สำหรับคำปรึกษาวิทยานิพนธ์และความกรุณาที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการทำงานวิจัยและการประกอบอาชีพในอนาคต

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมการขนส่งทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือรวมทั้งให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.. ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ... จ

กิตติกรรมประกาศ.. ฉ

สารบัญ... ช

สารบัญตาราง... ฏ

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 อัตราการไหลอิ่มตัว.. 14

2.4 การใช้วิธีเส้นโค้งสะสมในการหาการไหลอิ่มตัว.. 16

2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล.. 17

บทที่ 3 ขั้นตอนการศึกษา... 20

3.1 แนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล... 20

3.2 วิธีการเก็บข้อมูล.. 21

3.2.1 การเก็บข้อมูลการไหลอิ่มตัวและชนิดของรถที่ทำการกลับรถ........................ 22

3.2.2 การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ....................................... 25

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 26

3.3.1 การสร้างแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวในการกลับรถ................................ 27

หน้า

3.3.1.1 การวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล... 27

3.3.1.2 การวิเคราะห์โดยคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล....... 28

3.3.2 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการกลับรถ.................... 29

3.3.3 การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถ…….. 30

บทที่ 4 การหาอัตราการไหลอิ่มตัวและค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล........................ 32

4.1 จุดกลับรถบริเวณ ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน (รถมุ่งหน้าทิศ เหนือ)................. 34

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ... 34

4.1.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 35

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 35

4.2 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศ ตะวันตก)…….. 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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4.6.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 55
4.6.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 55
4.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 55
4.7 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)….. 58
4.7.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 58
4.7.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 59
4.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 59
4.8 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)……. 62
4.8.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 62
4.8.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 63
4.8.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 63
4.9 จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)………………… 66
4.9.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 66
4.9.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 67
4.9.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 67
4.10 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)……. 70
4.10.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 70
4.10.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 70
4.10.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 71
4.11 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)…………… 74
4.11.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 75
4.11.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 75
4.11.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 75
4.12 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)…….. 78
4.12.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 79
4.12.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 79
4.12.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 79
4.13 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 114 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)……. 82
4.13.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4.13.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 82
4.13.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 83
4.14 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา - ลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)………………………………………………………………………… 86
4.14.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ... 86
4.14.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 87
4.14.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 88
4.15 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)………………………………………………………………………… 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) (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)………………………………………………………………………… 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) (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)………………………………………………………………………… 98
4.17.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ... 98
4.17.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 98
4.17.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 98
4.18 จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)………………………………………………………………………... 102
4.18.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ... 102
4.18.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 102
4.18.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 103
4.19 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)…………… 106
4.19.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ... 106
4.19.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 106

หน้า

4.19.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 107
4.20 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)…………… 110
4.20.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ.. 110
4.20.2 การเก็บข้อมูลการจราจร.. 111
4.20.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.. 111
4.21 การหาค่าเฉลี่ยค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของจุดกลับรถแต่ละประเภท………………………………………………………………………… 114
4.22 การหาค่าอัตราการไหลอิ่มตัว………………………………………………… 117
บทที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับปัจจัยทางกายภาพ…... 120
5.1 จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม……………………………………. 121
5.2 จุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก………………………………………… 122
5.3 จุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม…………………………………… 124
5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับปัจจัยทางกายภาพ………………………………………………………………………… 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	ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกลับรถบนถนนสายหลัก........	7
2.2	ความกว้างขั้นต่ำ (ฟุต) ของเกาะกลางในการกลับรถสำหรับถนน 4 ช่องจราจร.	9
2.3	ระยะในการมองเห็นจุดกลับรถที่เปลี่ยนแปลงตามความเร็วของรถ……………	10
2.4	ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางทางหลวง………………………………………	10
2.5	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดเบา รถชนิดหนัก และรถจักรยานยนต์…………………………………………………………………	18
3.1	ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ……………………………………………	21
3.2	เวลาสะสมในการผ่านเส้นอ้างอิงของรถ……………………….……………..	23
3.3	ค่าการไหลอิ่มตัวของการกลับรถบนถนนพญาไทบริเวณสี่แยกปทุมวัน (ค่าสมมติ)………………………………………………………………….......	28
4.1	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 4……………	36
4.2	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. พญาไท สี่แยกปทุมวัน……………………………………………………..…	36
4.3	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 2………….....	39
4.4	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103…………………………………………………………	40
4.5	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 4……………..	44
4.6	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103…………………………………………………………	45
4.7	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCE ของชุดข้อมูลที่ 3……………..	48
4.8	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามอินทรา หน้าซอย 14………………………………………………………	49
4.9	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของ ชุดข้อมูลที่ 17……………	52
4.10	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา……………………………………..……	53
4.11	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 9……………...	56
4.12	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 112…………………………………………….......…	56

ตารางที่		หน้า
4.13	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 22…………..	60
4.14	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 118…………………………………………………..….	61
4.15	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 10…………..	64
4.16	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 118………………………………………………….....	65
4.17	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 15…………..	68
4.18	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21………………………………………………………...	69
4.19	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 25…………..	71
4.20	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 96………………………………………………………	72
4.21	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 11…………..	76
4.22	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44……………………………………………………..…...	76
4.23	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 14………….....	80
4.24	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 62……………………………………………………….	81
4.25	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 8……………...	83
4.26	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 114………………………………………………………	85
4.27	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 23…………...	87
4.28	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ใกล้สี่แยกรัชดา-ลาดพร้าว……………………………………………………….…	88
4.29	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 9……………...	91
4.30	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว………………………………………………	93
4.31	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 21…………...	95
4.32	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5……………………………………………………..…..	96

ตารางที่		หน้า
4.33	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17…………....	99
4.34	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5…………………………………………………..……	100
4.35	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 14…………....	103
4.36	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าเขตบึงกุ่ม…………………………………………………………	105
4.37	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17…………....	107
4.38	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 93…………………………………………………………	109
4.39	เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 4…..………....	111
4.40	ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 26…………………………………………………………	112
4.41	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภท……………………………………………	115
4.42	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้บางจุดกลับรถ……………………………………………………………..	116
4.43	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ค่าการไหลอิ่มตัวก่อนและหลังการปรับแก้ของจุดกลับรถต่างๆ……………………………………………………………..	118
5.1	ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวและลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถต่างๆ…………	120
5.2	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ........	122
5.3	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก	122
5.4	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่า *p-value* และค่า R^2 ของสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลอิ่มตัวกับขนาดของปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก……………………………………………………..	123
5.5	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละตัวของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร......	124
6.1	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ………………………………………………………………………......	128
6.2	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม………………………………………………..	128

ตารางที่		หน้า
6.3	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก…………………………………………………………………	129
6.4	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก……………………………………………………..	130
6.5	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร……………………………………………………………………………	131
6.6	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร………………………………………………………………..	131
6.7	จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก……………………………………………………………………..	132

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	จุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ที่มีความต้องการกลับรถสูง..................................	2
2.1	การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยไม่มีช่องทางรอเลี้ยว................................	6
2.2	การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยมีช่องทางรอเลี้ยว...................................	6
2.3	การเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางของถนนที่มีขอบทาง................................	8
2.4	การเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางของถนนที่ไม่มีขอบทาง.............................	8
2.5	เส้นทางและรัศมีการเลี้ยวมาตรฐานของรถส่วนบุคคล…………………………	11
2.6	การไหลของกระแสจราจรระหว่างช่วงเวลาไฟเขียวจากการเข้าสู่ทางแยกแบบอิ่มตัว……………………………………………………………………….....	15
2.7	วิธีวาดเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถ………………………	17
2.8	วิธีวาดเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถ................................	17
2.9	ตารางบันทึกค่าอัตราการไหลอิ่มตัวภาคสนาม...	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 สี่แยกปทุมวัน (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)………………	34
4.3	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 4………………………………………………………………	35
4.4	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)………..	38
4.5	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 2………………………………………………………………	40
4.6	จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)………	42
4.7	เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 4………………………………………………………………	44
4.8	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)………	46

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

ภาพที่		หน้า
4.28	จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา-ลาดพร้าว(รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)	86
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 กับอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก………………………………………………………………	123
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า R'_2 กับอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก………………………………………………………………	123

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันถนนสายหลักที่มีอยู่ในประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตเมืองขนาดใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้น เป็นถนนที่มีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมากอีกทั้งยังมีถนนสายรองหรือซอยอีกเป็นจำนวนมากและมีทางแยกที่ค่อนข้างอยู่ห่างกัน จึงอาจไม่สามารถเข้าถึงจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางในการเดินทางได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นรถที่ออกมาจากถนนสายรองอาจต้องมีการกลับรถเพื่อเปลี่ยนทิศทางการจราจรไปยังทิศทางที่ต้องการ ทำให้เกิดปริมาณความต้องการในการกลับรถมาก ซึ่งการกลับรถนั้นจะส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรทั้งในทิศทางเดียวกันและในฝั่งตรงข้าม ดังนั้นการออกแบบจุดกลับรถที่ดีและมีประสิทธิภาพจะช่วยลดความล่าช้าและเพิ่มการไหลอิ่มตัวในการกลับรถได้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาถึงผลกระทบของการกลับรถที่มีต่อความจุของรถทางตรงในฝั่งเดียวกัน พฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจรของรถทางตรงเมื่อใกล้ถึงจุดกลับรถ (เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช, 2550) ระยะห่างระหว่างรถในขณะทำการกลับรถ (ธีระพล ลดาลลิตสกุล, 2548) การหาความจุและความล่าช้าเฉลี่ยของการกลับรถโดยขึ้นอยู่กับ ระยะห่างวิกฤต (critical gap) ของรถที่สวนมาจากฝั่งตรงข้าม (Al-Masaeid,1999) และถึงแม้ในคู่มือการออกแบบถนน (California Department of Transportation, 2006) จะมีการกำหนดมาตรฐานในการออกแบบการเปิดเกาะกลางถนน แต่ก็จะเน้นไปที่การเปิดเกาะกลางที่ทางแยกเพื่อการเลี้ยวเท่านั้น อีกทั้งยังเป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาสำหรับใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีข้อแตกต่างกับประเทศไทยค่อนข้างมาก ได้แก่ พฤติกรรมการขับรถที่แตกต่างจากคนไทย ลักษณะและขนาดของรถยนต์ส่วนใหญ่ ข้อจำกัดทางด้านพื้นที่และการเวนคืนที่ดินของประเทศไทยที่ทำให้จุดกลับรถส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบของสหรัฐอเมริกา ซึ่งในประเทศไทยเองนั้น ก็ยังไม่มีมาตรฐานในการออกแบบจุดกลับรถที่ตายตัวและยังไม่มีการศึกษาถึงปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของการกลับรถ ซึ่งเป็นปริมาณการจราจรสูงสุดหรือความจุของช่องทางกลับรถนั้น หากไม่มีรถวิ่งสวนทางเข้ามา และค่าอัตราการไหลอิ่มตัวนี้สามารถใช้ในการเปรียบเทียบผลของการออกแบบจุดกลับรถที่มีปัจจัยทางกายภาพต่างกันได้

ภาพที่ 1.1 เป็นภาพแสดงจุดกลับรถโดยทั่วไปในกรุงเทพมหานคร จะสังเกตได้ว่า อัตราการไหลอิ่มตัวของการกลับรถนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและประเภทของรถ ความกว้างของช่องเปิดเกาะกลาง ความกว้างของช่องทางรอกลับรถ ความกว้างของช่องทางจราจรฝั่งที่สวนมา รัศมีความโค้งของหัวเกาะกลาง ระยะในการมองเห็นจุดกลับรถ และการวางตำแหน่ง

จุดกลับรถไว้ใต้สะพานข้ามทางแยก เป็นต้น ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจะทำการศึกษา สังเกตการณ์ และเก็บข้อมูลอัตราการไหลอิ่มตัวตามจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน และนำเอาข้อมูลที่ได้ มาสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อหาว่าปัจจัยทางกายภาพใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัวในการกลับรถ เพื่อเป็นแนวทางสู่การออกแบบจุดกลับรถที่เหมาะสม และสามารถอ้างอิงเป็นมาตรฐานในอนาคตต่อไป

ภาพที่ 1.1 จุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ที่มีความต้องการกลับรถสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถที่มีลักษณะกายภาพแตกต่างกัน
2. เพื่อหาแบบจำลองความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทย
3. เพื่อหาแนวทางในการออกแบบจุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทย
4. เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Equivalent) ของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน
5. เพื่อศึกษาผลของการขับรถตามกัน (car-following) ต่อเวลารวมที่ใช้ในการกลับรถ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยการเก็บข้อมูลจากจุดกลับรถจำนวน 20 จุด โดยกำหนดให้ครอบคลุมจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน เพื่อความครบถ้วนของข้อมูล โดยทำการเก็บข้อมูลจากรถที่ทำการกลับรถ ได้แก่ เวลาและชนิดที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ เพื่อใช้ในการหาอัตราการไหลอิ่มตัว ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล และผลของการตามกันของรถที่ทำการกลับรถ จากนั้นจึงหาลักษณะทางกายภาพ เช่น ความกว้างช่องทางรอเลี้ยว ความกว้างช่องทางจราจร ความกว้างของช่องเปิดเกาะกลาง ความกว้างของเกาะกลาง เป็นต้น โดยได้คัดเลือกเฉพาะจุดกลับรถที่ไม่มีรถสวนมาจากฝั่งตรงข้าม ซึ่งเกิดจากการที่มีสัญญาณไฟหรือตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นค่าการไหลอิ่มตัวที่แท้จริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวมาตรฐานของจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน
2. ได้แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถกับอัตราการไหลอิ่มตัว เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ทำนายอัตราการไหลอิ่มตัวที่เกิดขึ้น จากการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะกายภาพเหล่านี้
3. เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการออกแบบจุดกลับรถในประเทศไทยต่อไป
4. ได้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดต่างๆ ที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน
5. เพื่อศึกษาว่าการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถ มีผลต่อเวลารวมในการกลับรถหรือไม่

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษามาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถทั้งในประเทศไทยและจากต่างประเทศและศึกษาแบบจำลองการหาความจุในการกลับรถ
2. ทำการสำรวจจุดกลับรถต่าง ๆ รอบพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อทำการคัดเลือกตัวอย่างที่เหมาะสมในการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม
3. ทำการเก็บข้อมูลจากจุดกลับรถจำนวน 20 จุด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความกว้างของช่องเปิดเกาะกลาง ความกว้างช่องทางรอเลี้ยว ความกว้างของเกาะกลาง ความกว้างของช่องจราจร และจุดกลับรถอยู่ใต้สะพาน

หรือไม่ เป็นต้น โดยการใช้กล้องวีดีทัศน์เก็บข้อมูลปริมาณรถและนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

4. วิเคราะห์หาอัตราการไหลอิ่มตัวด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น
5. วิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดต่างๆ ของจุดกลับรถประเภทต่างๆ
6. สร้างแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวของการกลับรถ โดยใช้ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวที่ถูกปรับแก้จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
7. วิเคราะห์หาแบบจำลองการตามกันของรถในการกลับรถ
8. สรุปผลและจัดทำข้อเสนอแนะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงมาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในปัจจุบันทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ จากนั้นทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การพัฒนาแบบจำลองการหาความจุของการกลับรถซึ่งไม่ได้เน้นไปที่ผลกระทบจากลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ การพัฒนาแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวที่ทางแยก และนำเสนอวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวต่อไป

2.1 มาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในปัจจุบัน

จุดกลับรถนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบถนน ซึ่งในปัจจุบันมีหลายหน่วยงานได้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับจุดกลับรถนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และมาตรฐานนี้ก็ได้นำมาประยุกต์ใช้กับถนนในประเทศไทย ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1 มาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในต่างประเทศ

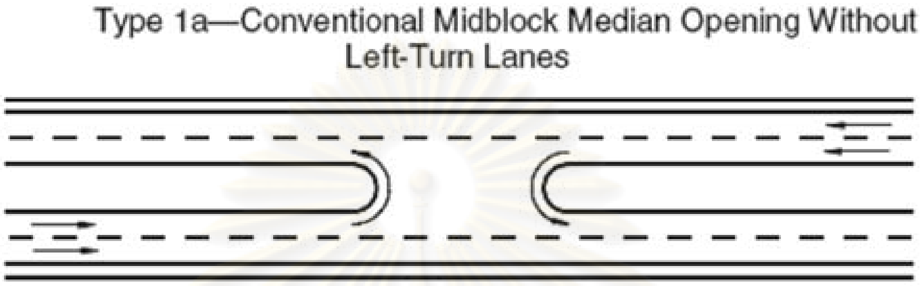
คู่มือการออกแบบถนน (California Department of Transportation, 2006) ได้นำเสนอมาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถ โดยได้กำหนดมาตรฐานในการออกแบบเกาะกลางถนนให้ระยะความกว้างของเกาะกลางซึ่งวัดจากขอบด้านในของถนนทั้ง 2 ด้านนั้นแตกต่างกันไปโดยขึ้นกับประเภทของทางหลวง ต้นทุนการก่อสร้าง ลักษณะภูมิประเทศ และความกว้างของช่องทางเดินรถ อย่างไรก็ตามข้อกำหนดความกว้างดังกล่าวอาจปรับเปลี่ยนได้ในอนาคตเนื่องมาจากรูปแบบการใช้ทาง ประเภทของรถ และลักษณะการใช้พื้นที่ที่เปลี่ยนไป

จากรายงานการวิจัยทางหลวงร่วมแห่งชาติเรื่องความปลอดภัยในการกลับรถบริเวณจุดเปิดเกาะกลางที่ไม่มีสัญญาณไฟ (Transportation Research Board, 2004) ได้แบ่งประเภทของการออกแบบการเปิดเกาะกลางถนนตามปัจจัยทางด้านลักษณะทางกายภาพ มุมในการเข้ามาของรถ ลักษณะการมีช่องทางเลี้ยวซ้ายหรือช่องทางรอเลี้ยว และลักษณะการมีช่องทางเผื่อในการกลับรถติดกับช่องทางด้านนอกสุด ออกเป็น 7 ประเภท ซึ่งมี 1 ประเภทที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบจุดกลับรถที่มีใช้ในประเทศไทยโดยไม่มีการออกแบบเพื่อการเลี้ยวเข้ามาเกี่ยวข้อง เรียกว่าการเปิดเกาะกลางแบบธรรมดา (conventional midblock median opening)

จุดกลับรถประเภทนี้ออกแบบเพื่อให้รถทำการกลับรถโดยไม่มีการกั้นแบ่งระหว่างรถทั้ง 2 ทิศทางในจุดกลับรถเดียวกัน ซึ่งตำแหน่งที่เหมาะสมคืออยู่ระหว่าง 2 ทางแยกบนถนนสายหลัก เพื่อลดปริมาณรถที่ทำการกลับรถหรือลดปริมาณรถที่เลี้ยวซ้ายโดยตรงบริเวณทางแยก

ซึ่งเหมาะสำหรับปริมาณการกลับรถที่น้อยและมีการรบกวนจากรถในฝั่งตรงข้ามน้อย และสามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ประเภท แต่ที่มีใช้ในประเทศไทยทั้งถนนที่เป็นของกรมทางหลวงและของกรุงเทพมหานครมีเพียง 2 ประเภท ดังนี้

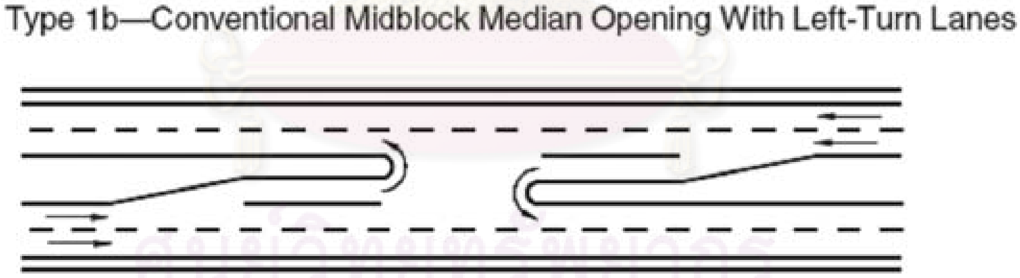
- ประเภท 1a การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยไม่มีช่องทางรอเลี้ยว (conventional midblock median opening without left-turn lanes) ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยไม่มีช่องทางรอเลี้ยว

ที่มา : California Department of Transportation (2006)

- ประเภท 1b การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยมีช่องทางรอเลี้ยว (conventional midblock median opening with left-turn lanes) ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การเปิดเกาะกลางแบบธรรมดาโดยมีช่องทางรอเลี้ยว

ที่มา : California Department of Transportation (2006)

อนึ่งรายงานการวิจัยทางหลวงร่วมแห่งชาติของคณะกรรมการวิจัยด้านการขนส่งยังได้กล่าวถึงระยะทางในการมองเห็นทางแยก (intersection sight distance) ว่ามีความเกี่ยวข้องต่อการพิจารณาในการออกแบบการเปิดเกาะกลางถนน เกาะกลางถนนมีขนาดกว้างพอที่จะสร้างช่องทางรองรับรถที่รอเลี้ยว ระยะทางในการมองเห็นทางแยกที่ต้องการจะต้องสามารถพิจารณาแยกระหว่าง 2 ทิศทางของถนนโดยอิสระต่อกันได้ และจากมุมมองในการออกแบบนี้ ผู้ขับรถที่มีระยะทางในการมองเห็นทางแยกไม่เพียงพอ อาจจะต้องขับรถอยู่ในกระแส

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจราจรปกติ เพื่อเพิ่มมุมมองในการมองเห็นทางแยกนั้น หรืออาจตัดสินใจเพื่อเลี้ยวไม่ทันช่องว่างในกระแสการจราจรที่ต้องการ และอีกปัจจัยหนึ่งที่รายงานการวิจัยทางหลวงร่วมแห่งชาติได้คำนึงถึงคือจำนวนช่องทางการจราจร โดยกล่าวว่าจำนวนช่องทางการจราจรมีผลต่อสมรรถภาพในการกลับรถ และเป็นจุดวิกฤตที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบจุดกลับรถบนถนนสายหลักที่มีเกาะกลางแคบ โดยยกตัวอย่างว่าถนนสายหลัก 4 ช่องจราจรอาจจำเป็นต้องมีช่องทางเผื่อในการกลับรถ ติดกับช่องทางด้านนอกสุด หรือมีทางช่วยรูปที่จับเหยือก แต่ในกรณีของถนนสายหลัก 6 ช่องจราจรอาจไม่จำเป็นต้องมีโดยไม่ต้องคำนึงถึงความกว้างของเกาะกลางถนนด้วย

จากผลงานเรื่องผลประโยชน์ทางด้านความปลอดภัยการฟื้นฟูและการดำเนินการการกลับรถที่เกาะกลางถนนของสำนักบริหารทางหลวงกลาง กรมการขนส่งแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Transportation: USDOT, 2007) ได้กำหนดความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกลับรถบนถนนสายหลักไว้ดังตารางที่ 2.1

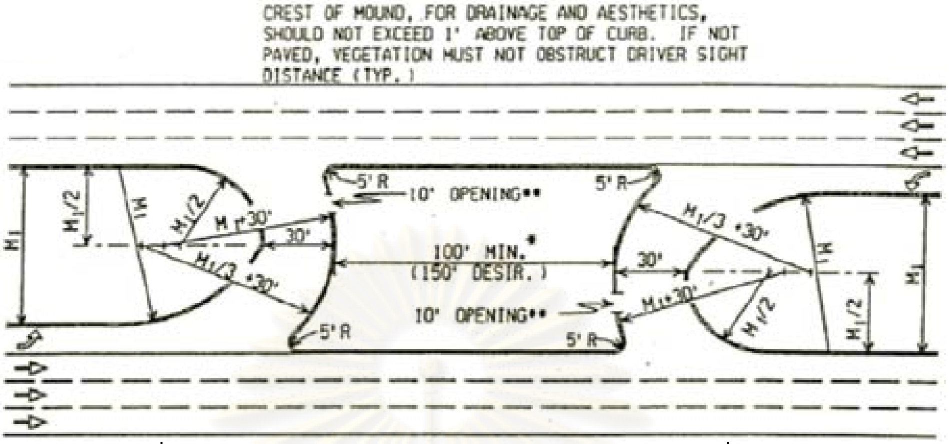
ตารางที่ 2.1 ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกลับรถบนถนนสายหลัก
ที่มา : U.S. Department of Transportation (2007)

Type of Maneuver	P	SU	BUS	WB-50	WB-60
	Length of Design Vehicle, m (ft)				
	5.8 (19)	9.1 (30)	12.2 (40)	16.8 (55)	21.3 (70)
Left Lane to Inner Lane	13.4 (44)	23.2 (76)	24.4 (80)	25(82)	25(82)
Left Lane to 2nd Lane	9.8 (32)	19.5 (64)	20.7 (68)	21.3 (70)	21.3 (70)
Left Lane to 3rd Lane	6.7 (22)	16.5 (54)	17.7 (58)	18.3 (60)	18.3 (60)

Where : P = passenger car
SU = Single-unit truck
WB-50 = Semitruck medium size
WB-60 = Semitruck large size

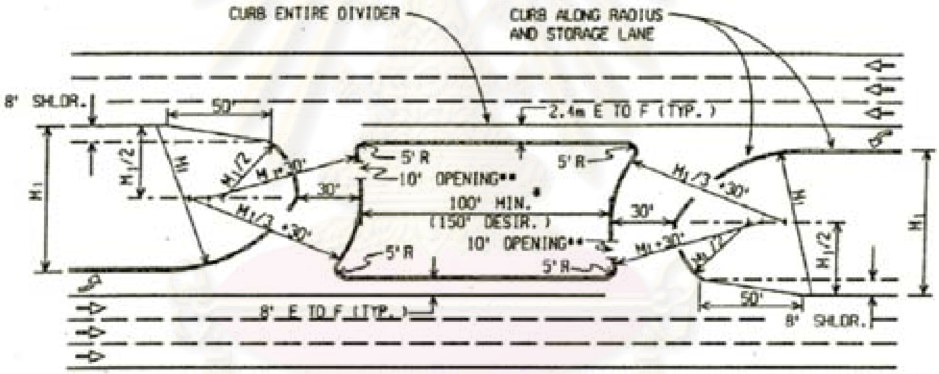
จากนั้นกรมการขนส่งแห่งชาติสหรัฐอเมริกาได้เสนอแนะว่าการเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางทำให้จุดกลับรถมีประสิทธิภาพทั้งทางด้านการจราจรและความปลอดภัยกว่าการเปิดเกาะกลางแบบธรรมดา ภาพที่ 2.3 และ 2.4 แสดงแนวทางของกรมการขนส่งรัฐมิชิแกน เพื่อการออกแบบการเปิดเกาะกลางเพื่อการกลับรถแบบแบ่งทิศทาง โดยกำหนดอัตราส่วนของรัศมีของหัวเกาะกลางในตำแหน่งต่างๆกันต่อความกว้างของเกาะกลาง อีกทั้งกำหนดความยาวและรัศมีของมุมของเกาะที่แบ่งรถออกเป็น 2 ทิศทาง และกำหนดความกว้างของช่องทางกลับรถอีกด้วย โดย

ภาพที่ 2.3 เป็นแนวทางออกแบบของถนนที่มีขอบทาง และภาพที่ 2.4 เป็นแนวทางออกแบบของถนนที่ไม่มีขอบทาง



ภาพที่ 2.3 การเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางของถนนที่มีขอบทาง

ที่มา : U.S. Department of Transportation (2007)



ภาพที่ 2.4 การเปิดเกาะกลางแบบแบ่งทิศทางของถนนที่ไม่มีขอบทาง

ที่มา : U.S. Department of Transportation (2007)

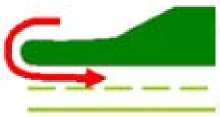
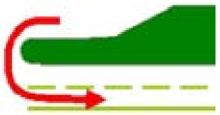
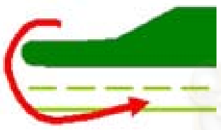
คู่มือการออกแบบเกาะกลางถนนของกรมการขนส่งรัฐฟลอริดา (Florida Department of Transportation,2006) ได้กล่าวถึงแนวทางการออกแบบความกว้างของเกาะกลางที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการกลับรถ ดังตารางที่ 2.2 สำหรับถนน 4 ช่องจราจร จะเห็นว่าการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถแล้วไม่ล้ำเข้าไปสู่ช่องทางด้านนอกของอีกฝั่งหนึ่งต้องมีความกว้างของเกาะกลาง 42 ฟุต (12.6 เมตร) การที่จะกลับรถแล้วเข้าสู่ช่องทางด้านนอกโดยไม่ล้ำเข้าสู่ไหล่ทางต้องมีความกว้างของเกาะกลาง 30 ฟุต (9 เมตร) และการที่จะกลับรถแล้วล้ำเข้าไปสู่ไหล่ทางต้องมีความกว้างของเกาะกลาง 20 ฟุต (6 เมตร) แต่สำหรับถนน 6 ช่องจราจรส่วนมากจะมีความกว้างของเกาะกลาง 20 ฟุต (6 เมตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกลับรถคือระยะในการมองเห็นจุดกลับรถ โดยคู่มือการออกแบบเกาะกลางถนนของกรมการขนส่งรัฐฟลอริดา ได้คำนวณระยะในการมองเห็นที่เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของรถ โดยมีสมมติฐานว่าผู้ขับขี่มีระยะเวลาในการตอบสนองหลังจากรับรู้ (Reaction time) เท่ากับ 2 วินาที มีการสูญเสียเวลาเพิ่มขึ้นในการเลี้ยวกลับรถ เริ่มเร่งความเร็วจากหยุดนิ่งที่การกลับรถสิ้นสุด ปัจจัยจากระยะห่าง (clearance factor) เท่ากับ 50 ฟุต (15 เมตร) โดยได้แสดงค่าออกมาดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ความกว้างขั้นต่ำ (ฟุต) ของเกาะกลางในการกลับรถสำหรับถนน 4 ช่องจราจร

ที่มา : Florida Department of Transportation (2006)

	Measures in feet	Passenger P	Single Unit SU	Semi Trailer WB-50
	Turn Lane to Inner Lane	42	75	83
	Turn Lane to Outer Lane	30	63	71
	Turn Lane to Shoulder	20	53	61

รายงานการวิจัยทางหลวงร่วมแห่งชาติของคณะกรรมการวิจัยด้านการขนส่ง เรื่อง ความปลอดภัยในการกลับรถบริเวณจุดเปิดเกาะกลางที่ไม่มีสัญญาณไฟ ได้สำรวจผู้รับเหมาก่อสร้างที่มีหน้าที่ก่อสร้างจุดกลับรถ พบว่ามีจำนวนร้อยละ 16 ที่มีนโยบายอย่างเป็นทางการในการออกแบบจุดกลับรถ ซึ่งส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากมาตรฐานของสมาคมทางหลวงรัฐและการขนส่งแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (AASHTO) ซึ่งปัจจัยที่คำนึงถึงในการออกแบบ ได้แก่

- ความกว้างของเกาะกลาง ขึ้นอยู่กับประเภทของรถ
- เงื่อนไขของการจราจร ได้แก่ ปริมาณของรถประเภทต่างๆ การเลี้ยวในชั่วโมงเร่งด่วน
- ระยะในการมองเห็น
- ความสามารถในการเริ่มและสิ้นสุดการกลับรถภายในช่องทางในสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ความถี่ในการเกิดอุบัติเหตุ
- ตำแหน่งของจุดกลับรถ
- การมีอยู่ของช่องทางรอเลี้ยวซ้าย

ตารางที่ 2.3 ระยะในการมองเห็นจุดกลับรถที่เปลี่ยนแปลงตามความเร็วของรถ

ที่มา : Florida Department of Transportation (2006)

Sight Distance for U-Turn at Unsignalized Median Opening	
Speed (km/h)	Sight Distance (m)
60	160
70	200
80	260
90	380
100	470

จากคู่มือรูปแบบและมาตรฐานการออกแบบทางหลวง (Planning Commission Government of India, 2010) ได้แนะนำความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางสำหรับถนนทางหลวง 4 ช่องจราจรในประเทศอินเดีย โดยจำแนกตามประเภทของการใช้พื้นที่และประเภทของความลาดชันของทางหลวงดังแสดงในตารางที่ 2.4

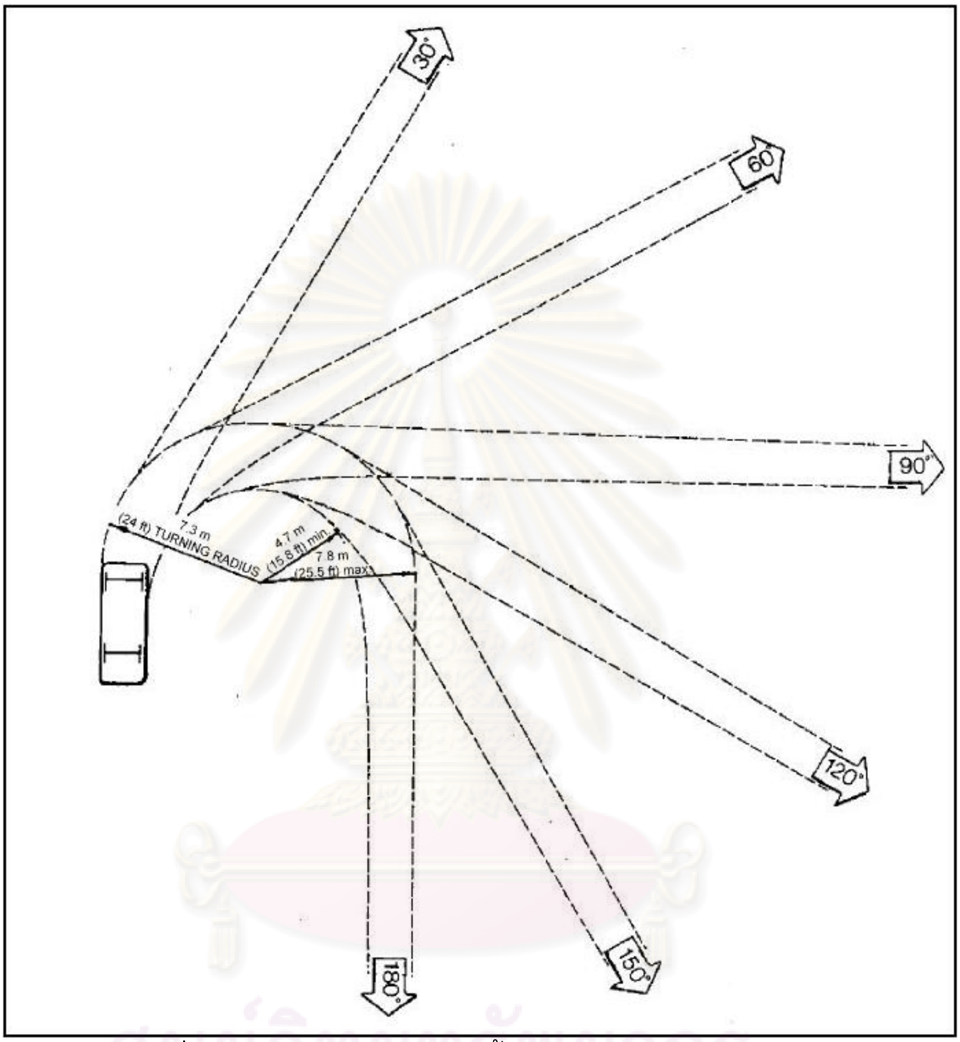
ตารางที่ 2.4 ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางทางหลวง

ที่มา : Planning Commission Government of India (2010)

Type of Section	Minimum Width of Median (m)		
	Plain and Rolling terrain		Mountainous and Steep terrain
	Raised median	Depressed median	Raised median
Open country with isolated built up area	4.5	7.0	2.0
Built up area	2.0	Not Applicable	2.0
Approach to grade separated structures	4.5	Not Applicable	2.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากงานวิจัยเรื่องการออกแบบสถานที่จอดรถและการเดินรถสำหรับรถส่วนบุคคล (U.S. Department of Defense, 2004) ได้เสนอค่ามากที่สุดของรัศมีวงเลี้ยวด้านนอกในกรณีที่รถส่วนบุคคลทำการเลี้ยว 180 องศา ไว้เท่ากับ 7.8 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 เส้นทางและรัศมีการเลี้ยวมาตรฐานของรถส่วนบุคคล

ที่มา : U.S. Department of Defense (2004)

2.1.2 มาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในประเทศไทย

สำหรับมาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในประเทศไทยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมุ่งเน้นเฉพาะจุดกลับรถในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่านั้น ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบการออกแบบถนนส่วนใหญ่ในกรุงเทพมหานคร คือสำนักงานออกแบบ สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร จากการสัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากสำนักงานออกแบบพบว่า สำนักงานไม่มีมาตรฐานในการออกแบบจุดกลับรถของหน่วยงานเอง แต่ออกแบบโดยอ้างอิงตามมาตรฐานของ

สมาคมทางหลวงรัฐและการขนส่งแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (AASHTO) โดยนำมาปรับใช้ตามความเหมาะสมของข้อจำกัดในกรุงเทพมหานคร ได้แก่

- พิจารณารัศมีการเลี้ยวของรถใหญ่ที่สุดที่กลับรถที่จุดนั้นเป็นประจำเป็นหลัก
- ความกว้างของการเปิดเกาะกลางเพื่อการกลับรถประมาณ 10 เมตร ต่อ 1 ทิศทางการกลับรถ
- พิจารณาข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ในบริเวณนั้น ปัญหาพื้นที่ไม่เพียงพอ ปัญหาการเวนคืนที่ดิน
- ถนนที่มีความกว้างของช่องทางจราจรมากพอ อาจมีช่องทางสำหรับรอกลับรถเพื่อไม่ให้รบกวนกระแสการจราจรในทางตรง

จากงานวิจัยเรื่องการศึกษาความปลอดภัยบริเวณจุดกลับรถในกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง (วัฒนวงศ์ รัตนวราห,2551) ได้ศึกษาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุของจุดกลับรถในกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียงโดยวิธีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (accident frequency) วิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (accident rate) และวิธีควบคุมคุณภาพอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (rate quality control) พบว่าจุดกลับรถบนถนนเทพารักษ์ (ทางหลวงหมายเลข 3268) ช่วงหลักกิโลเมตรที่ 4+700 ของจังหวัดสมุทรปราการเป็นจุดกลับรถที่อันตรายที่สุดในพื้นที่การศึกษา จากนั้นได้วิเคราะห์จุดกลับรถอันตรายโดยเทคนิคความขัดแย้งทางจราจร (Traffic Conflict Technique) เพื่อให้ทราบรูปแบบการเคลื่อนตัวที่อันตรายที่สุดในบริเวณจุดกลับรถอันตราย และได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขโดยให้เพิ่มช่องทางวิ่งให้รถทางตรงสามารถหลบรถที่รอกลับรถได้อีก 1 ช่องทางวิ่ง พร้อมทั้งปักป้ายเตือนแก่ผู้ขับขี่ที่ผ่านจุดกลับรถอันตราย ซึ่งงานวิจัยนี้เน้นไปที่การศึกษาเพื่อลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถที่มีผลต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตามในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่มุ่งเน้นไปที่เรื่องการเกิดอุบัติเหตุ จะมีขอบเขตเพียงแค่การหาการไหลอิ่มตัวเท่านั้น

2.2 แบบจำลองการหาความจุที่เกี่ยวข้องกับการกลับรถ

แบบจำลองการหาความจุที่เกี่ยวข้องกับการกลับรถในงานวิจัยที่ผ่านมาจะมุ่งเน้นไปที่การหาความจุในการกลับรถที่มีผลมาจากการไหลของกระแสการจราจรทางตรง และบางงานวิจัยได้ศึกษาหาผลกระทบของการกลับรถต่อความจุของรถทางตรง ดังนั้นจึงยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงความจุหรือศึกษาถึงการไหลอิ่มตัวในการกลับรถที่มีผลมาจากลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

Al-Masaeid (1999) ได้ทำการวิจัยเรื่องความจุในการกลับรถที่ช่องเปิดเกาะกลาง ซึ่งได้ศึกษาบริเวณทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟบนถนนที่มีเกาะกลางในประเทศจอร์แดน โดยพัฒนาสมการถดถอยเพื่อทำนายความจุในการกลับรถโดยคำนึงถึงผลกระทบจากรถทางตรงทั้ง 2 ทิศทาง ซึ่งได้แบบจำลองออกมาดังนี้

$$C = 799 - 0.31\, q_c \qquad (2.1)$$

$$C = 1{,}545 - 790\, e^{(q_C/3{,}600)} \qquad (2.2)$$

$$C = 799 - 0.62\, q_{cp} \qquad (2.3)$$

โดยที่ C คือ ความจุในการกลับรถของหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมง (PCU/hr)

q_c คือ การไหลของกระแสการจราจรที่รบกวนต่อ 2 ช่องทาง (PCU/hr)

q_{cp} คือ การไหลของกระแสการจราจรที่รบกวนต่อ 1 ช่องทาง (PCU/hr)

Al-Masaeid ได้สรุปว่าความจุและความล่าช้าเฉลี่ยในการกลับรถ มีผลกระทบโดยตรงจากการไหลของกระแสการจราจรในทางตรง ส่วนรูปแบบสมการในการหาความจุที่ดีที่สุดคือสมการเส้นตรงและรูปแบบสมการในการหาความล่าช้าเฉลี่ยที่ดีที่สุดคือสมการเลขยกกำลัง (exponential equation)

จากงานวิจัยเรื่องค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถที่ทำการกลับรถและการใช้ประโยชน์ช่องทางบริเวณจุดกลับรถที่ไม่มีช่องทางรอเลี้ยว (ธีระพล ลดาลลิตสกุล, 2548) ได้หาผลกระทบของการกลับรถต่อความจุของรถทางตรงในช่องทางกลางซึ่งเป็นช่องทางที่ติดกับช่องทางรอกลับรถ โดยการเปรียบเทียบความจุที่มากที่สุดที่ได้จากการเก็บข้อมูล กับความจุที่ได้จากทฤษฎีของคู่มือความจุถนน (Transportation Research Board, 2000) โดยทำการเก็บข้อมูลที่ตำแหน่ง 50 เมตร ก่อนถึงจุดกลับรถ ซึ่งผลที่ได้พบว่าความจุที่มากที่สุดจากการเก็บข้อมูลเท่ากับ 1,896 PCU/hr ขณะที่ค่าจากทฤษฎีเท่ากับ 1,978 PCU/hr (ค่าจากทฤษฎีได้จากปริมาณการจราจรบริเวณนั้น 2,000 PCU/hr คูณกับค่าปรับแก้จากความกว้างของช่องทางจราจรซึ่งเท่ากับ 0.989) ซึ่งจะได้ว่าค่าจากการเก็บข้อมูลต่ำกว่าค่าจากทฤษฎีอยู่ร้อยละ 4.15 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนช่องทางจราจรเมื่อใกล้ถึงจุดกลับรถ

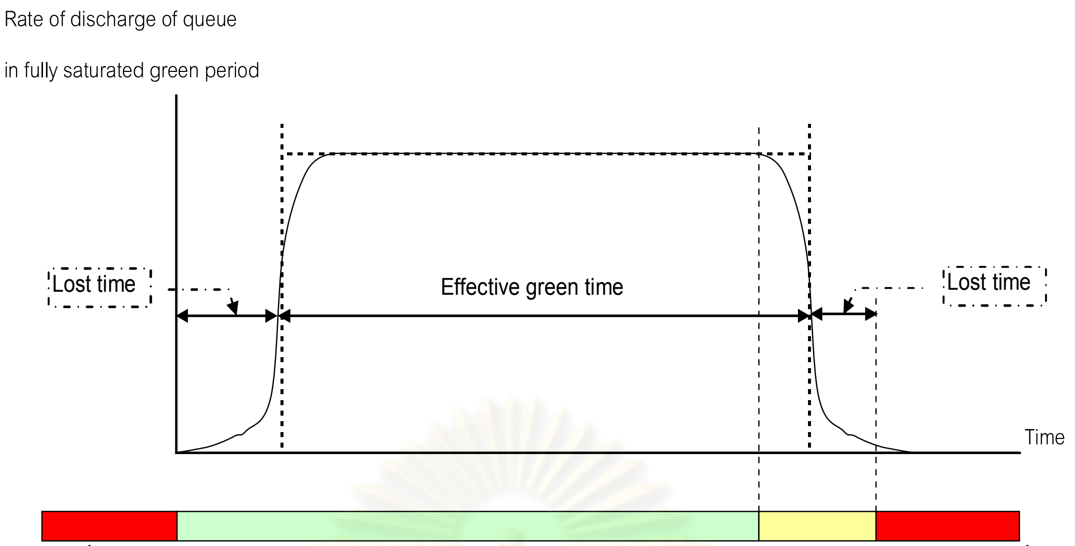
ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 อัตราการไหลอิ่มตัว

จากหัวข้อที่ผ่านมาเรื่องแบบจำลองการหาความจุที่เกี่ยวข้องกับการกลับรถนั้น แบบจำลองส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความจุในการกลับรถ โดยคำนึงถึงผลกระทบจากกระแสการจราจรฝั่งตรงข้าม แต่ยังไม่ได้พิจารณาถึงการไหลอิ่มตัวซึ่งเป็นอัตราการเคลื่อนตัวของกระแสจราจรสูงสุด โดยไม่มีการรบกวนจากทิศทางอื่น ซึ่งผู้วิจัยมีจุดประสงค์ที่จะหาแบบจำลองการไหลอิ่มตัวของการกลับรถที่มีผลกระทบจากลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทย

การไหลอิ่มตัวเป็นการวัดค่าสมรรถนะของทางแยกในภาพรวม ซึ่งถือเป็นการวัดความจุของทางแยกแบบอุดมคติ (Webster, 1966 อ้างถึงใน จาตุรนต์ ธนะสมบูรณ์, 2527) ให้คำนิยามว่าการไหลอิ่มตัวคือปริมาณการจราจรสูงสุดคงที่ที่เคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุด ในช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล (effective green time) ภาพที่ 2.6 แสดงการไหลของกระแสการจราจรระหว่างสัญญาณไฟเขียวจากการเข้าสู่ทางแยกแบบอิ่มตัว ซึ่งเมื่อสัญญาณไฟเขียวปรากฏขึ้นจะใช้ระยะเวลาเล็กน้อยที่ผู้ขับขี่รถคันหน้าสุดตอบสนองเพื่อออกรถ จากนั้นรถคันที่ 2 และ 3 จึงออกรถตามมาเรื่อยๆ ซึ่งอัตราการไหลของรถผ่านเส้นหยุดจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นเมื่อถึงจุดจุดหนึ่งรถจะเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดด้วยระยะห่างกันที่คงที่ซึ่งเป็นช่วงที่เส้นกราฟกลับสู่แนวราบ จากนั้นรถจะไหลอย่างอิ่มตัวไปจนกระทั่งสัญญาณไฟปรากฏสีเหลือง จากนั้นอัตราการไหลจะตกลงอย่างรวดเร็วเมื่อรถเริ่มตัดสินใจหยุดขณะไฟเหลืองและหยุดรถเมื่อปรากฏสัญญาณไฟแดง ค่าการไหลอิ่มตัวจะเท่ากับความจุสูงสุดของเส้นกราฟ โดยช่วงเวลาที่เกิดการไหลอิ่มตัวคือช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล ซึ่งเท่ากับช่วงเวลาไฟเขียวบวกกับช่วงเวลาไฟเหลืองลบด้วยช่วงเวลาสูญเสีย (lost time) ซึ่งช่วงเวลาสูญเสียจะเท่ากับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นไฟเขียว จนถึงเวลาที่มีค่าการไหลครึ่งหนึ่งของการไหลอิ่มตัว บวกกับเวลาตั้งแต่การที่รถมีค่าการไหลครึ่งหนึ่งของการไหลอิ่มตัวเมื่อปรากฏสัญญาณไฟเหลืองจนถึงเริ่มปรากฏสัญญาณไฟแดง ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณรถที่ผ่านทางแยกได้เท่ากับช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผลคูณกับค่าการไหลอิ่มตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.6 การไหลของกระแสจราจรระหว่างช่วงเวลาไฟเขียวจากการเข้าสู่ทางแยกแบบอิ่มตัว

ที่มา : Webster (1966) อ้างถึงใน จาตุรนต์ ธนะสมบูรณ์ (2527)

คู่มือความจุถนน (Transportation Research Board, 2000) ได้แสดงวิธีการวัดการไหลอิ่มตัวของรถโดยตรงจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยมีการไหลอิ่มตัวพื้นฐานแรกเริ่มเท่ากับ 1,900 PCU ต่อชั่วโมงต่อช่องทาง ซึ่งค่าการไหลอิ่มตัวพื้นฐานแรกเริ่มนี้จะขึ้นอยู่กับความกว้างช่องจราจร รถเลี้ยว รถหนัก ความลาดชัน รถจอด ชนิดของพื้นที่ เป็นต้น แต่สำหรับการวัดค่าการไหลอิ่มตัวด้วยวิธีนี้จะใช้ค่าการไหลอิ่มตัวพื้นฐานที่คำนึงถึงเฉพาะรถทางตรงโดยตัดผลกระทบจากปัจจัยอื่นออกไป และสมมติให้ความกว้างของช่องทางจราจรเท่ากับ 3.6 เมตร โดยเริ่มบันทึกข้อมูลเมื่อสัญญาณไฟเขียวปรากฏขึ้นหรือเมื่อล้อหน้าของรถคันแรกผ่านเส้นหยุดอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่การวัดค่าการไหลอิ่มตัวจะเริ่มวัดเมื่อล้อหน้าของรถคันที่ 4 ผ่านเส้นหยุดเพื่อรอให้อัตราการไหลขึ้นสูงจนเท่ากับอัตราการไหลอิ่มตัว จนถึงคันสุดท้ายที่ล้อหน้าผ่านเส้นหยุดในช่วงเวลาไฟเขียว โดยบันทึกเวลาลงในตารางบันทึกค่าดังแสดงในภาพที่ 2.9 และคำนวณค่าการไหลอิ่มตัวในรอบนั้น เช่น สมมติว่ารถคันที่ 4 ผ่านเส้นหยุดเมื่อวินาทีที่ 10.2 และเวลาที่รถคันที่ 14 ซึ่งเป็นคันสุดท้ายผ่านเส้นหยุดเมื่อวินาทีที่ 36.5 ดังนั้นจะได้ระยะห่างอิ่มตัวเฉลี่ยระหว่างรถแต่ละคันเท่ากับช่วงเวลาที่เกิดการไหลอิ่มตัวหารด้วยจำนวนรถที่เกิดการไหลอิ่มตัว ซึ่งเท่ากับ

$$\frac{36.5-10.2}{14-4} = \frac{26.3}{10} = 2.63 \text{ s/veh}$$

และได้อัตราการไหลอิ่มตัวต่อรอบเท่ากับ

$$\frac{3{,}600}{2.63} = 1{,}369 \text{ vphr/ln}$$ โดยที่ 3,600 คือจำนวนวินาทีต่อชั่วโมง

เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลควรแสดงค่านัยสำคัญทางสถิติซึ่งจะต้องมีข้อมูลรถอย่างน้อย 8 คัน ในแถวคอย 1 รอบ และมีจำนวนรอบอย่างน้อย 15 รอบ

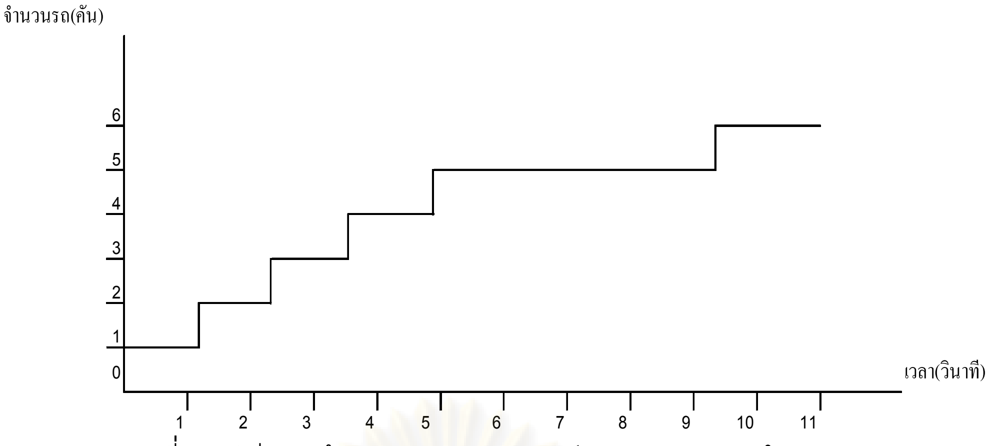
อย่างไรก็ตาม วิธีนี้เป็นการเก็บข้อมูลการไหลอิ่มตัวของรถที่ผ่านทางแยกที่มีสัญญาณไฟ โดยไม่ได้กล่าวถึงการไหลอิ่มตัวของการกลับรถ อีกทั้งวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้เสนอไว้ในคู่มือความจุถนนนั้น เป็นวิธีที่ไม่ละเอียด วิธีที่ละเอียดกว่านั้นสามารถทำได้โดยใช้การศึกษาจากเส้นโค้งสะสม (Cumulative curve) โดยวิธีการหาการไหลอิ่มตัวโดยเส้นโค้งสะสมจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

2.4 การใช้วิธีเส้นโค้งสะสมในการหาการไหลอิ่มตัว

การหาการไหลอิ่มตัวของการกลับรถในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีเส้นโค้งสะสมในการหา เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความละเอียดสูงสุดจากนำข้อมูลดิบที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์มาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อสร้างแบบจำลองโดยมีความละเอียดของเวลาถึง 0.01 วินาที โดยวิธีการนี้จะสร้างเส้นกราฟซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลาต่อจำนวนรถที่ทำการกลับรถ จากภาพที่ 2.8 เป็นเส้นกราฟที่จำลองการเก็บข้อมูลดิบในการกลับรถ เมื่อสมมติว่ามีการกลับรถจำนวน 6 คัน แต่ในที่นี้จะเก็บข้อมูลจากรถเพียงแค่ 5 คัน เนื่องจากช่วงเวลาที่รถคันที่ 6 ผ่านเส้นอ้างอิงห่างจากคันที่ 5 ใช้เวลานาน ซึ่งจะทำให้ได้ค่าการไหลอิ่มตัวที่เบี่ยงเบนจากความเป็นจริงมากเกินไป วิธีลากเส้นกราฟคือเมื่อรถคันที่ 1 ผ่านเส้นอ้างอิงบนถนนที่ใช้ในการนับรถจะเริ่มนับเวลาเป็นวินาทีที่ 0 จากนั้นเส้นกราฟจะไปตามแนวนอนจนถึงเวลาที่รถคันที่ 2 ผ่านเส้นอ้างอิงบนถนนเส้นกราฟจะขึ้นไปตามแนวตั้งจนถึงเส้นในแนวนอนที่อ้างอิงถึงรถคันที่ 2 จากนั้นจึงไปตามแนวนอนจนถึงเวลาที่รถคันที่ 3 ผ่านเส้นอ้างอิงบนถนนเส้นกราฟก็จะขึ้นไปตามแนวตั้ง และเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนสิ้นสุดการเก็บข้อมูลในคาบเวลาที่กำหนด

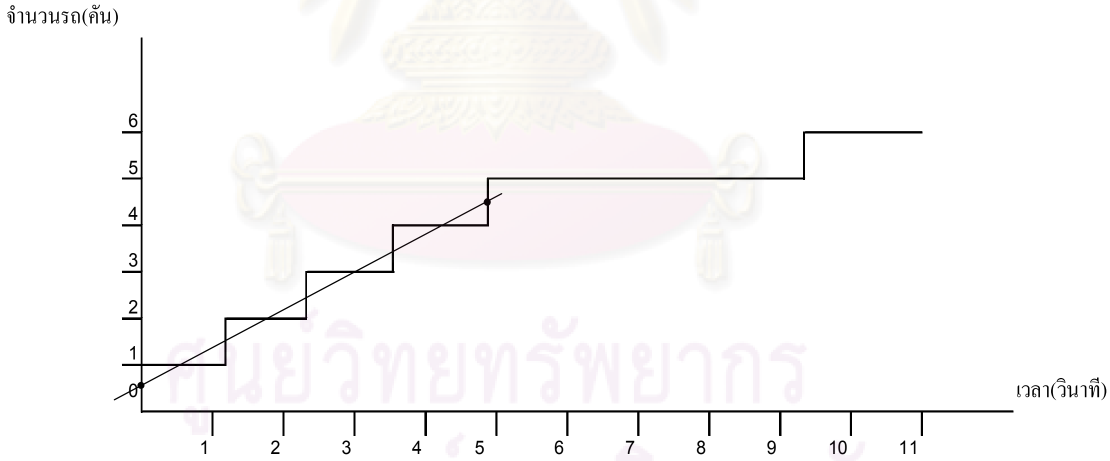
จากนั้นทำการลากเส้นต่อระหว่างจุดกึ่งกลางของค่าจำนวนรถสะสม (แกนแนวตั้ง) ดังภาพที่ 2.9 แล้วหาความชันของเส้นกราฟด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งความชันดังกล่าวคือค่าการไหลอิ่มตัวในคาบเวลาที่สนใจในหน่วยคันต่อวินาทีซึ่งต้องนำมาแปลงเป็นหน่วยคันต่อชั่วโมงโดยการคูณด้วย 3,600 ตัวอย่างเช่น ความชันจากภาพที่ 2.8 สมมติเท่ากับ 0.82 veh/s จะได้ค่าการไหลอิ่มตัวเท่ากับ

$$0.82 \times 3{,}600 = 2{,}952 \text{ vph}$$



ภาพที่ 2.7 วิธีวาดเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถ

ค่าการไหลอิ่มตัวที่คำนวณได้เท่ากับ 2,952 vph นั้น เป็นค่าการไหลอิ่มตัวของการเก็บข้อมูล 1 รอบ การที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดนั้นผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 20 ชุดข้อมูลต่อ 1 จุดกลับรถ เพื่อหาค่าการไหลอิ่มตัวที่เป็นตัวแทนของจุดกลับรถนั้น และนำค่าไปวิเคราะห์ทางสถิติกับจุดกลับรถจุดอื่นๆ ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดในบทต่อไป



ภาพที่ 2.8 วิธีวาดเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถ

2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

จากบทความเรื่องค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและอัตราการไหลอิ่มตัวสำหรับรถในช่องทางตรงที่ทางแยกที่มีสัญญาณไฟในประเทศมาเลเซีย (Indonesian HCM,1996 อ้างถึงใน Leong,2006) ได้นำเสนอค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดเบา (Light vehicles) รถชนิดหนัก (Heavy vehicles) และรถจักรยานยนต์ สำหรับรถในช่องทางตรงทั้ง 2 ทิศทางการจราจรดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดเบา รถชนิดหนัก และรถจักรยานยนต์
ที่มา : Indonesian HCM (1996) อ้างถึงใน Leong (2006)

Movement types	Vehicle categories	PCE values
Protected movements	Light vehicles	1.00
	Heavy vehicles	1.30
	Motorcycles	0.20
Opposed movements	Light vehicles	1.00
	Heavy vehicles	1.30
	Motorcycles	0.40

โดยที่ Heavy vehicles หมายถึง รถที่มีจำนวนล้อมากกว่า 4 ล้อ ที่สัมผัสผิวทางในขณะที่ใช้งานปกติ (Transportation Research Board,2000)

จากงานวิจัยเรื่องผลกระทบที่มีต่อความจุทางแยกสัญญาณไฟเนื่องจากลักษณะทางเรขาคณิตและประเภทของยานพาหนะ (สมศักดิ์ วั่นเซ่ง, 2546) ได้นำเสนอค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อที่เก็บข้อมูลที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ไว้เท่ากับ 0.71 PCU

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIELD SATURATION FLOW RATE STUDY WORKSHEET

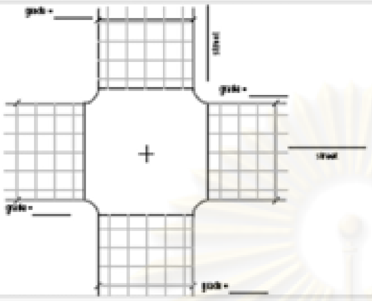
General Information

Analyst ______
Agency or Company ______
Date Performed ______
Analysis Time Period ______

Site Information

Intersection ______
Area Type ❑ CBD ❑ Other
Jurisdiction ______
Analysis Year ______

Lane Movement Input



Movements Allowed
❑ Through
❑ Right turn
❑ Left turn

Identify all lane movements and the lane studied

Input Field Measurement

Veh. in queue	Cycle 1			Cycle 2			Cycle 3			Cycle 4			Cycle 5			Cycle 6		
	Time	HV	T	Time	HV	T	Time	HV	T	Time	HV	T	Time	HV	T	Time	HV	T
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
End of saturation																		
End of green																		
No. veh. > 20																		
No. veh. on yellow																		

Glossary and Notes

HV = Heavy vehicles (vehicles with more than 4 tires on pavement)
T = Turning vehicles (L = Left, R = Right)
Pedestrians and buses that block vehicles should be noted with the time that they block traffic, for example,
P12 = Pedestrians blocked traffic for 12 s
B15 = Bus blocked traffic for 15 s

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 2.9 ตารางบันทึกค่าอัตราการไหลอิ่มตัวภาคสนาม

ที่มา : Transportation Research Board (2000)

บทที่ 3
ขั้นตอนการศึกษา

3.1 แนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีขอบเขตที่จะศึกษาจุดกลับรถในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากเป็นเขตที่มีปริมาณการจราจรและมีความต้องการกลับรถเพื่อเปลี่ยนทิศทางการจราจรค่อนข้างมาก ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกจุดกลับรถจำนวน 20 จุด โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- มีแถวคอยรอกลับรถมากพอโดยประมาณไม่ต่ำกว่า 5 คัน เนื่องจากเป็นจำนวนรถที่มากที่สุดที่สามารถเก็บข้อมูลต่อ 1 ชุดข้อมูลได้ในเวลาที่เหมาะสม
- จุดกลับรถนั้นต้องมีเฉพาะการกลับรถ ไม่มีการเลี้ยวขวาเข้ามาเกี่ยวข้อง
- การกลับรถต้องมีลำดับความสำคัญมากที่สุด ซึ่งหมายความว่าต้องไม่มีรถในฝั่งตรงข้ามสวนมาหรือถ้ามีรถสวนมา รถในฝั่งตรงข้ามต้องหยุดรอรถที่กลับโดยมีสัญญาณไฟหรือตำรวจจราจรควบคุมให้หยุด และรวมถึงรถที่เลี้ยวซ้ายออกมาจากซอยหรือถนนสายที่ตัดกันต้องหยุดรอรถที่กลับรถด้วยเช่นกัน
- เมื่อรถทำการกลับรถไปแล้วสามารถเข้าสู่กระแสจราจรได้โดยไม่เกิดความล่าช้า เช่น เมื่อกลับรถไปแล้วต้องไม่เจอกับการติดขัดของกระแสจราจร
- ประเภทของรถที่ทำการกลับรถ ส่วนใหญ่ต้องเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลหรือรถที่มีขนาดใกล้เคียง โดยไม่มีรถจักรยานยนต์หรือรถหนักเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือถ้ามีแต่เป็นปริมาณที่น้อยอาจตัดข้อมูลในช่วงนั้นออกไป โดยจะนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCE) เข้ามาปรับแก้ค่าอัตราการไหลอิ่มตัว ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป

จากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถในกรุงเทพมหานครจำนวน 20 จุด และทำการแบ่งประเภทของจุดกลับรถตามลักษณะทางกายภาพออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- ประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา
- ประเภทอยู่ระหว่างทางแยก
- ประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา
- ประเภทอยู่ใต้สะพานลอยข้ามทางแยก

โดยตารางที่ 3.1 ได้แสดงตำแหน่งของจุดกลับรถที่ทำการเก็บข้อมูล ซึ่งจำแนกตามประเภทของจุดกลับรถได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

ตำแหน่งจุดกลับรถ	ประเภทของจุดกลับรถ
ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน NB	มีสัญญาณไฟควบคุม
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 WB	มีสัญญาณไฟควบคุม
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 EB	มีสัญญาณไฟควบคุม
ถ.รามอินทรา ซอย 14 EB	มีสัญญาณไฟควบคุม
ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัล WB	มีสัญญาณไฟควบคุม
ถ.ลาดพร้าว ซอย 114 WB	มีสัญญาณไฟควบคุม
ถ.ลาดพร้าว ซอย 112 EB	อยู่ระหว่างทางแยก
ถ.รามคำแหง ซอย 118 EB	อยู่ระหว่างทางแยก
ถ.รามคำแหง ซอย 118 WB	อยู่ระหว่างทางแยก
ถ.กิ่งแก้ว ซอย 21 SB	อยู่ระหว่างทางแยก
ถ.รามคำแหง ซอย 96 WB	อยู่ระหว่างทางแยก
ถ.ลาดพร้าว ซอย 62 WB	อยู่ระหว่างทางแยก
ถ.ร่มเกล้า ซอย 44 NB	มีตำรวจจราจรควบคุม
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 EB	มีตำรวจจราจรควบคุม
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 WB	มีตำรวจจราจรควบคุม
ถ.เสรีไทย เขตบึงกุ่ม EB	มีตำรวจจราจรควบคุม
ถ.นวมินทร์ ซอย 93 SB	มีตำรวจจราจรควบคุม
ถ.นวมินทร์ ซอย 26 SB	มีตำรวจจราจรควบคุม
ถ.รัชดาฯ แยกลาดพร้าว NB	อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก
ถ.ลาดพร้าว ปากทางฯ WB	อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก

หมายเหตุ NB คือก่อนกลับรถมุ่งหน้าทิศเหนือ

SB คือก่อนกลับรถมุ่งหน้าทิศใต้

EB คือก่อนกลับรถมุ่งหน้าทิศตะวันออก

WB คือก่อนกลับรถมุ่งหน้าทิศตะวันตก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 วิธีการเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ต้องการในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเป็นข้อมูลรถที่ทำการกลับรถและข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ ซึ่งข้อมูลแต่ละชนิดมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

3.2.1 การเก็บข้อมูลการไหลอิ่มตัวและชนิดของรถที่ทำการกลับรถ

ผู้วิจัยจะออกทำการเก็บข้อมูล ตามจุดกลับรถที่ได้กำหนดไว้ เพื่อนำมาสร้างเส้นกราฟสะสม ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของเวลาที่ใช้ในการกลับรถแต่ละคันกับจำนวนรถสะสมที่ทำการกลับรถโดยการตั้งกล้องวีดีทัศน์ ซึ่งระยะเวลามากน้อยในการตั้งกล้องวีดีทัศน์จะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของข้อมูลตามเงื่อนไขในหัวข้อ 3.1 เรื่องแนวทางการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล จนได้ข้อมูลจุดละไม่ต่ำกว่า 20 ชุดข้อมูล ชุดข้อมูลละไม่ต่ำกว่า 5 คัน จากนั้นนำวีดีทัศน์ที่ถ่ายมาเปิดในโปรแกรม Pro Show Gold ซึ่งสามารถแสดงความละเอียดของเวลาได้ถึงจุดทศนิยมตำแหน่งที่ 2 ของวินาที ดังแสดงในวงรีในภาพที่ 3.1 โดยค่าเวลาที่จะนำไปใช้คือเวลาที่ล้อหน้าของรถแตะเส้นอ้างอิงที่ได้กำหนดไว้ดังแสดงในเส้นสีเข้มในภาพที่ 3.1 จากนั้นจะนำข้อมูลเวลาและชนิดของรถที่ได้มาใส่ในตารางแสดงเวลาสะสมในการผ่านเส้นอ้างอิงของรถดังตัวอย่างในตารางที่ 3.2

ภาพที่ 3.1 การหาเวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิง

จากนั้นจึงสร้างเส้นกราฟสะสมของแต่ละชุดข้อมูล โดยแบ่งการสร้างเส้นกราฟสะสมออกเป็น 2 กรณี คือแบบไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและแบบคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยวิธีในการสร้างในกรณีแรกนั้นได้กล่าวในหัวข้อ 2.4 เรื่องการใช้วิธีเส้นโค้งสะสมในการหาการไหลอิ่มตัว ซึ่งจากข้อมูลดังตารางที่ 3.2 จะสามารถสร้างกราฟได้ดัง

ภาพที่ 3.2 ส่วนการสร้างเส้นกราฟสะสมของกรณีที่ 2 นั้น การคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะทำให้ความชันของเส้นกราฟเปลี่ยนแปลงไปจึงสามารถสร้างกราฟได้ดังภาพที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 เวลาสะสมในการผ่านเส้นอ้างอิงของรถ

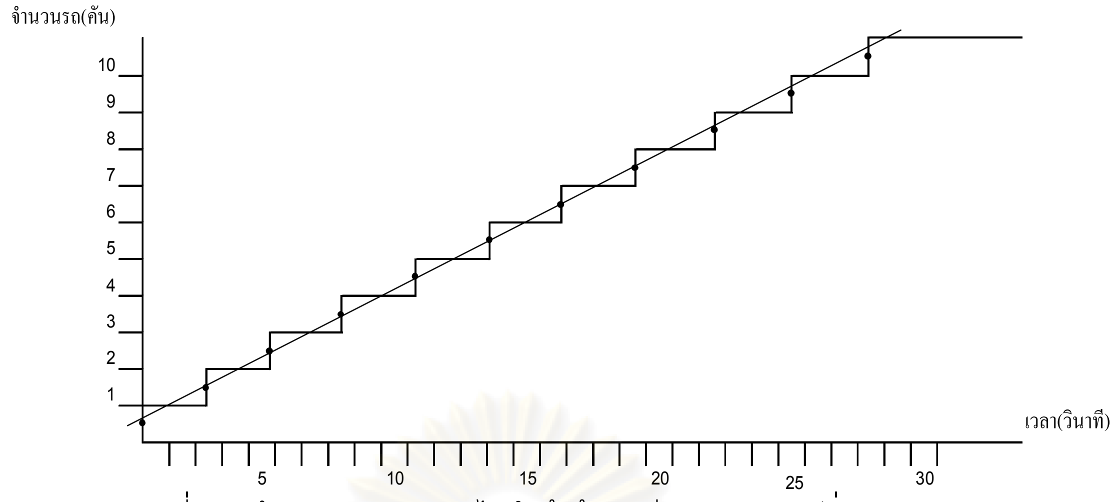
คันที่	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง	ชนิดรถ	PCE*
1	2.41	1	1.00
2	4.78	1	1.00
3	7.52	2	1.20
4	10.26	3	1.40
5	13.07	1	1.00
6	15.79	1	1.00
7	18.60	1	1.00
8	21.57	2	1.20
9	24.51	1	1.00
10	27.43	1	1.00

โดยที่ รถชนิดที่ 1 คือรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
รถชนิดที่ 2 คือรถตู้
รถชนิดที่ 3 คือรถกระบะ
รถชนิดที่ 4 คือรถสามล้อเครื่อง

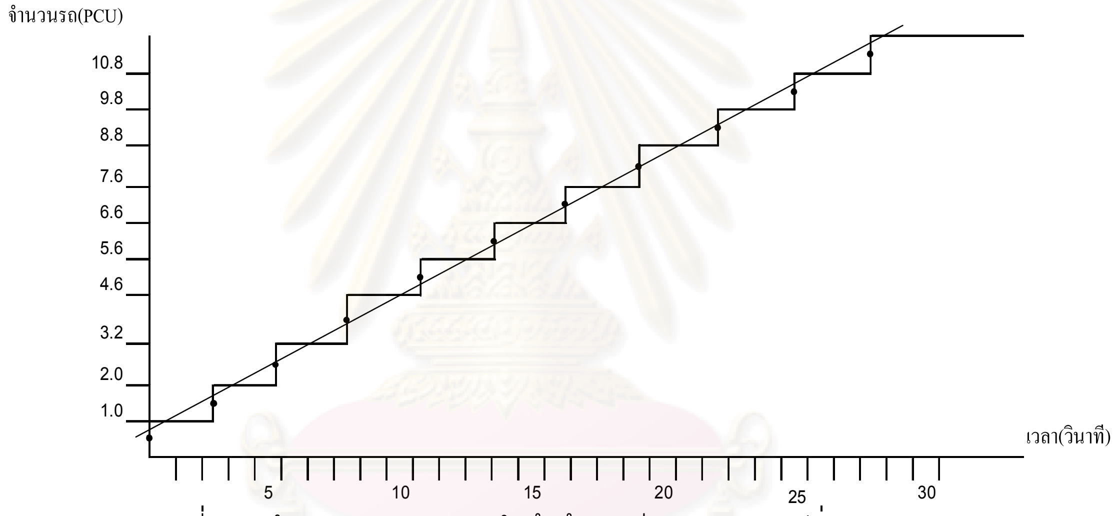
*ค่า PCE ที่แสดงเป็นค่าที่สมมติขึ้น

จากภาพที่ 3.2 เมื่อไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะได้อัตราการไหลอิ่มตัวเท่ากับ 1,312 คันต่อชั่วโมง และจากภาพที่ 3.3 เมื่อคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะได้อัตราการไหลอิ่มตัวเท่ากับ 1,417 PCU ต่อชั่วโมง ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลคิดเป็นร้อยละ 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

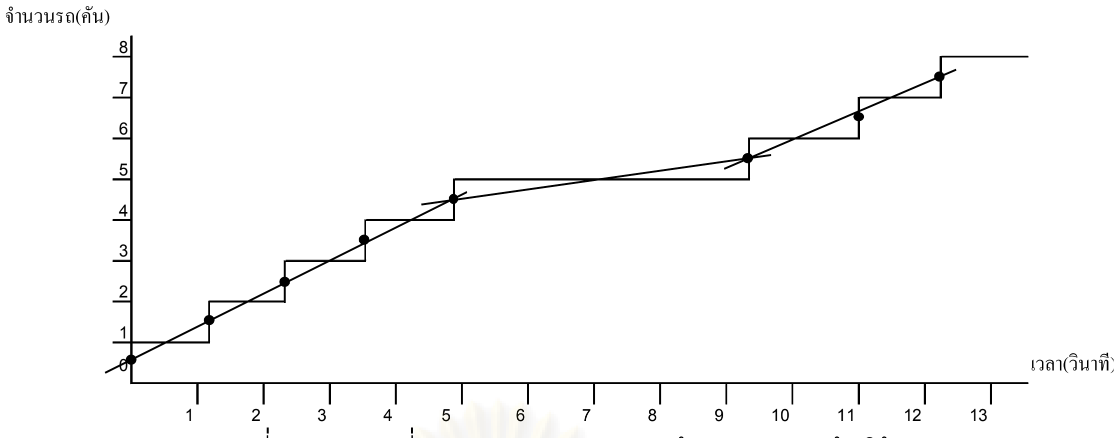


ภาพที่ 3.2 เส้นกราฟสะสมแบบไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล



ภาพที่ 3.3 เส้นกราฟสะสมแบบคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

อนึ่งในการเก็บข้อมูลนั้น ในการถ่ายวีดีทัศน์ 1 รอบ จะสามารถแบ่งข้อมูลได้เป็นหลายชุดข้อมูล ซึ่งจะมีหลักในการตัดแบ่งดังนี้ จากภาพที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าความชันของเส้นกราฟระหว่างรถคันที่ 1 ถึงคันที่ 5 กับคันที่ 5 ถึงคันที่ 6 และตั้งแต่คันที่ 6 ขึ้นไป มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นจึงทำการตัดชุดข้อมูลออกเป็นรอบที่ 1 ตั้งแต่คันที่ 1 ถึงคันที่ 5 และรอบที่ 2 ตั้งแต่คันที่ 6 เป็นต้นไปจนกว่าความชันของเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดอีกครั้งหนึ่ง โดยที่แต่ละรอบต้องมีจำนวนรถไม่ต่ำกว่า 5 คัน เนื่องจากในจุดกลับรถบางประเภท เช่น ประเภทอยู่ระหว่างทางแยกและประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยกนั้น เมื่อพิจารณาจากจำนวนรถที่ทำการกลับรถแล้ว โดยส่วนใหญ่จำนวนรถต่อ 1 ชุดข้อมูล จะมีค่ามากที่สุดที่จำนวน 5 คัน ผู้วิจัยจึงได้ใช้เกณฑ์นี้ในการพิจารณาจำนวนรถขั้นต่ำต่อ 1 ชุดข้อมูล



ภาพที่ 3.4 การเปลี่ยนแปลงความชันของเส้นกราฟของเส้นโค้งสะสม

3.2.2 การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

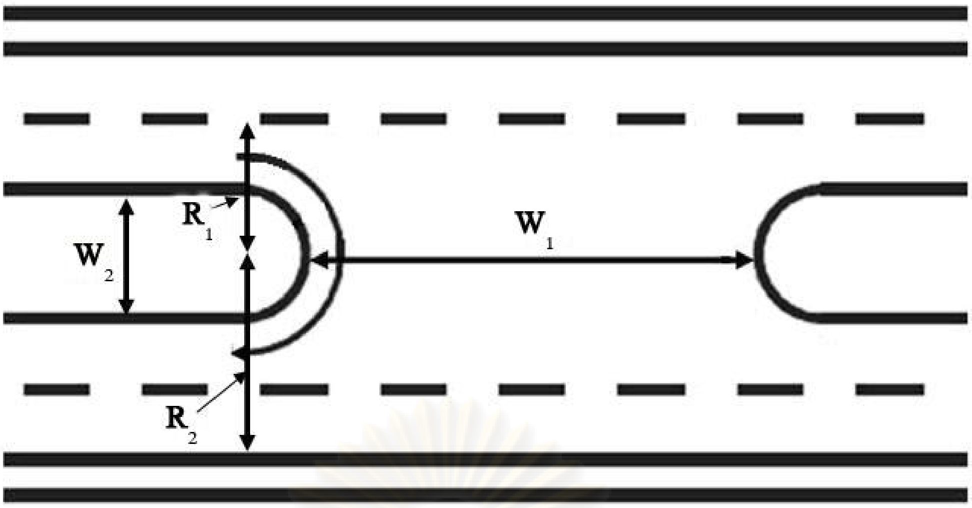
ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถที่อยู่ในขอบเขตของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แก่

- รัศมีที่นับจากจุดกึ่งกลางของเกาะกลางถึงขอบนอกของช่องทางรอเลี้ยว (R_1)
- รัศมีที่นับจากจุดกึ่งกลางของเกาะกลางถึงขอบนอกของช่องทางฝั่งที่สวนมา (R_2)
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1)

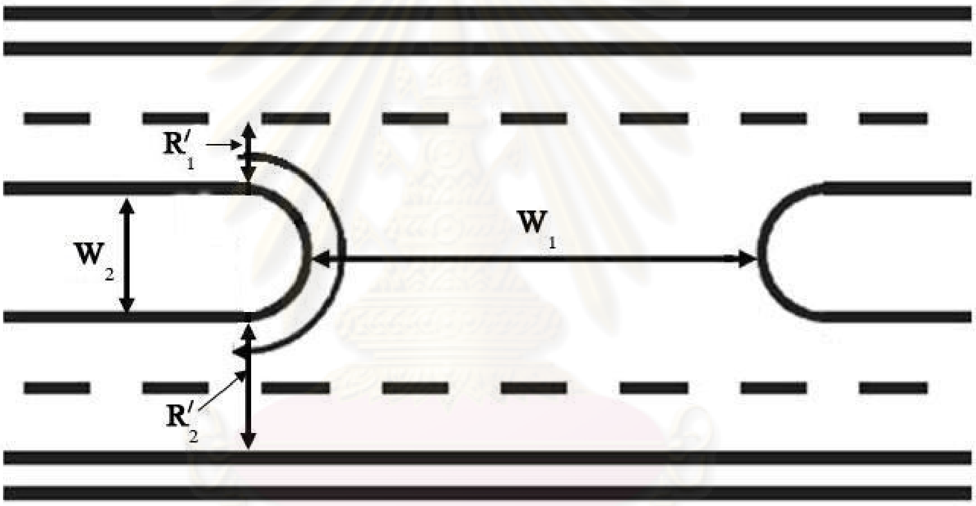
  โดยที่ $R'_1 = R_1 - \frac{W_2}{2}$
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2)

  โดยที่ $R'_2 = R_2 - \frac{W_2}{2}$
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1)
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2)

ภาพที่ 3.5 และภาพที่ 3.6 แสดงลักษณะทางกายภาพดังกล่าว โดยวิธีการเก็บข้อมูลจะใช้การถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวในขณะที่รถคันที่ทราบขนาดแน่นอนกำลังทำการกลับรถ แล้วทำการเทียบมาตราส่วนระหว่างตัวรถกับขนาดของปัจจัยทางกายภาพที่ต้องการเก็บข้อมูล ซึ่งจะตัดภาพเคลื่อนไหวออกเป็นภาพนิ่งหลายๆภาพเพื่อความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าวไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการไหลอิ่มตัวของการกลับรถต่อไป



ภาพที่ 3.5 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถแสดงค่า R_1 , R_2 , W_1 และ W_2



ภาพที่ 3.6 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถแสดงค่า R'_1 , R'_2 , W_1 และ W_2

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้ข้อมูลการไหลอิ่มตัวของรถและลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ ได้แก่ ค่า R'_1 , R'_2 , W_1 และ W_2 จึงนำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์กับอัตราการไหลอิ่มตัว จากนั้นเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการไหลอิ่มตัวอย่างมีนัยสำคัญไปวิเคราะห์ด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น เพื่อสร้างแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวในการกลับรถ โดยการที่ไม่นำค่า R_1 และค่า R_2 มาร่วมวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยเนื่องจากเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับค่า W_2 จากนั้นทำการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการกลับรถ และทำการวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กัน โดยมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.3.1 การสร้างแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวในการกลับรถ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวในการกลับรถ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณีคือการวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCE) และการวิเคราะห์โดยคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ดังนี้

3.3.1.1 การวิเคราะห์โดยไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

การวิเคราะห์โดยวิธีนี้ ข้อมูลชนิดของรถที่ทำการกลับรถจะต้องเป็นรถที่มีค่า PCE เท่ากับหรือใกล้เคียง 1.0 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 เพื่อให้ค่าการไหลอิ่มตัวที่ได้เบี่ยงเบนจากความเป็นจริงน้อยที่สุด จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บได้ทุกชุดข้อมูลในจุดกลับรถจุดนั้นมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น ตัวอย่างเช่น จุดกลับรถบนถนนพญาไทบริเวณสี่แยกปทุมวัน (มุ่งหน้าทิศเหนือ) ได้ข้อมูลค่าการไหลอิ่มตัวดังตารางที่ 3.3 (ข้อมูลสมมติ)

นำค่าการไหลอิ่มตัวของแต่ละชุดข้อมูล มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น โดยให้ค่าการไหลอิ่มตัวเป็นฟังก์ชันของความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา ความกว้างของช่องทางเลี้ยว และความกว้างของเกาะกลาง ดังนี้

$$q_{\max} = f(R'_1, R'_2, W_1, W_2) \qquad (3.1)$$

โดยที่ $q_{\max}$ คือค่าการไหลอิ่มตัว (PCU/hr)

R'_1 คือความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว(เมตร)

R'_2 คือความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (เมตร)

W_1 คือความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (เมตร)

W_2 คือความกว้างของเกาะกลาง (เมตร)

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลของจุดกลับรถจุดอื่นๆที่อยู่ในประเภทเดียวกัน ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นเช่นเดิม ดังเช่นในตัวอย่างเป็นการวิเคราะห์จุดกลับรถบริเวณสี่แยกปทุมวันซึ่งจัดอยู่ในประเภทจุดกลับรถแบบมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา จึงจะได้แบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา จากนั้นทำการวิเคราะห์จุดกลับรถประเภทอื่นๆด้วยวิธีเดียวกัน จึงจะได้แบบแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถทุกประเภท เพื่อนำไปเสนอแนะแนวทางการออกแบบจุดกลับรถต่อไป

ตารางที่ 3.3 ค่าการไหลอิ่มตัวของการกลับรถบนถนนพญาไทบริเวณสี่แยกปทุมวัน (ค่าสมมติ)

ชุดข้อมูลที่	จำนวนรถ (คัน)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	10	1,384
2	8	1,412
3	11	1,351
4	6	1,423
5	12	1,340
6	9	1,420
7	10	1,360
8	7	1,456
9	8	1,437
10	11	1,324

3.3.1.2 การวิเคราะห์โดยคำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

การวิเคราะห์โดยวิธีนี้ ข้อมูลชนิดของรถที่ทำการกลับรถ มีแนวโน้มที่จะเป็นรถที่มีค่า PCE เท่ากับหรือใกล้เคียง 1.0 น้อยกว่าร้อยละ 90 ซึ่งปัจจัยเรื่องขนาดของรถจะมีผลต่อค่าการไหลอิ่มตัว เช่นสมมติให้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่า PCE เท่ากับ 1.0 รถตู้มีค่า PCE เท่ากับ 1.2 และรถกระบะมีค่า PCE เท่ากับ 1.4 เป็นต้น โดยใช้กลุ่มประชากรกลุ่มเดียวกับหัวข้อ 3.3.1 แต่ใช้วิธีการตามวิธีที่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.2 เรื่องวิธีการเก็บข้อมูล

นำข้อมูลค่าการไหลอิ่มตัวที่คำนวณได้ทุกชุดข้อมูลในจุดกลับรถจุดนั้นมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลจากตารางที่ 3.3 เช่นเดียวกับวิธีแรกเนื่องจากเป็นกลุ่มประชากรกลุ่มเดียวกัน โดยค่าการไหลอิ่มตัวจะเป็นฟังก์ชันของรัศมีวงเลี้ยวและความกว้างของช่องทางเลี้ยวเช่นเดิม แต่จะเพิ่มปัจจัยชนิดของรถเข้าไป ซึ่งจะทำให้ได้แบบจำลองในรูปของ

$$q_{\max} = f(R'_1, R'_2, W_1, W_2, P_c, P_v, P_p) \quad (3.2)$$

โดยที่ P_c คืออัตราส่วนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

P_v คืออัตราส่วนของรถตู้

P_p คืออัตราส่วนของรถกระบะ

หลังจากวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นแล้ว ก็จะได้แบบจำลองการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถจุดนี้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลของจุดกลับรถจุดอื่นๆที่อยู่ในประเภทเดียวกัน ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นเช่นเดิมในรูปของสมการที่คำนึงถึงปัจจัยชนิดของรถ ดังเช่นในตัวอย่างเป็นการวิเคราะห์จุดกลับรถที่จัดอยู่ในประเภทจุดกลับรถแบบมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา จึงจะได้แบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัว ของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมาที่คำนึงถึงปัจจัยชนิดของรถ จากนั้นทำการวิเคราะห์จุดกลับรถประเภทอื่นๆด้วยวิธีเดียวกันจึงจะได้แบบแบบจำลองการหาการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถทุกประเภทที่คำนึงถึงปัจจัยชนิดของรถ เพื่อสามารถนำไปใช้สร้างแบบจำลองและเสนอแนะแนวทางการออกแบบจุดกลับรถได้อย่างเหมาะสมต่อไป

3.3.2 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการกลับรถ

ผู้วิจัยจะทำการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการกลับรถของรถทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถกระบะ และรถสามล้อเครื่อง โดยการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ โดยจะตัดการวิเคราะห์ถึงรถคันแรกทิ้งเนื่องจากไม่ได้กลับรถตามรถคันอื่นจึงไม่เกิดความล่าช้า ซึ่งมีวิธีการดังนี้

สมมติให้จุดกลับรถที่ต้องการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีข้อมูลเวลาและชนิดของรถที่ทำการกลับรถจำนวน i ชุดข้อมูล (รอบ) จะสามารถสร้างสมการที่แสดงถึงเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถได้ในรูปของ

$$\sum t_j N_{ij} = T_i \tag{3.3}$$

โดยที่ t_j เท่ากับ เวลาที่รถชนิดที่ j ใช้ในการกลับรถต่อคัน (j = 1,2,3,4)

N_{ij} เท่ากับ จำนวนรถชนิดที่ j ในรอบที่ i

T_i เท่ากับ เวลารวมที่รถทุกคันใช้ในการกลับรถในรอบที่ i

เช่น ชุดข้อมูลที่ 1 จะสามารถเขียนสมการได้ว่า

$$t_1 N_{11} + t_2 N_{12} + t_3 N_{13} + t_4 N_{14} = T_1 \tag{3.4}$$

จากนั้นทำการแก้สมการเพื่อหาค่า t ของรถแต่ละชนิด เพื่อนำไปใช้หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อไป เช่น สมมติให้

t_1 = 2.08 วินาที, t_2 = 2.35 วินาที, t_3 = 2.25 วินาที, t_4 = 1.80 วินาที

โดยที่ ตัวแปร t_1 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถ
ตัวแปร t_2 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถตู้ใช้ในการกลับรถ
ตัวแปร t_3 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถกระบะใช้ในการกลับรถ
ตัวแปร t_4 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถสามล้อเครื่องใช้ในการกลับรถ

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 2 เท่ากับ 2.35/2.08 = 1.13
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 3 เท่ากับ 2.25/2.08 = 1.08
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 4 เท่ากับ 1.80/2.08 = 0.87

3.3.3 การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถ

การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถจะทำให้ทราบถึงผลของลำดับของรถแต่ละชนิดและความแตกต่างของเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถต่างชนิดกัน เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการจราจร เช่น การกำหนดช่องทางเฉพาะสำหรับรถแต่ละชนิดในการกลับรถ เป็นต้น โดยจะตัดการวิเคราะห์ถึงรถคันแรกทิ้งเนื่องจากไม่ได้กลับรถตามรถคันอื่น โดยจะวิเคราะห์แยกตามประเภทของจุดกลับรถ เพื่อให้มีจำนวนข้อมูลเพียงพอต่อการทดสอบสมมติฐานว่าการที่รถแต่ละชนิดทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆกันนั้น มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการกลับรถหรือไม่ โดยการทดสอบสมมติฐานจากข้อมูลเวลาจริงที่รถแต่ละคันใช้ในการกลับรถว่าเวลาเฉลี่ยที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆกันนั้น มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือไม่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว แต่ถ้าพบว่าหลังจากตัดกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนข้อมูลน้อยออกแล้วเหลือกลุ่มตัวอย่างที่ต้องนำมาทดสอบสมมติฐานเพียง 2 กลุ่ม จะใช้วิธี t-Test โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งค่าที่โปรแกรมประมวลผลออกมาได้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง องศาอิสระ ค่า *t Stat* และค่า *t Critical* จากนั้นนำค่า *t Stat* มาเปรียบเทียบกับค่า *t Critical* ซึ่งถ้าค่าสัมบูรณ์ของค่า *t Stat* มีค่ามากกว่าค่า *t Critical*

ถือว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และถ้าค่าสัมบูรณ์ของค่า *t Stat* มีค่าน้อยกว่าค่า *t Critical* ถือว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยในบทที่ 6 จะแสดงตารางสรุปค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งได้แก่ ค่า $\overline{x_1}$ ค่า $\overline{x_2}$ ค่า n_1 ค่า n_2 ค่า *t Stat* และค่า *t Critical*

โดยที่ $\overline{x_1}$ คือ ค่าเฉลี่ยเวลาที่รถใช้ในการกลับรถของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (วินาที)

$\overline{x_2}$ คือ ค่าเฉลี่ยเวลาที่รถใช้ในการกลับรถของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (วินาที)

n_1 คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (คัน)

n_2 คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (คัน)

จากนั้นจึงสรุปผลว่าการกลับรถตามหลังรถชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น มีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการกลับรถแตกต่างจากการกลับรถตามรถชนิดอื่นๆ หรือไม่ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การหาอัตราการไหลอิ่มตัวและค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

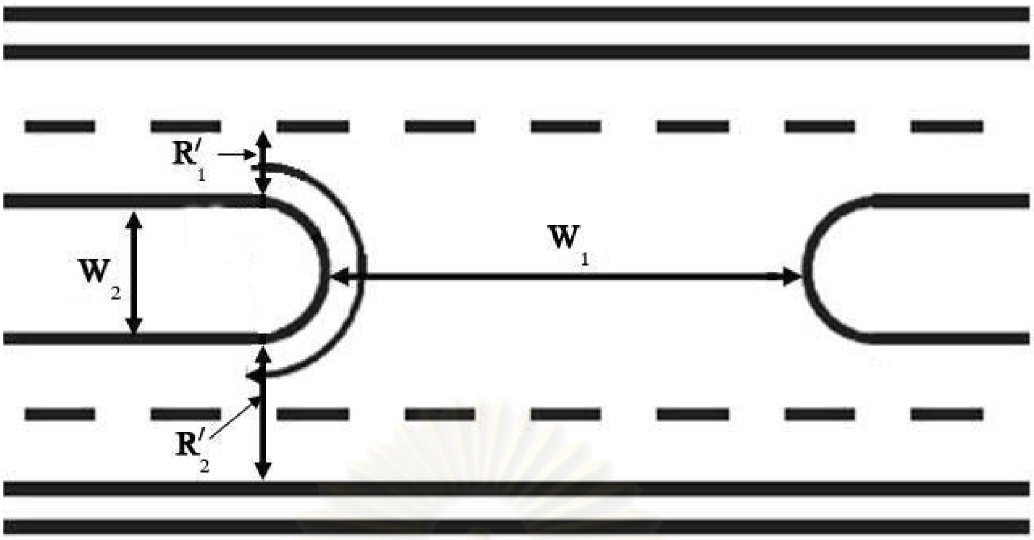
ในบทนี้ผู้วิจัยจะทำการนำเสนอค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถจำนวน 20 จุด ที่ทำการเก็บข้อมูล โดยที่แต่ละจุดจะทำการเก็บข้อมูลไม่ต่ำกว่า 20 ชุดข้อมูล จากนั้นนำทุกชุดข้อมูลในจุดกลับรถนั้นมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น เพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถจุดนั้นที่ยังไม่ถูกปรับแก้จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลซึ่งมีหน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง (vph) จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน เพื่อที่จะนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลไปปรับแก้ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถแต่ละจุดให้มีหน่วยเป็น หน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมง (PCU/hr) รวมถึงนำเสนอลักษณะของปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ วันเวลา สถานที่และจำนวนชุดข้อมูลที่ทำการเก็บได้ ซึ่งในบทต่อไปผู้วิจัยจะต้องนำค่าอัตราการไหลอิ่มตัวและปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ของจุดกลับรถแต่ละจุดที่ทำการปรับแก้แล้ว ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น และเพื่อสามารถนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลนี้ไปใช้เป็นแนวทางสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันต่อไป โดยรายละเอียดข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ผลออกมาได้ ได้แก่

- อัตราการไหลอิ่มตัวของแต่ละชุดข้อมูล
- อัตราการไหลอิ่มตัวเฉลี่ยของจุดกลับรถนั้นๆ
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการไหลอิ่มตัว
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิด
- อัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับแต่ละจุดหลังการปรับแก้

โดยได้ทำการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ ซึ่งข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ (ดังแสดงในรูปที่ 4-1)

- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1)
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2)
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1)
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2)

ซึ่งการที่เลือกใช้ค่า R'_1 และค่า R'_2 เนื่องจากค่า R_1 และค่า R_2 เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับค่า W_2



ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

โดยผู้วิจัยจะทำการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการกลับรถของรถทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถกระบะ และรถสามล้อเครื่อง โดยการแก้สมการด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น โดยใช้วิธีการดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 3.3.2 ซึ่งค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้และรถกระบะที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมจะมีค่ามากกว่า 1.00 และน้อยกว่า 1.30 เนื่องจากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดหนักเท่ากับ 1.30 (Indonesian HCM,1996 อ้างถึงใน Leong,2006) ดังนั้นรถตู้และรถกระบะซึ่งเป็นรถชนิดเบาจึงควรมีค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่ารถชนิดหนัก และกำหนดให้

ตัวแปร t_1 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถ
ตัวแปร t_2 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถตู้ใช้ในการกลับรถ
ตัวแปร t_3 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถกระบะใช้ในการกลับรถ
ตัวแปร t_4 แทนเวลาเฉลี่ยที่รถสามล้อเครื่องใช้ในการกลับรถ

ซึ่งรายละเอียดการวิเคราะห์หาอัตราการไหลอิ่มตัวก่อนการปรับแก้และการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของจุดกลับรถแต่ละจุดสามารถแสดงได้ดังนี้

4.1 จุดกลับรถบริเวณ ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมาซึ่งอยู่บนถนน พญาไท บริเวณสี่แยกปทุมวันหน้าห้างสรรพสินค้ามาบุญครอง และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถมุ่งหน้าทิศเหนือ ดังแสดงในภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 จุดกลับรถบริเวณ ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศเหนือมีจำนวน 5 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.90 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.30 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศใต้มีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.90 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 10.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.30 เมตร

- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 11.60 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 4 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 2.90 เมตร

4.1.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

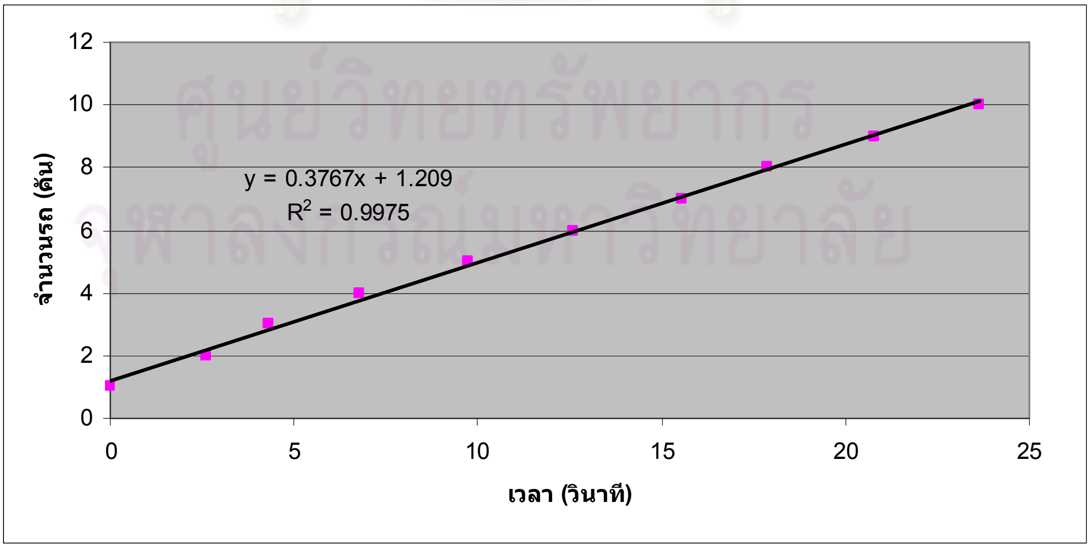
ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันอังคารที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 เวลา 16:20–18:20น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 19 ชุดข้อมูล

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 19 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 4 ซึ่งมีรถจำนวน 10 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.1 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.3 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3767 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9975 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3767 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3767 x 3,600 = 1,356 vph



ภาพที่ 4.3 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 4

ตารางที่ 4.1 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 4

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถสามล้อ	2.61
3	รถตู้	4.30
4	รถตู้	6.79
5	รถยนต์นั่ง	9.75
6	รถยนต์นั่ง	12.60
7	รถยนต์นั่ง	15.57
8	รถสามล้อ	17.87
9	รถยนต์นั่ง	20.78
10	รถยนต์นั่ง	23.63

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 19 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. พญาไท สี่แยกปทุมวัน

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	1	0	0	5	10.13	1,399
2	3	0	2	0	5	10.57	1,373
3	5	0	0	2	7	13.77	1,532
4	6	2	0	2	10	23.63	1,356
5	1	1	1	2	5	10.19	1,337
6	6	0	1	0	7	19.04	1,152
7	8	0	0	0	8	19.13	1,341
8	5	2	0	0	7	17.04	1,261
9	6	0	0	1	7	14.73	1,456
10	2	2	0	1	5	10.98	1,297
11	4	0	0	1	5	11.08	1,256
12	3	0	1	1	5	13.11	1,089
13	5	0	0	0	5	10.20	1,420

ตารางที่ 4.2 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. พญาไท สี่แยกปทุมวัน (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
14	3	0	2	0	5	11.63	1,220
15	6	0	0	0	6	14.91	1,223
16	7	0	0	0	7	16.37	1,306
17	3	1	0	1	5	10.10	1,412
18	5	1	0	1	7	14.92	1,451
19	5	0	0	0	5	10.31	1,399

ซึ่งจากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราการไหลอิ่มตัวคือ 1,334.0 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 111.4 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.78 วินาที, t_2 = 2.94 วินาที, t_3 = 3.44 วินาที, t_4 = 2.00 วินาที

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9266

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.94/2.78 = 1.06
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 3.44/2.78 = 1.24
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่อง เท่ากับ 2.00/2.78 = 0.72

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่น เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_2 และค่า W_1 ค่อนข้างมากกว่าจุดอื่น จึงทำให้รถตู้ใช้เวลาในการกลับรถน้อยกว่าจุดอื่น ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะนั้นค่อนข้างมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถกระบะของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมาซึ่งอยู่บนถนนลาดพร้าว บริเวณหน้าซอยลาดพร้าว 103 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.75 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.40 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.95 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 3.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 0.70 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.40 เมตร

- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 8.85 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 2.95 เมตร

4.2.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันอังคารที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เวลา 15:10–16:20น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 31 ชุดข้อมูล

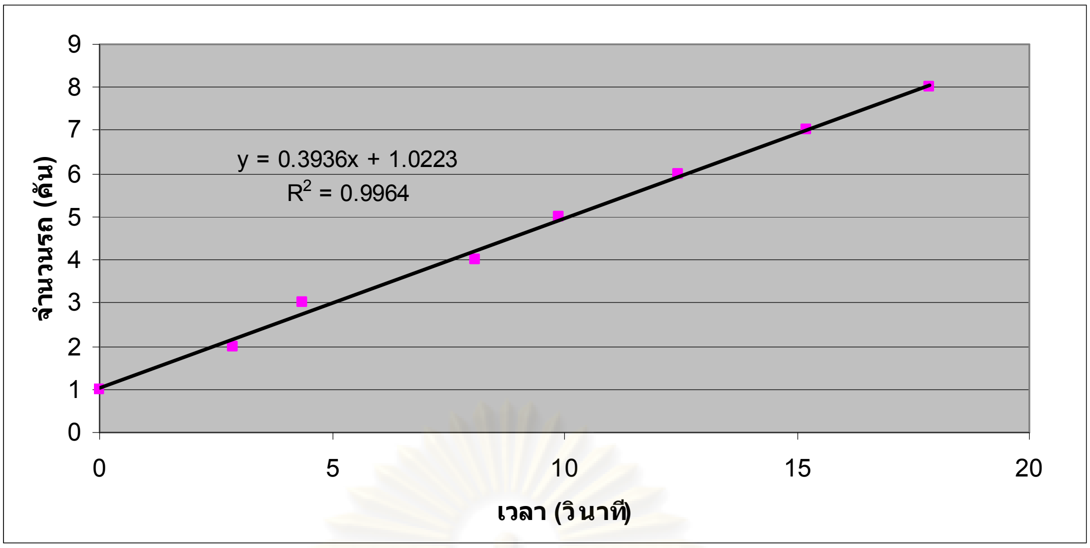
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 31 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 2 ซึ่งมีรถจำนวน 8 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.3 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.5 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ตารางที่ 4.3 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 2

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.87
3	รถตู้	4.36
4	รถยนต์นั่ง	8.08
5	รถยนต์นั่ง	9.88
6	รถกระบะ	12.44
7	รถกระบะ	15.20
8	รถยนต์นั่ง	17.85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.5 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 2

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3936 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9964 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3936 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3936 x 3,600 = 1,417 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 31 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	4	0	8	20.19	1,221
2	5	1	2	0	8	17.85	1,417
3	2	0	4	0	6	13.71	1,298
4	4	0	4	0	8	19.02	1,358
5	2	0	4	0	6	12.22	1,454
6	4	0	2	0	6	12.81	1,385
7	6	0	4	0	10	23.13	1,398

ตารางที่ 4.4 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
8	4	0	6	0	10	25.19	1,313
9	0	1	5	0	6	16.04	1,137
10	6	0	1	0	7	16.61	1,262
11	5	0	2	0	7	14.47	1,489
12	7	1	0	0	8	16.37	1,485
13	3	0	3	0	6	14.25	1,244
14	4	0	1	0	5	13.93	1,037
15	3	1	2	0	6	15.97	1,113
16	4	0	3	0	7	16.08	1,342
17	4	0	2	0	6	13.86	1,315
18	5	0	1	0	6	12.69	1,386
19	2	0	5	0	7	14.51	1,499
20	5	0	1	0	6	12.56	1,444
21	6	0	1	0	7	14.71	1,431
22	5	0	1	0	6	13.69	1,330
23	3	0	3	0	6	14.48	1,259
24	5	0	1	0	6	11.84	1,500
25	3	1	4	0	8	16.48	1,579
26	3	1	2	0	6	13.28	1,354
27	7	0	0	0	7	14.49	1,484
28	7	0	2	0	9	21.14	1,400
29	6	0	1	0	7	14.23	1,548
30	4	0	2	0	6	13.04	1,385
31	3	0	4	0	7	15.02	1,448

ซึ่งจากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,371.6 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 126.9 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.20 วินาที, t_2 = 2.41 วินาที, t_3 = 2.55 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8424

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.41/2.20 = 1.10
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.55/2.20 = 1.16

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้และรถกระบะมีค่ามากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_2 และค่า W_1 ค่อนข้างน้อย จึงทำให้รถตู้และรถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น

4.3 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมาซึ่งอยู่บนถนนลาดพร้าว บริเวณหน้าซอยลาดพร้าว 103 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

4.3.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.95 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.30 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.75 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 3.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 0.70 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 8.25 เมตรซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 2.75 เมตร

4.3.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันอังคารที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เวลา 15:10–16:20น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

4.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

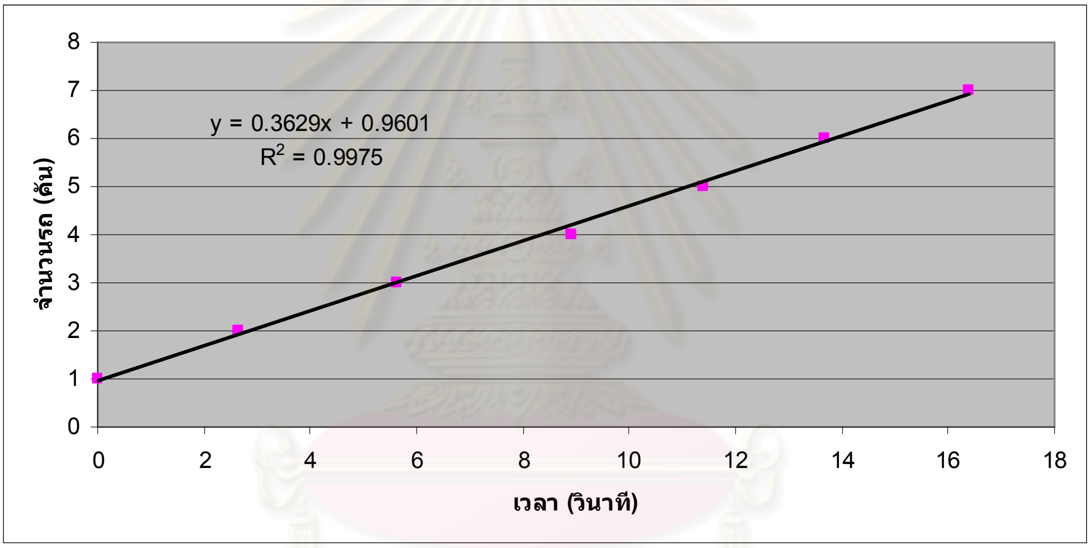
จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 4 ซึ่งมีรถจำนวน 7 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.5 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.7 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3629 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9975 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3629 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3629 \times 3{,}600 = 1{,}312 \text{ vph}$$

ตารางที่ 4.5 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 4

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.65
3	รถยนต์นั่ง	5.63
4	รถยนต์นั่ง	8.90
5	รถยนต์นั่ง	11.41
6	รถกระบะ	13.66
7	รถกระบะ	16.39



ภาพที่ 4.7 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 4

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ซึ่งจากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,242.7 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 104.9 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

ตารางที่ 4.6 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 103

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	1	0	0	5	12.26	1,150
2	4	0	3	0	7	17.48	1,227
3	4	0	1	0	5	10.59	1,312
4	5	0	2	0	7	16.39	1,306
5	5	0	3	0	8	20.80	1,194
6	3	0	2	0	5	10.27	1,417
7	5	0	2	0	7	17.92	1,166
8	4	0	1	0	5	11.99	1,203
9	6	0	2	0	8	18.62	1,382
10	5	0	1	0	6	14.33	1,271
11	3	0	4	0	7	18.93	1,086
12	3	0	4	0	7	17.28	1,248
13	5	0	1	0	6	12.66	1,402
14	4	0	3	0	7	17.84	1,185
15	4	1	0	0	5	10.82	1,325
16	3	0	3	0	6	15.18	1,187
17	3	0	3	0	6	13.32	1,324
18	3	0	2	0	5	11.16	1,301
19	4	0	3	0	7	17.25	1,220
20	3	1	3	0	7	17.17	1,238
21	2	0	5	0	7	16.48	1,307
22	4	0	2	0	6	18.74	950
23	3	0	3	0	6	14.66	1,225

t_1 = 2.82 วินาที, t_2 = 2.95 วินาที, t_3 = 2.98 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8390

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.95/2.82 = 1.05

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.98/2.82 = 1.06

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่นเล็กน้อย ซึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

4.4 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14 (ซอยมัยลาภ) (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมาซึ่งอยู่บนถนนรามอินทรา บริเวณหน้าซอยรามอินทรา 14 (ซอยมัยลาภ) และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

4.4.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 5 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.50 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.25 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 9.50 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 2.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.25 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 14.00 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 4 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.50 เมตร

4.4.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันศุกร์ที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 13:25–14:25น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 25 ชุดข้อมูล

4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

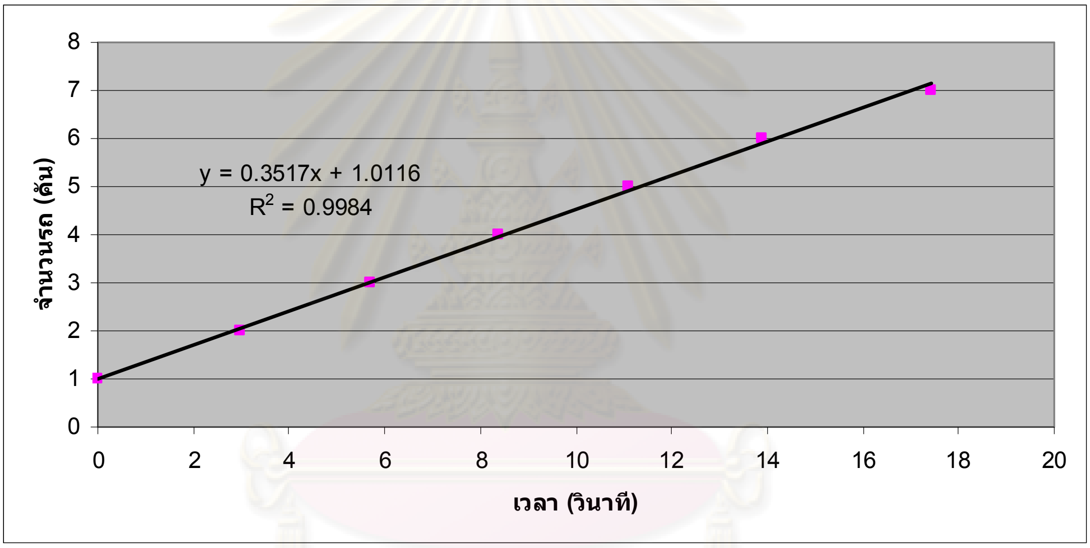
จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 25 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 3 ซึ่งมีรถจำนวน 7 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.7 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.9 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3517 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9984 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3517 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3517 \times 3,600 = 1,266 \text{ vph}$$

ตารางที่ 4.7 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 3

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.99
3	รถยนต์นั่ง	5.69
4	รถยนต์นั่ง	8.39
5	รถกระบะ	11.09
6	รถกระบะ	13.89
7	รถกระบะ	17.43



ภาพที่ 4.9 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 3

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 25 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ซึ่งจากตารางที่ 4.8 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,258.8 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 145.0 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

ตารางที่ 4.8 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ราม อินทรา หน้าซอย 14

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	2	0	3	0	5	11.32	1,264
2	3	0	2	0	5	11.32	1,232
3	4	0	3	0	7	17.43	1,266
4	3	0	2	0	5	11.41	1,244
5	2	0	4	0	6	18.05	979
6	4	0	1	0	5	10.26	1,407
7	3	0	2	0	5	10.32	1,403
8	4	0	1	0	5	11.94	1,188
9	4	0	2	0	6	14.39	1,229
10	4	0	1	0	5	9.14	1,562
11	3	0	2	0	5	11.36	1,251
12	4	0	1	0	5	9.95	1,394
13	4	0	2	0	6	15.52	1,142
14	3	0	2	0	5	12.63	1,084
15	4	0	1	0	5	9.89	1,444
16	3	0	2	0	5	9.52	1,549
17	6	0	0	0	6	12.40	1,444
18	2	0	3	0	5	11.90	1,203
19	2	0	4	0	6	13.67	1,311
20	5	0	0	0	5	12.41	1,164
21	4	0	3	0	7	18.34	1,143
22	3	0	2	0	5	12.01	1,182
23	3	1	2	0	6	16.31	1,085
24	2	0	4	0	6	15.02	1,182
25	4	0	2	0	6	14.48	1,251

t_1 = 3.16 วินาที, t_2 = 5.09 วินาที, t_3 = 3.68 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8297

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 5.09/3.16 = 1.61
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 3.68/3.16 = 1.17

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้นั้นมากกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะนั้นอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม

4.5 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมาซึ่งอยู่บนถนนรามอินทรา บริเวณหน้าเซ็นทรัลรามอินทรา และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.10

4.5.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 5 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.55 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 9.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.45 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.55 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 13.20 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 4 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.30 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.10 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

4.5.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันจันทร์ที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2553 เวลา 15:30–15:55น. และวันศุกร์ที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2553 เวลา 14:15-15:50น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

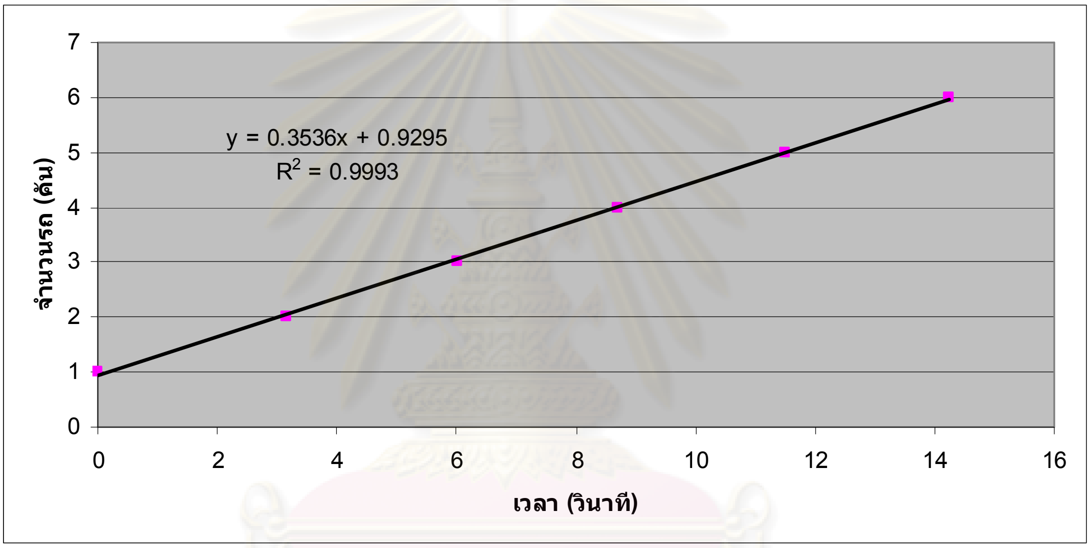
4.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 17 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.9 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.11 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	3.15
3	รถกระบะ	6.03
4	รถยนต์นั่ง	8.70
5	รถยนต์นั่ง	11.50
6	รถยนต์นั่ง	14.24



ภาพที่ 4.11 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้น ของชุดข้อมูลที่ 17

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟ เท่ากับ 0.3536 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9993 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3536 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3536 x 3,600 = 1,273 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	1	0	5	13.61	1,077
2	2	0	3	0	5	11.05	1,302
3	5	0	0	0	5	12.34	1,133
4	3	0	3	0	6	14.15	1,260
5	3	0	2	0	5	9.21	1,565
6	3	0	1	0	4	9.51	1,136
7	3	1	2	0	6	13.64	1,299
8	4	0	2	0	6	14.44	1,265
9	2	0	2	0	4	9.73	1,114
10	4	0	1	0	5	11.08	1,300
11	2	0	2	0	4	8.09	1,344
12	3	1	0	0	4	8.34	1,283
13	4	0	1	0	5	10.86	1,349
14	2	0	3	0	5	10.04	1,385
15	0	0	5	0	5	10.60	1,354
16	4	0	0	0	4	6.60	1,657
17	5	0	1	0	6	14.24	1,273
18	5	0	1	0	6	14.39	1,215
19	4	0	0	0	4	7.06	1,525
20	5	1	2	0	8	17.98	1,375
21	2	0	2	0	4	7.65	1,381
22	5	0	0	0	5	9.92	1,467
23	6	0	0	0	6	13.40	1,346

ซึ่งจากตารางที่ 4.10 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,321.4 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 142.1 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.77 วินาที, t_2 = 2.28 วินาที, t_3 = 2.72 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8651

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.28/2.77 = 0.82
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.72/2.77 = 0.98

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะก็มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมเช่นกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

4.6 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 112 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกซึ่งอยู่บนถนนลาดพร้าว บริเวณหน้าซอยลาดพร้าว 112 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.12 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 112(รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

4.6.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.35 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.95 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 4.20 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 0.70 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.35 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 8.85 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 2.95 เมตร

4.6.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันศุกร์ที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 เวลา 15:15–16:05น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 21 ชุดข้อมูล

4.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

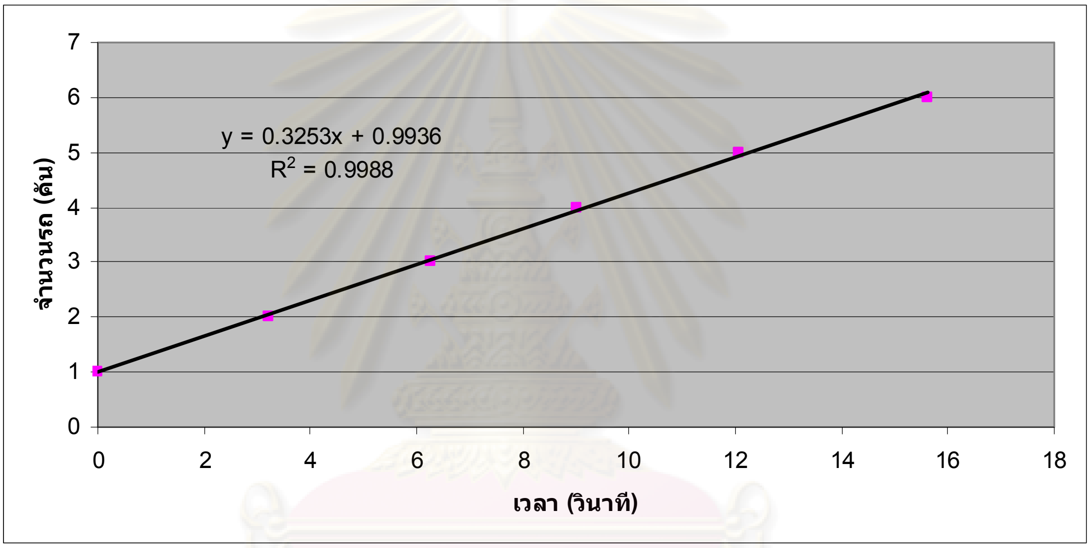
จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 21 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 9 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.11 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.13 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3253 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9988 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3253 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3253 x 3,600 = 1,171 vph

ตารางที่ 4.11 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 9

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถกระบะ	3.22
3	รถยนต์นั่ง	6.28
4	รถยนต์นั่ง	9.02
5	รถยนต์นั่ง	12.08
6	รถยนต์นั่ง	15.63



ภาพที่ 4.13 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้น ของชุดข้อมูลที่ 9

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 21 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 112

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	2	0	3	0	5	10.93	1,281
2	2	0	3	0	5	10.75	1,339
3	4	0	1	0	5	12.47	1,156

ตารางที่ 4.12 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 112 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
4	2	0	3	0	5	13.63	1,075
5	4	0	2	0	6	14.74	1,227
6	2	0	3	0	5	16.54	868
7	4	0	1	0	5	11.53	1,269
8	3	0	2	0	5	12.13	1,174
9	4	0	2	0	6	15.63	1,171
10	4	0	3	0	7	19.24	1,116
11	3	0	2	0	5	13.60	1,061
12	3	0	2	0	5	12.49	1,157
13	3	0	2	0	5	13.39	1,052
14	4	0	1	0	5	11.80	1,238
15	3	0	2	0	5	12.49	1,139
16	7	0	1	0	8	20.07	1,293
17	5	1	0	0	6	15.17	1,194
18	3	0	2	0	5	10.04	1,472
19	4	0	1	0	5	11.22	1,274
20	4	1	0	0	5	10.67	1,348
21	3	0	2	0	5	13.03	1,083

ซึ่งจากตารางที่ 4.12 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,191.5 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 129.9 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.92 วินาที, t_2 = 3.39 วินาที, t_3 = 3.62 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7689

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 3.39/2.92 = 1.16

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 3.62/2.92 = 1.24

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ไม่สามารถนำมาสรุปผลได้ เนื่องจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่ามากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_1 ค่า R'_2 และค่า W_1 ค่อนข้างน้อยจึงทำให้รถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น

4.7 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกซึ่งอยู่บนถนนรามคำแหงบริเวณหน้าซอยรามคำแหง 118 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 4.14

4.7.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.00 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 3.10 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1)เท่ากับ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.90 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.30 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.14 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118(รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

4.7.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันพุธที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2553 เวลา 12:45–14:10น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

4.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

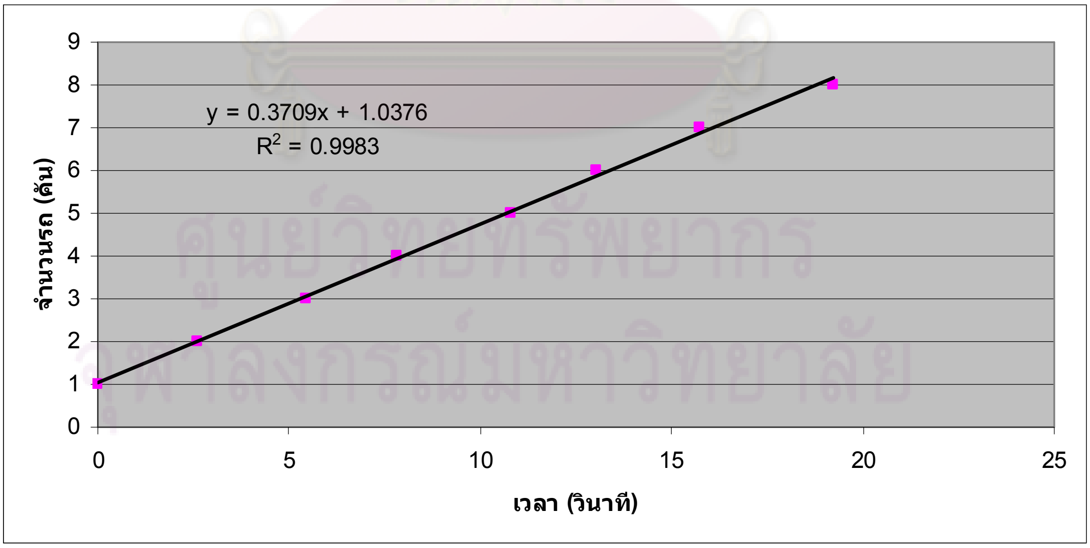
จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 22 ซึ่งมีรถจำนวน 8 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.13 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.15 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ตารางที่ 4.13 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 22

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.59
3	รถยนต์นั่ง	5.46
4	รถกระบะ	7.84
5	รถยนต์นั่ง	10.79
6	รถกระบะ	13.02
7	รถยนต์นั่ง	15.75
8	รถกระบะ	19.24

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3709 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9983 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3709 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3709 \times 3{,}600 = 1{,}335 \text{ vph}$$



ภาพที่ 4.15 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 22

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 118

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	1	0	5	13.22	1,066
2	2	1	1	0	4	8.90	1,210
3	4	0	1	0	5	12.63	1,103
4	4	0	0	0	4	9.39	1,162
5	2	0	3	0	5	12.67	1,168
6	4	0	1	0	5	8.88	1,614
7	4	1	1	0	6	14.40	1,299
8	1	0	5	0	6	12.01	1,515
9	2	0	3	0	5	10.78	1,349
10	4	0	2	0	6	14.72	1,211
11	3	0	2	0	5	11.77	1,222
12	2	0	4	0	6	15.90	1,100
13	3	0	2	0	5	14.21	1,022
14	2	1	1	0	4	9.57	1,121
15	2	0	2	0	4	8.64	1,241
16	3	0	2	0	5	15.30	948
17	2	0	3	0	5	10.62	1,348
18	3	0	1	0	4	6.74	1,621
19	3	0	3	0	6	17.03	1,071
20	2	0	3	0	5	11.97	1,221
21	5	0	3	0	8	19.24	1,335
22	4	0	1	0	5	10.22	1,399

ซึ่งจากตารางที่ 4.14 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,257.4 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 187.6 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

t_1 = 2.86 วินาที, t_2 = 3.20 วินาที, t_3 = 2.79 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7163

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 3.20/2.86 = 1.12
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.79/2.86 = 0.98

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนมากเพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

4.8 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกซึ่งอยู่บนถนนรามคำแหงบริเวณหน้าซอยรามคำแหง 118 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.16

4.8.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.00 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 3.10 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.90 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.30 เมตร

ภาพที่ 4.16 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118(รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

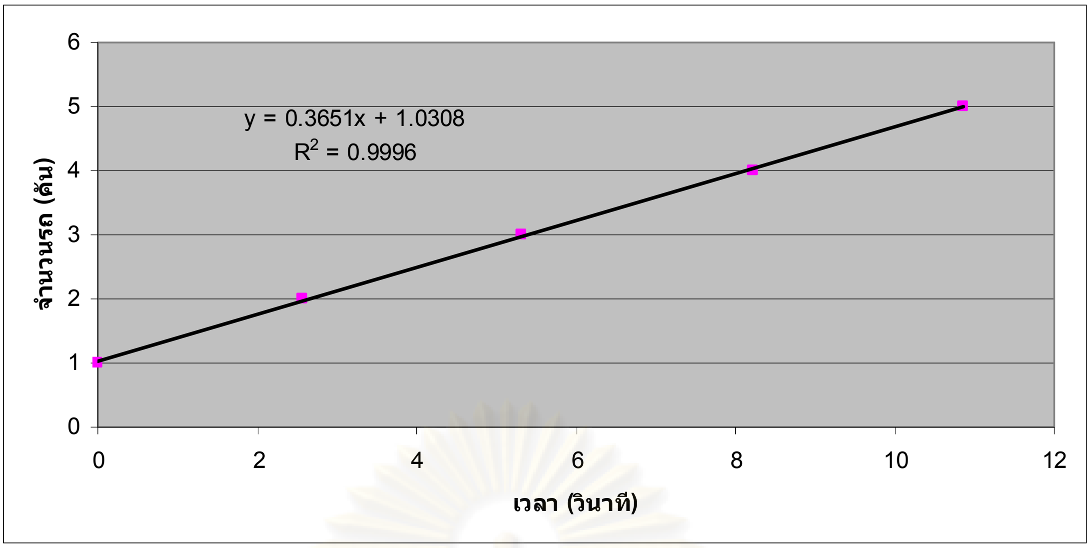
4.8.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันพุธที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2553 เวลา 12:50–14:40น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 10 ซึ่งมีรถจำนวน 5 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.15 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.17 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE



ภาพที่ 4.17 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้น ของชุดข้อมูลที่ 10

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3651 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9996 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3651 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3651 x 3,600 = 1,314 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 10

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถกระบะ	2.57
3	รถกระบะ	5.31
4	รถกระบะ	8.23
5	รถกระบะ	10.86

ตารางที่ 4.16 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 118

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	1	0	4	0	5	12.83	1,126
2	2	0	3	0	5	10.93	1,320
3	2	0	3	0	5	10.14	1,417
4	2	0	2	0	4	7.95	1,358
5	2	0	2	0	4	8.20	1,319
6	1	0	4	0	5	12.39	1,175
7	2	0	3	0	5	13.33	1,088
8	3	0	2	0	5	13.55	1,079
9	3	0	2	0	5	15.45	932
10	1	0	4	0	5	10.86	1,314
11	1	0	3	0	4	6.82	1,585
12	3	0	2	0	5	10.73	1,314
13	1	0	4	0	5	9.89	1,466
14	4	0	1	0	5	10.79	1,359
15	3	0	1	0	4	9.96	1,065
16	2	0	3	0	5	13.89	1,009
17	3	1	1	0	5	13.21	1,085
18	2	0	2	0	4	7.19	1,509
19	1	0	4	0	5	10.49	1,379
20	1	0	3	0	4	9.30	1,160
21	1	0	4	0	5	11.60	1,249
22	0	0	5	0	5	17.05	824
23	4	0	0	0	4	8.31	1,300

ซึ่งจากตารางที่ 4.16 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,230.3 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 190.3 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 3.91 วินาที, t_2 = 5.03 วินาที, t_3 = 3.99 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.5461

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 5.03/3.91 = 1.29
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 3.99/3.91 = 1.02

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่ากว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

4.9 จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกซึ่งอยู่บนถนนกิ่งแก้ว บริเวณหน้าซอยกิ่งแก้ว 21 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศใต้ ดังแสดงในภาพที่ 4.18

4.9.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 5 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.50 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.75 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 8.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 0.80 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1)เท่ากับ 3.75 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 14.00 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 4 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.50 เมตร

ภาพที่ 4.18 จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)

4.9.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2553 เวลา 15:45–17:10น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 22 ชุดข้อมูล

4.9.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

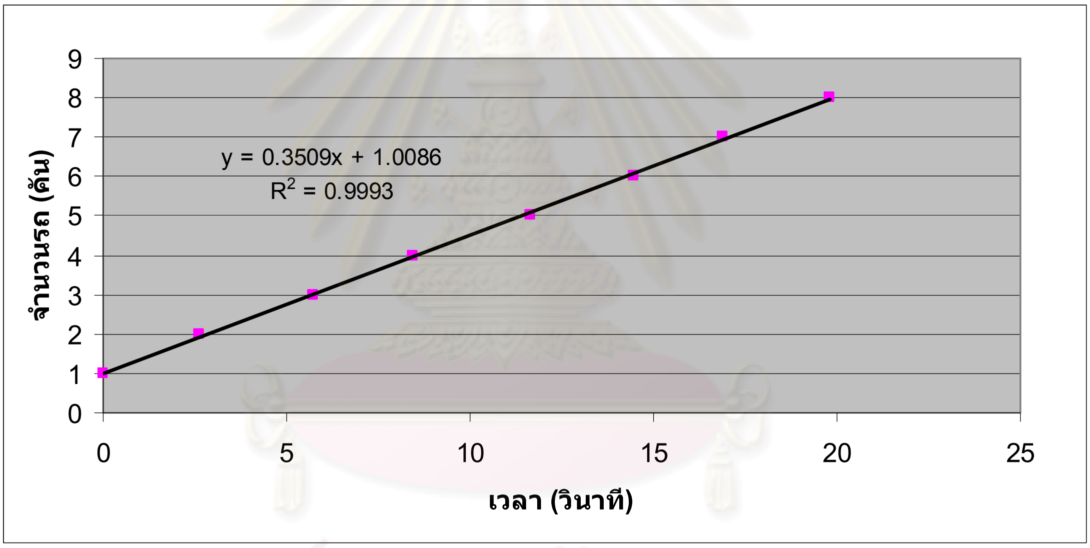
จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 22 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 15 ซึ่งมีรถจำนวน 8 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.17 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.19 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3509 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9993 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3509 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3509 \times 3,600 = 1,263 \text{ vph}$$

ตารางที่ 4.17 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 15

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถกระบะ	2.61
3	รถยนต์นั่ง	5.74
4	รถยนต์นั่ง	8.47
5	รถกระบะ	11.66
6	รถกระบะ	14.45
7	รถยนต์นั่ง	16.89
8	รถกระบะ	19.79



ภาพที่ 4.19 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้น ของชุดข้อมูลที่ 15

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 22 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ซึ่งจากตารางที่ 4.18 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,327.0 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 216.8 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

ตารางที่ 4.18 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	2	1	4	0	7	16.01	1,347
2	1	0	4	0	5	9.14	1,589
3	2	0	5	0	7	17.34	1,261
4	3	0	3	0	6	16.99	1,010
5	2	0	4	0	6	14.37	1,245
6	4	1	2	0	7	13.88	1,583
7	3	0	3	0	6	15.72	1,170
8	1	1	3	0	5	12.44	1,113
9	4	0	1	0	5	8.09	1,817
10	0	0	6	0	6	14.32	1,240
11	2	0	3	0	5	11.50	1,222
12	2	0	6	0	8	18.00	1,412
13	3	0	3	0	6	15.27	1,137
14	1	2	2	0	5	13.09	1,061
15	3	0	5	0	8	19.79	1,263
16	2	0	2	0	4	6.09	1,745
17	1	2	5	0	8	20.19	1,268
18	1	1	4	0	6	12.49	1,412
19	4	0	1	0	5	9.19	1,598
20	4	0	2	0	6	14.77	1,219
21	3	0	2	0	5	11.76	1,201
22	2	1	5	0	8	17.66	1,419

t_1 = 2.53 วินาที, t_2 = 2.75 วินาที, t_3 = 2.79 วินาที
โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง
โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7999

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.75/2.53 = 1.09

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.79/2.53 = 1.10

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้และรถกระบะมีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่นเล็กน้อย เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_1 และค่า R'_2 ค่อนข้างมากจึงทำให้รถตู้และรถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่นเล็กน้อย

4.10 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกซึ่งอยู่บนถนนรามคำแหง บริเวณหน้าซอยรามคำแหง 96 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.20

4.10.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.40 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.00 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.40 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 8.50 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 10.20 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.40 เมตร

4.10.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันจันทร์ที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เวลา 14:00–15:00น. และวันอังคารที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เวลา 14:00 -14:50น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 25 ชุดข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.20 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

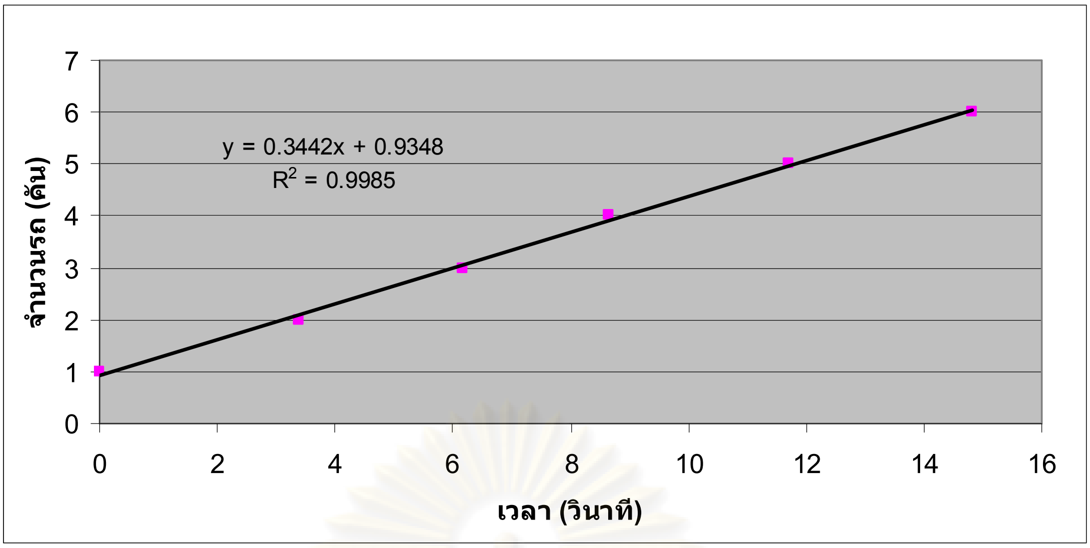
4.10.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 25 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 25 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.19 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.21 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ตารางที่ 4.19 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 25

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถยนต์นั่ง	3.38
3	รถยนต์นั่ง	6.16
4	รถยนต์นั่ง	8.66
5	รถยนต์นั่ง	11.71
6	รถกระบะ	14.81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.21 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้น ของชุดข้อมูลที่ 25

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3442 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9985 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3442 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3442 x 3,600 = 1,239 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 25 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 96

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	2	0	3	0	5	11.38	1,268
2	5	0	1	0	6	11.95	1,522
3	3	0	2	0	5	12.04	1,212
4	2	0	3	0	5	14.97	927
5	6	0	0	0	6	13.24	1,363
6	2	1	2	0	5	10.89	1,320
7	2	0	3	0	5	9.20	1,583
8	4	0	2	0	6	11.94	1,481

ตารางที่ 4.20 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. รามคำแหง หน้าซอย 96 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
9	4	0	3	0	7	19.36	1,101
10	1	0	4	0	5	11.50	1,240
11	3	0	3	0	6	12.88	1,427
12	4	0	3	0	7	16.44	1,299
13	3	0	2	0	5	12.75	1,121
14	2	0	3	0	5	10.65	1,369
15	5	0	0	0	5	9.85	1,441
16	2	1	3	0	6	14.08	1,279
17	4	0	1	0	5	12.69	1,128
18	2	0	3	0	5	10.66	1,372
19	2	0	4	0	6	14.12	1,282
20	2	0	3	0	5	9.61	1,492
21	3	1	1	0	5	11.39	1,257
22	4	0	1	0	5	12.42	1,123
23	4	0	1	0	5	9.57	1,546
24	5	0	2	0	7	16.42	1,316
25	4	0	2	0	6	14.81	1,239

ซึ่งจากตารางที่ 4.20 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,308.5 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 158.0 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.72 วินาที, t_2 = 2.81 วินาที, t_3 = 2.95 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6588

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.81/2.72 = 1.03
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.95/2.72 = 1.08

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่นเล็กน้อย เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า W_1 มากเพียงพอต่อการที่รถกระบะจะทำการกลับรถโดยไม่เกิดความล่าช้า

4.11 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนร่มเกล้า บริเวณหน้าซอยร่มเกล้า 44 ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศเหนือ ดังแสดงในภาพที่ 4.22

ภาพที่ 4.22 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)

4.11.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศเหนือมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.40 เมตร (รวมถึงช่องทางรอกลับรถ)
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศใต้มีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.40 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 10.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.40 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 10.20 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.40 เมตร

4.11.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันจันทร์ที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เวลา 17:10–17:55น. และวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เวลา 17:05 -17:55น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 25 ชุดข้อมูล

4.11.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

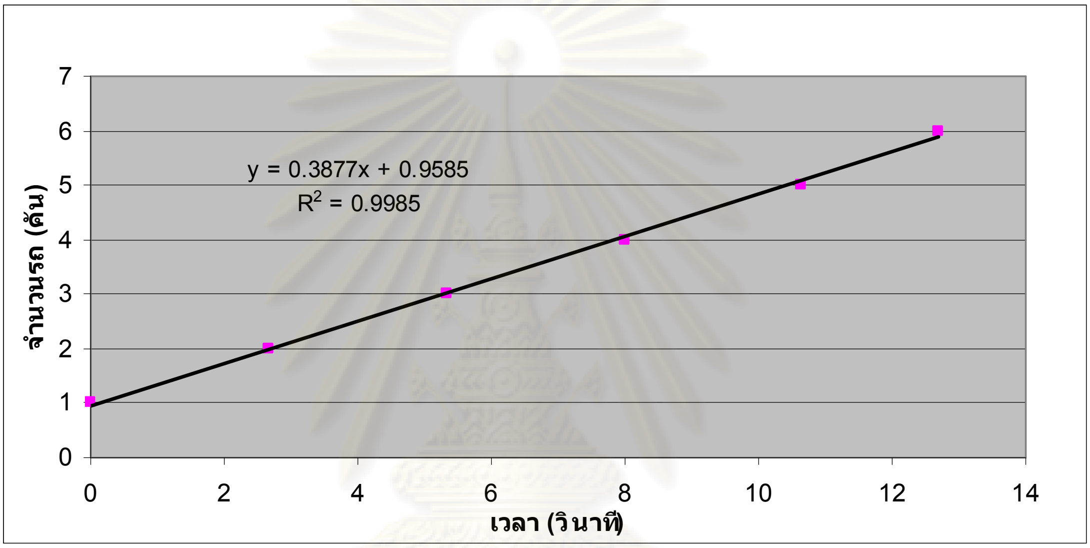
จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 25 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 11 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.21 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.23 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3877 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9985 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3877 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3877 \times 3{,}600 = 1{,}396 \text{ vph}$$

ตารางที่ 4.21 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 11

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถกระบะ	2.66
3	รถกระบะ	5.33
4	รถยนต์นั่ง	7.99
5	รถยนต์นั่ง	10.65
6	รถยนต์นั่ง	12.70



ภาพที่ 4.23 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 11

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 25 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ร่มเกล้าหน้าซอย 44

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	2	0	3	0	5	11.72	1,226
2	1	0	4	0	5	10.80	1,341
3	1	1	3	0	5	11.52	1,171
4	1	0	4	0	5	13.79	1,053

ตารางที่ 4.22 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
5	2	0	4	0	6	12.37	1,413
6	3	0	1	0	4	7.49	1,440
7	3	0	2	0	5	10.86	1,350
8	3	0	4	0	7	13.99	1,578
9	2	1	2	0	5	10.87	1,288
10	3	1	1	0	5	11.02	1,342
11	4	0	2	0	6	12.70	1,396
12	1	0	3	0	4	8.74	1,239
13	4	0	1	0	5	10.32	1,400
14	2	0	2	0	4	7.93	1,383
15	3	0	2	0	5	10.54	1,372
16	2	0	6	0	8	19.18	1,311
17	2	0	3	0	5	10.87	1,304
18	2	0	3	0	5	10.48	1,386
19	2	0	3	0	5	9.45	1,501
20	0	0	4	0	4	7.51	1,449
21	2	0	5	0	7	16.18	1,267
22	4	0	0	0	4	8.05	1,345
23	4	0	2	0	6	12.15	1,445
24	2	0	3	0	5	10.82	1,342
25	3	0	2	0	5	8.82	1,626

ซึ่งจากตารางที่ 4.22 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,360.5 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 120.7 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.19 วินาที, t_2 = 3.03 วินาที, t_3 = 2.57 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8881

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 3.03/2.19 = 1.39
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.57/2.19 = 1.18

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.12 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ซึ่งอยู่บนถนนลาดพร้าว บริเวณหน้าซอยลาดพร้าว 62 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.24

ภาพที่ 4.24 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

4.12.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.10 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.35 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.10 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 7.50 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 0.70 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.35 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.30 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.10 เมตร

4.12.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันอังคารที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 14:00–15:00น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

4.12.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 14 ซึ่งมีรถจำนวน 7 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.23 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.25 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

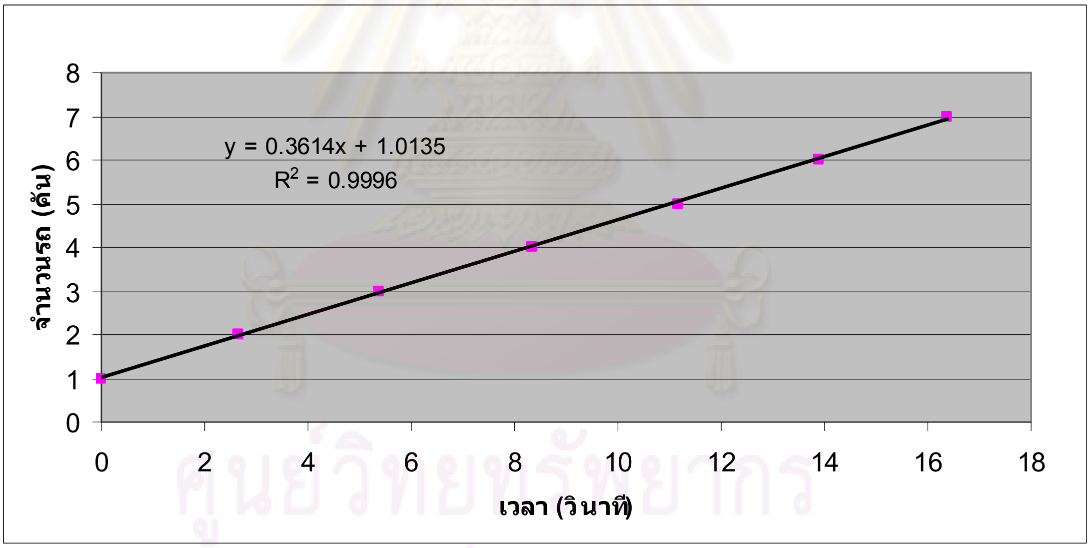
จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3614 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9996 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3614 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3614 \times 3{,}600 = 1{,}301 \text{ vph}$$

ตารางที่ 4.23 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 14

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถกระบะ	2.66
3	รถกระบะ	5.38
4	รถกระบะ	8.34
5	รถกระบะ	11.18
6	รถกระบะ	13.90
7	รถยนต์นั่ง	16.39

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.24



ภาพที่ 4.25 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 14

ซึ่งจากตารางที่ 4.24 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,237.8 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 166.5 คัน/ชั่วโมง จากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

ตารางที่ 4.24 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 62

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	5	0	0	0	5	10.78	1,350
2	1	0	3	0	4	10.51	1,029
3	4	0	1	0	5	12.95	1,112
4	4	0	1	0	5	9.45	1,504
5	3	0	1	0	4	10.03	1,068
6	3	0	1	0	4	9.57	1,126
7	3	0	3	0	6	17.12	1,006
8	4	0	1	0	5	9.75	1,491
9	4	0	0	0	4	7.18	1,508
10	5	0	0	0	5	12.12	1,212
11	2	0	3	0	5	14.96	951
12	1	0	4	0	5	11.74	1,238
13	6	0	1	0	7	14.78	1,441
14	1	0	6	0	7	16.39	1,301
15	4	0	2	0	6	15.22	1,167
16	3	0	3	0	6	13.35	1,378
17	2	0	3	0	5	12.40	1,193
18	2	0	3	0	5	13.20	1,094
19	4	0	2	0	6	14.67	1,232
20	3	0	2	0	5	12.16	1,203
21	4	1	0	0	5	11.16	1,303
22	2	0	3	0	5	13.32	1,075
23	3	0	1	0	4	7.66	1,402

t_1 = 2.09 วินาที, t_2 = 2.36 วินาที, t_3 = 2.62 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7414

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.36/2.09 = 1.13
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.62/2.09 = 1.26

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่ากว่าจุดกลับรถจุดอื่น เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_1 ค่อนข้างน้อยจึงทำให้รถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น

4.13 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 114 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนลาดพร้าว บริเวณหน้าซอยลาดพร้าว 114 และไม่อยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.26

4.13.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.85 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 5.30 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 0.70 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.85 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.00 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.00 เมตร

4.13.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันพุธที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 17:00–17:50น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

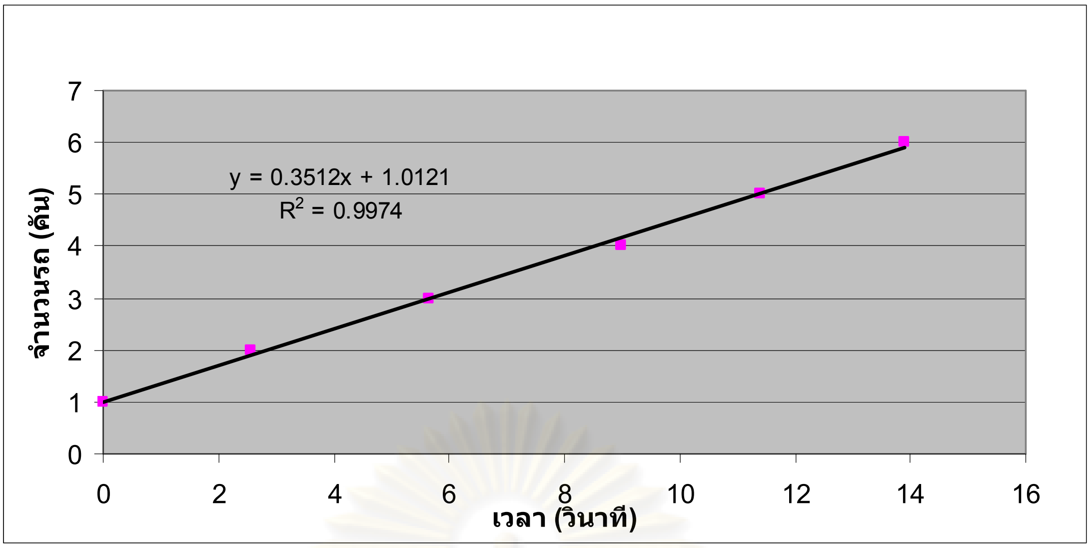
ภาพที่ 4.26 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 114 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

4.13.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 8 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.25 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.27 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ตารางที่ 4.25 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 8

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถกระบะ	2.57
3	รถยนต์นั่ง	5.64
4	รถกระบะ	8.98
5	รถกระบะ	11.41
6	รถยนต์นั่ง	13.91



ภาพที่ 4.27 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 8

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3512 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9974 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3512 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3512 x 3,600 = 1,264 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.26

ซึ่งจากตารางที่ 4.26 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,334.1 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 91.1 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.51 วินาที, t_2 = 4.98 วินาที, t_3 = 2.37 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8912

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 4.98/2.51 = 1.98
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.37/2.51 = 0.95

ตารางที่ 4.26 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว หน้าซอย 114

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	1	0	5	11.28	1,268
2	5	0	1	0	6	13.63	1,310
3	5	0	0	0	5	10.16	1,416
4	3	0	2	0	5	10.06	1,420
5	5	0	1	0	6	12.62	1,415
6	4	0	1	0	5	10.50	1,349
7	5	0	2	0	7	15.27	1,459
8	3	0	3	0	6	13.91	1,264
9	5	0	1	0	6	13.77	1,301
10	5	0	0	0	5	12.46	1,187
11	4	0	1	0	5	11.74	1,226
12	5	0	0	0	5	12.09	1,216
13	4	0	1	0	5	10.88	1,349
14	4	0	1	0	5	10.34	1,380
15	5	0	0	0	5	10.91	1,313
16	4	0	1	0	5	11.65	1,271
17	4	0	1	0	5	10.31	1,360
18	5	1	1	0	7	18.29	1,151
19	5	0	0	0	5	10.04	1,434
20	2	0	3	0	5	10.20	1,387
21	1	0	3	0	4	8.16	1,329
22	5	0	0	0	5	10.34	1,408
23	4	0	1	0	5	9.55	1,504

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูล

4.14 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา - ลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งอยู่บนถนนรัชดาภิเษก บริเวณใกล้สี่แยกรัชดา - ลาดพร้าว ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศเหนือ ดังแสดงในภาพที่ 4.28

ภาพที่ 4.28 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา - ลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศเหนือ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.14.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

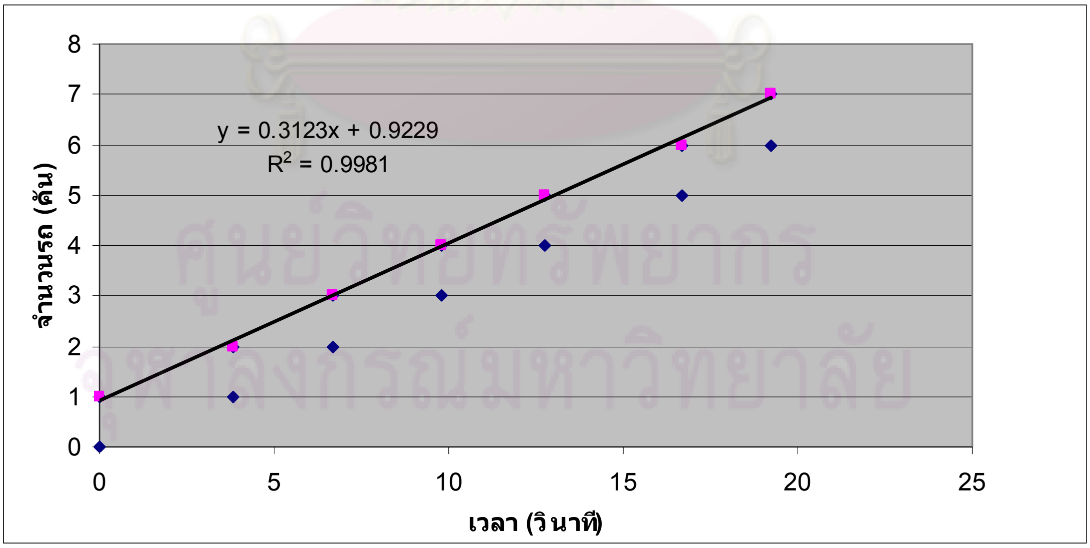
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศเหนือมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.90 เมตร (รวมถึงช่องทางรอกลับรถ)
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศใต้มีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.90 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 7.50 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 16.80 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.90 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 8.70 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 2.90 เมตร
- ความสูงจากพื้นถึงสะพาน (H) เท่ากับ 3.50 เมตร

ตารางที่ 4.27 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 23

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถกระบะ	3.82
3	รถยนต์นั่ง	6.66
4	รถกระบะ	9.82
5	รถกระบะ	12.77
6	รถกระบะ	16.70
7	รถยนต์นั่ง	19.21

4.14.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 เวลา 14:10–15:50น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล



ภาพที่ 4.29 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 23

ตารางที่ 4.28 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ใกล้สี่แยกรัชดา-ลาดพร้าว

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	0	0	4	9.09	1,177
2	3	0	2	0	5	12.66	1,125
3	4	0	1	0	5	12.32	1,199
4	4	0	1	0	5	9.87	1,468
5	3	0	2	0	5	11.57	1,229
6	3	1	1	0	5	11.69	1,259
7	4	0	1	0	5	15.13	895
8	1	0	3	0	4	7.16	1,498
9	3	0	3	0	6	13.56	1,352
10	3	0	2	0	5	11.76	1,195
11	1	1	3	0	5	13.20	1,302
12	4	0	1	0	5	9.19	1,602
13	4	0	1	0	5	11.96	1,165
14	3	0	2	0	5	11.07	1,301
15	4	0	1	0	5	10.32	1,405
16	2	0	3	0	5	12.34	1,175
17	5	0	0	0	5	14.92	967
18	2	1	3	0	6	15.30	1,217
19	5	0	3	0	8	16.46	1,498
20	4	0	4	0	8	22.10	1,103
21	3	0	2	0	5	9.83	1,500
22	3	0	4	0	7	17.17	1,196
23	2	0	5	0	7	19.21	1,124

4.14.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 23 ซึ่งมีรถจำนวน 7 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.27 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.29 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟ เท่ากับ 0.3123 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9981 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3123 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3123 * 3,600 = 1,124 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ซึ่งจากตารางที่ 4.28 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,256.7 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 176.1 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.51 วินาที, t_2 = 3.18 วินาที, t_3 = 2.74 วินาที
โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง
โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7368

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 3.18/2.51 = 1.26
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.74/2.51 = 1.09

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีปัจจัยทางด้านความสูงของสะพานเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงทำให้รถตู้ใช้เวลาในการกลับรถมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลพอสมควร ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเช่นกันเนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_1 ค่า R'_2 ค่า W_1 และค่า W_2 ค่อนข้างมากจึงทำให้รถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเล็กน้อย

4.15 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก ซึ่งอยู่บนถนนลาดพร้าว บริเวณใกล้ปากทางลาดพร้าว ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถ

ที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศเหนือ ดังแสดงในภาพที่ 4.30

4.15.1 **ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ**

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 2.75 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.00 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 1 ช่องทางจราจร ความกว้าง 5.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 9.80 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 5.70 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 5.00 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 1 ช่องทาง กว้าง 5.00 เมตร
- ความสูงจากพื้นถึงสะพาน (H) เท่ากับ 4.30 เมตร

ภาพที่ 4.30 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

4.15.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันเสาร์ที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 13:05–13:50น. และวันเสาร์ที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 12:20–14:05น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 24 ชุดข้อมูล

4.15.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 24 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 9 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.29 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.31 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

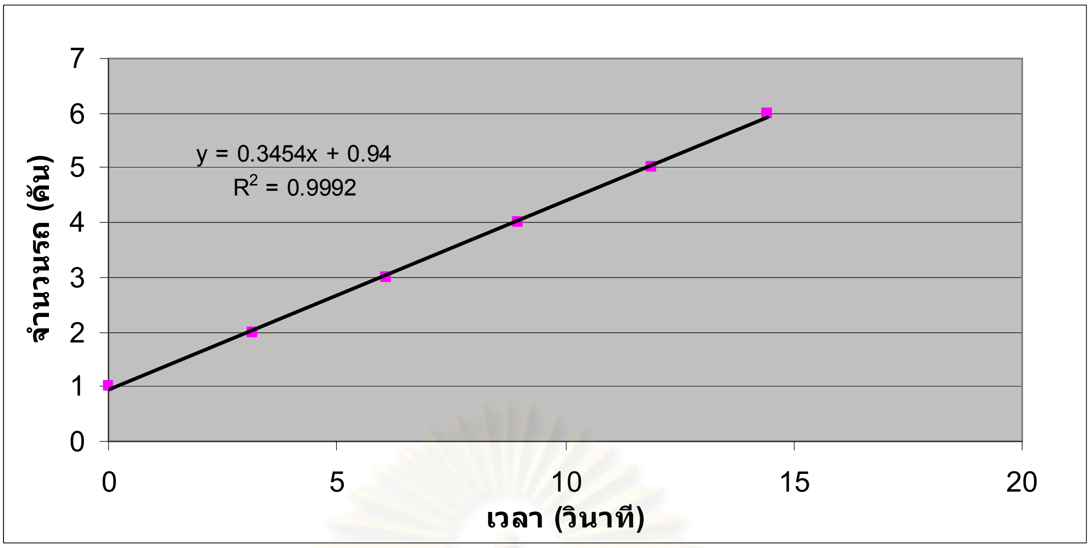
ตารางที่ 4.29 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 9

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	3.14
3	รถยนต์นั่ง	6.07
4	รถยนต์นั่ง	8.95
5	รถยนต์นั่ง	11.88
6	รถยนต์นั่ง	14.43

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3454 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9992 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3454 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3454 \times 3{,}600 = 1{,}243 \text{ vph}$$

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 24 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.30



ภาพที่ 4.31 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 9

ซึ่งจากตารางที่ 4.30 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,118.0 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 140.0 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 3.30 วินาที, t_3 = 3.53 วินาที
โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถตู้
โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง
โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7930

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 3.53/3.30 = 1.07

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า W_1 และค่า W_2 ค่อนข้างมากจึงทำให้รถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเล็กน้อย

ตารางที่ 4.30 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	1	0	5	13.00	1,117
2	3	0	1	0	4	9.30	1,159
3	3	0	2	0	5	14.30	1,011
4	5	0	0	0	5	10.83	1,333
5	4	0	0	0	4	8.99	1,195
6	5	0	1	0	6	14.48	1,239
7	3	0	2	0	5	14.20	1,020
8	5	0	0	0	5	12.71	1,096
9	6	0	0	0	6	14.43	1,243
10	6	0	0	0	6	13.31	1,339
11	7	0	1	0	8	20.48	1,175
12	3	0	1	0	4	7.47	1,423
13	7	0	0	0	7	18.78	1,075
14	5	0	2	0	7	17.16	1,201
15	4	0	1	0	5	13.39	1,094
16	7	0	0	0	7	25.06	828
17	4	0	1	0	5	11.08	1,271
18	7	0	1	0	8	24.44	1,017
19	4	0	1	0	5	15.06	934
20	6	0	0	0	6	17.42	999
21	4	0	0	0	4	10.25	1,047
22	5	0	0	0	5	13.40	1,072
23	2	0	3	0	5	15.33	1,082
24	5	0	0	0	5	14.74	989

4.16 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (หน้าโฮมโปร) (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

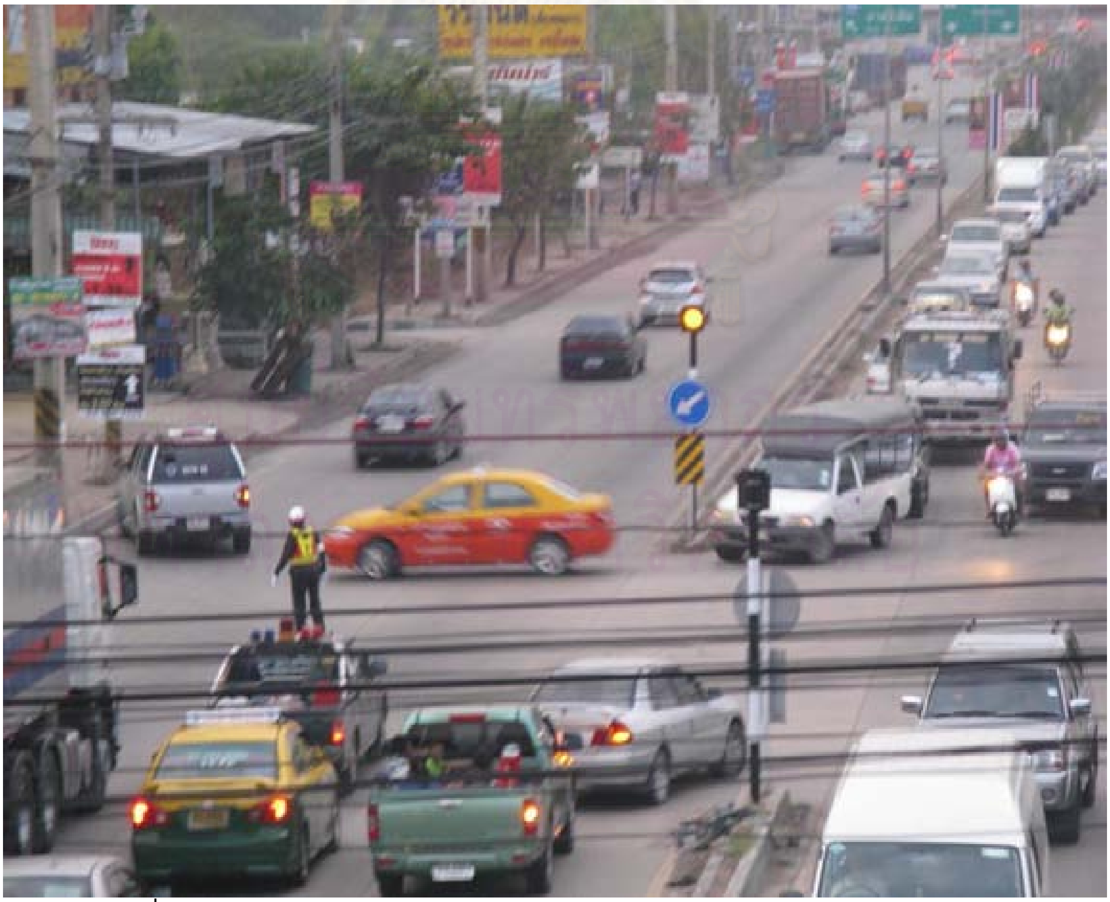
จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนลำลูกกา กิโลเมตรที่ 12.5 บริเวณหน้าโฮมโปร ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 4.32

4.16.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.00 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 11.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.00 เมตร
- รัศมีที่นับจากจุดกึ่งกลางของเกาะกลางถึงขอบนอกของ ช่องทางฝั่งที่สวนมา (R_2) เท่ากับ 9.90 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.30 เมตร



ภาพที่ 4.32 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

4.16.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันจันทร์ที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 17:15–18:00น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 45 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 29 ชุดข้อมูล

4.16.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 29 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 21 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.31 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.33 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

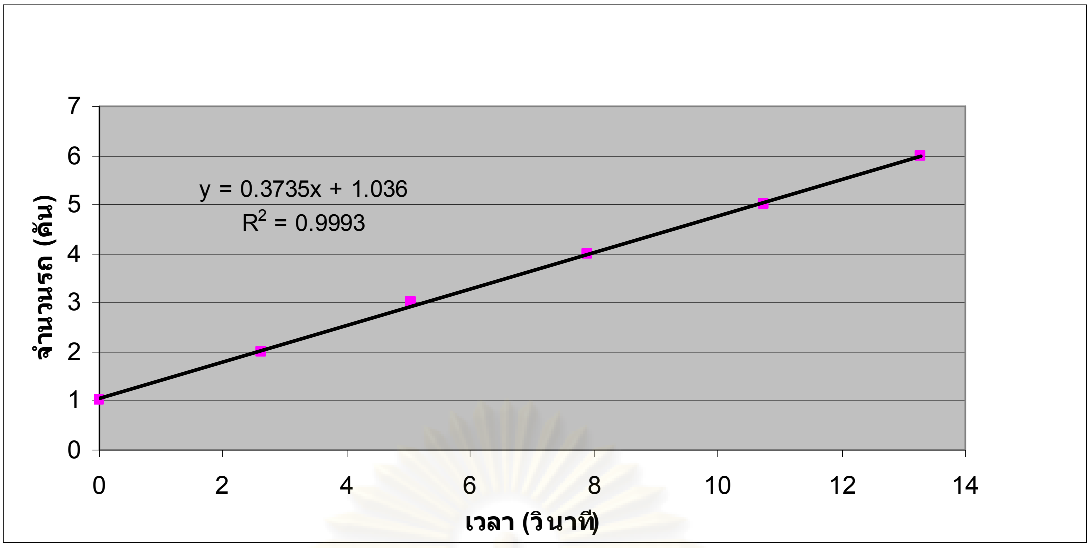
ตารางที่ 4.31 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 21

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.63
3	รถกระบะ	5.03
4	รถกระบะ	7.89
5	รถยนต์นั่ง	10.74
6	รถกระบะ	13.29

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3735 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9993 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3735 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3735 \times 3,600 = 1,345 \text{ vph}$$

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 29 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.32



ภาพที่ 4.33 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 21

ตารางที่ 4.32 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	2	0	4	0	6	16.09	1,132
2	2	0	3	0	5	8.31	1,750
3	4	0	1	0	5	10.78	1,367
4	2	0	3	0	5	10.24	1,416
5	3	0	2	0	5	8.76	1,598
6	3	0	2	0	5	9.50	1,567
7	2	0	3	0	5	8.89	1,620
8	0	0	5	0	5	10.12	1,434
9	0	1	4	0	5	12.02	1,179
10	4	1	0	0	5	9.27	1,527
11	1	0	4	0	5	8.43	1,688
12	3	0	2	0	5	9.90	1,429
13	3	0	4	0	7	14.55	1,511
14	0	1	4	0	5	11.04	1,097
15	3	0	2	0	5	9.66	1,469
16	2	0	3	0	5	11.64	1,195

ตารางที่ 4.32 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
17	3	0	2	0	5	9.62	1,490
18	2	0	3	0	5	11.19	1,264
19	3	0	3	0	6	13.66	1,332
20	5	0	1	0	6	12.32	1,432
21	2	0	4	0	6	13.29	1,345
22	2	0	3	0	5	9.92	1,467
23	2	0	3	0	5	9.17	1,555
24	2	0	3	0	5	10.52	1,389
25	2	0	3	0	5	10.37	1,392
26	2	0	3	0	5	9.32	1,554
27	1	0	4	0	5	10.06	1,404
28	2	0	3	0	5	10.94	1,293
29	4	1	0	0	5	10.94	1,277

ซึ่งจากตารางที่ 4.32 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,418.1 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 159.6 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 3.01 วินาที, t_2 = 4.07 วินาที, t_3 = 3.24 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6812

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 4.07/3.01 = 1.35
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 3.24/3.01 = 1.08

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่า

เทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.17 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (หน้าโฮมโปร)(รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนลำลูกกา กิโลเมตรที่ 12.5 บริเวณหน้าโฮมโปร ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันตก ดังแสดงในภาพที่ 4.34

4.17.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 3.00 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 11.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.90 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.30 เมตร

4.17.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันจันทร์ที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 17:15–18:00น. และวันพุธที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 17:10-18:00น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 26 ชุดข้อมูล

4.17.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 26 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 17 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.33 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้น

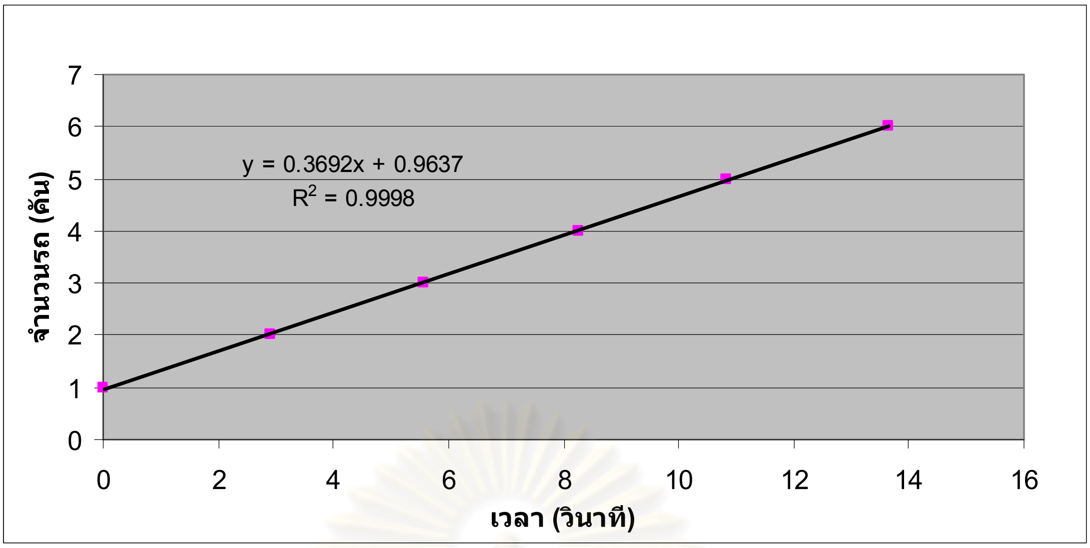
อ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.35 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ภาพที่ 4.34 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

ตารางที่ 4.33 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.90
3	รถกระบะ	5.56
4	รถกระบะ	8.27
5	รถยนต์นั่ง	10.84
6	รถกระบะ	13.65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.35 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 17

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3692 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9998 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3692 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3692 x 3,600 = 1,329 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 26 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	0	1	0	5	11.20	1,315
2	2	2	1	0	5	11.72	1,214
3	2	0	3	0	5	10.59	1,341
4	4	0	2	0	6	14.90	1,182
5	3	0	3	0	6	14.21	1,225
6	0	0	5	0	5	11.91	1,156
7	4	0	3	0	7	15.60	1,358
8	2	0	3	0	5	11.49	1,273

ตารางที่ 4.34 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
9	2	0	3	0	5	10.77	1,353
10	3	0	2	0	5	13.03	1,138
11	4	1	0	0	5	10.23	1,399
12	3	0	3	0	6	10.69	1,674
13	1	0	3	0	4	8.43	1,261
14	4	0	4	0	8	19.76	1,283
15	3	0	2	0	5	10.81	1,353
16	1	0	5	0	6	15.34	1,181
17	3	0	3	0	6	13.65	1,329
18	2	0	4	0	6	16.12	1,090
19	2	0	2	0	4	8.25	1,284
20	1	1	3	0	5	11.59	1,219
21	1	0	4	0	5	11.39	1,254
22	3	0	2	0	5	12.98	1,115
23	2	0	4	0	6	14.31	1,243
24	4	0	2	0	6	14.36	1,210
25	1	0	6	0	7	16.84	1,277

ซึ่งจากตารางที่ 4.34 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,274.5 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 116.0 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.58 วินาที, t_2 = 2.72 วินาที, t_3 = 2.78 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8471

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.72/2.58 = 1.05
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.78/2.58 = 1.08

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.18 จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนเสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 4.36

4.18.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันออกมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร (รวมถึงช่องทางรอกลับรถ)
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศตะวันตกมีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ซึ่งมี 3 ช่องทางกว้างช่องทางละ 3.30 เมตร และอีก 1 ช่องทางกว้าง 2.50 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 6.70 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 3.30 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 12.40 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.30 เมตร และอีก 1 ช่องทางกว้าง 2.50 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.18.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันอังคารที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 07:40–07:55น. และวันพุธที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 07:20-07:30น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 23 ชุดข้อมูล

ภาพที่ 4.36 จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม
(รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

ตารางที่ 4.35 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 14

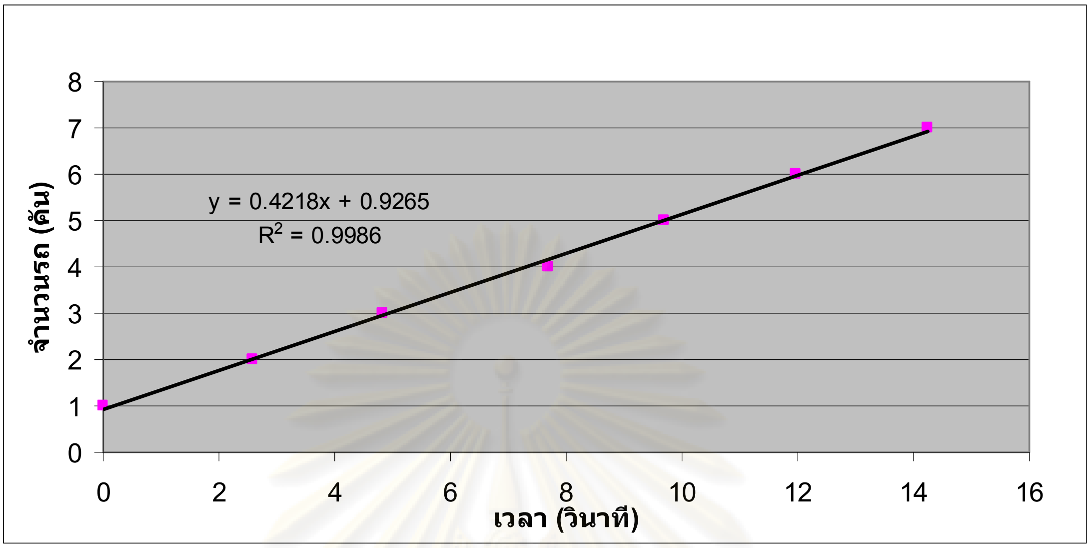
คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.60
3	รถกระบะ	4.84
4	รถยนต์นั่ง	7.68
5	รถยนต์นั่ง	9.68
6	รถกระบะ	11.96
7	รถยนต์นั่ง	14.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.18.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 23 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 14 ซึ่งมีรถจำนวน 7 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.35 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้น

อ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.37 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE



ภาพที่ 4.37 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 14

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.4218 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9986 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.4218 veh/sec หรือเท่ากับ

0.4218 x 3,600 = 1,518 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 23 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.36

ซึ่งจากตารางที่ 4.36 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,422.9 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 219.9 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.39 วินาที, t_2 = 2.20 วินาที, t_3 = 2.75 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7186

ตารางที่ 4.36 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าเขตบึงกุ่ม

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	4	1	0	0	5	10.43	1,351
2	1	0	4	0	5	10.82	1,333
3	5	1	2	0	8	16.33	1,533
4	3	0	3	0	6	12.56	1,415
5	1	0	3	0	4	7.64	1,415
6	3	0	2	0	5	11.42	1,191
7	4	0	1	0	5	9.90	1,436
8	3	0	2	0	5	12.27	1,202
9	2	0	3	0	5	11.87	1,223
10	1	0	4	0	5	10.20	1,407
11	4	0	2	0	6	14.82	1,175
12	4	0	1	0	5	9.20	1,566
13	4	0	0	0	4	5.41	1,979
14	5	0	2	0	7	14.24	1,518
15	3	0	2	0	5	12.89	1,073
16	3	0	2	0	5	8.41	1,734
17	2	0	3	0	5	8.95	1,634
18	4	0	1	0	5	10.02	1,421
19	3	0	2	0	5	11.73	1,207
20	4	0	0	0	4	6.50	1,673
21	4	0	1	0	5	12.02	1,201
22	4	0	1	0	5	8.02	1,693
23	4	0	1	0	5	9.90	1,454

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.20/2.39 = 0.92
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.75/2.39 = 1.15

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

4.19 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนนวมินทร์ หน้าซอยนวมินทร์ 93 ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศใต้ ดังแสดงในภาพที่ 4.38

4.19.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศใต้มีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.65 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศเหนือมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 11.00 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.65 เมตร
- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.00 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.00 เมตร

4.19.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันอังคารที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 08:20–08:40น. และวันพุธที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 07:45-08:10น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 45 นาที ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 22 ชุดข้อมูล

ภาพที่ 4.38 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)

4.19.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 22 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 17 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.37 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.39 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

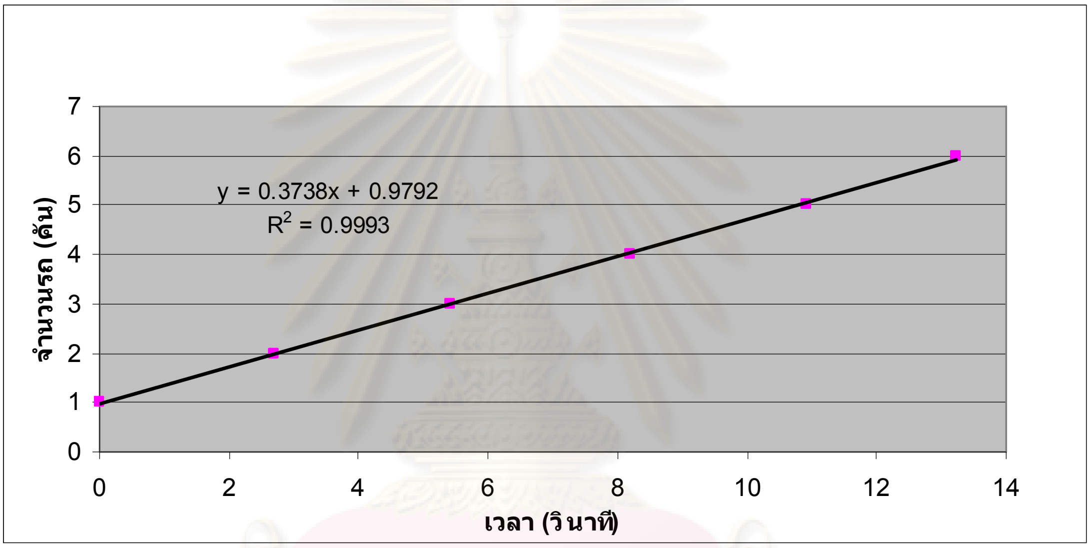
ตารางที่ 4.37 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 17

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถกระบะ	0.00
2	รถกระบะ	2.70
3	รถกระบะ	5.41
4	รถยนต์นั่ง	8.21
5	รถกระบะ	10.92
6	รถกระบะ	13.22

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3738 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9993 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3738 veh/sec หรือเท่ากับ

0.3738 x 3,600 = 1,346 vph

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 22 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.38



ภาพที่ 4.39 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 17

ซึ่งจากตารางที่ 4.38 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,399.5 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 115.9 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.00 วินาที, t_3 = 2.35 วินาที

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถตู้

โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง

โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.8469

ตารางที่ 4.38 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 93

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	5	0	1	0	6	12.38	1,455
2	4	0	2	0	6	13.86	1,299
3	4	0	1	0	5	10.32	1,439
4	4	0	1	0	5	9.79	1,443
5	4	0	1	0	5	10.41	1,387
6	3	0	2	0	5	10.85	1,304
7	2	0	3	0	5	11.12	1,314
8	5	0	1	0	6	10.77	1,695
9	2	0	3	0	5	11.48	1,247
10	2	0	3	0	5	10.58	1,385
11	3	0	2	0	5	9.98	1,426
12	5	0	0	0	5	10.71	1,372
13	3	0	2	0	5	10.87	1,318
14	3	0	2	0	5	12.22	1,154
15	3	0	2	0	5	11.31	1,311
16	5	0	0	0	5	8.80	1,597
17	1	0	5	0	6	13.22	1,346
18	4	0	1	0	5	10.61	1,338
19	5	0	3	0	8	17.43	1,462
20	3	0	3	0	6	12.18	1,500
21	5	0	2	0	7	15.28	1,428
22	3	0	3	0	6	12.21	1,449

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.35/2.00 = 1.17

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่า PCE ของรถกระบะมีค่ามากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_1 และค่า R'_2 ค่อนข้างน้อยจึงทำให้รถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น

4.20 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)

จุดกลับรถจุดนี้เป็นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมรถที่สวนมา ซึ่งอยู่บนถนนนวมินทร์ หน้าซอยนวมินทร์ 26 ซึ่งจุดกลับรถจุดนี้ มีปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง และปริมาณรถที่ต้องการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยมีทิศทางของรถก่อนที่จะทำการกลับรถวิ่งมุ่งหน้าทิศใต้ ดังแสดงในภาพที่ 4.40

ภาพที่ 4.40 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26 (รถมุ่งหน้าทิศใต้)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.20.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศใต้มีจำนวน 4 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร ยกเว้นช่องทางรอกลับรถกว้าง 2.40 เมตร
- ถนนฝั่งมุ่งหน้าทิศเหนือมีจำนวน 3 ช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางละ 3.00 เมตร
- ความกว้างของช่องทางเลี้ยวกลับรถ (W_1) เท่ากับ 8.50 เมตร
- ความกว้างของเกาะกลาง (W_2) เท่ากับ 1.20 เมตร
- ความกว้างของช่องทางรอเลี้ยว (R'_1) เท่ากับ 2.40 เมตร

- ความกว้างของช่องทางจราจรทั้งหมดของฝั่งที่สวนมา (R'_2) เท่ากับ 9.00 เมตร ซึ่งประกอบด้วยช่องทางจราจร 3 ช่องทาง กว้างช่องทางละ 3.00 เมตร

4.20.2 การเก็บข้อมูลการจราจร

ทำการเก็บข้อมูลการจราจรเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เวลา 07:45–08:45น. โดยมีสภาพอากาศปลอดโปร่งไม่มีผลกระทบต่อการเก็บข้อมูล มีปริมาณรถทำการกลับรถมากเพียงพอต่อการเก็บข้อมูล สภาพการจราจรไม่ติดขัดมากจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้ได้ข้อมูลที่มีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดจำนวน 26 ชุดข้อมูล

4.20.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลได้จำนวน 26 ชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างข้อมูลของชุดข้อมูลที่ 4 ซึ่งมีรถจำนวน 6 คัน มาแสดง ซึ่งตารางที่ 4.39 เป็นข้อมูลเวลาที่รถแต่ละคันผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และภาพที่ 4.41 แสดงเส้นกราฟสะสมซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมพร้อมทั้งสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งโดยเบื้องต้นนี้ยังไม่คำนึงถึงค่า PCE

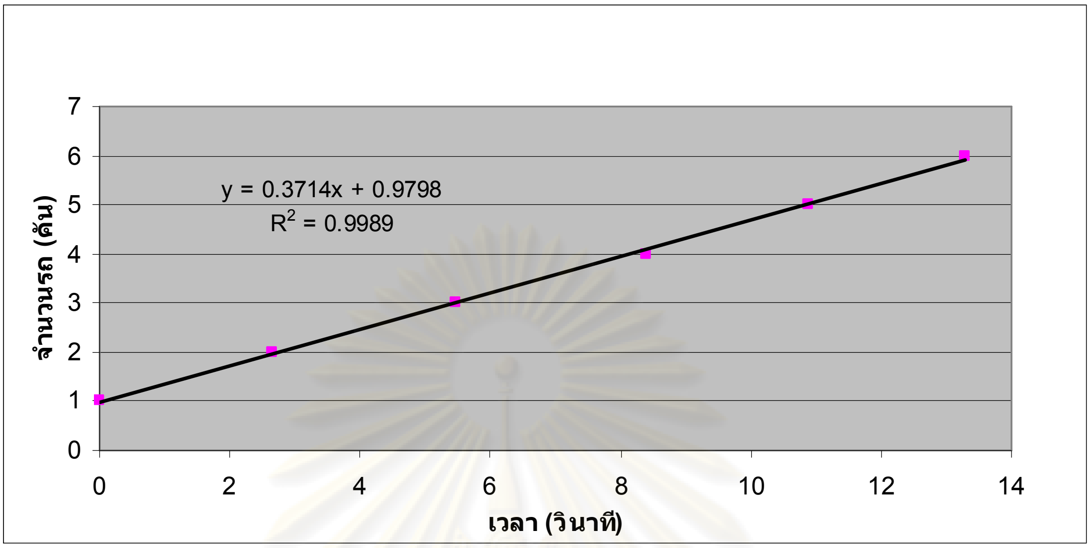
ตารางที่ 4.39 เวลาที่รถผ่านเส้นอ้างอิงโดยไม่คำนึงถึงค่า PCEของชุดข้อมูลที่ 4

คันที่	ประเภทของรถ	วินาทีที่ผ่านเส้นอ้างอิง
1	รถยนต์นั่ง	0.00
2	รถยนต์นั่ง	2.66
3	รถยนต์นั่ง	5.46
4	รถยนต์นั่ง	8.40
5	รถตู้	10.89
6	รถยนต์นั่ง	13.30

จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้ค่าความชันของเส้นกราฟเท่ากับ 0.3714 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9989 ซึ่งหมายถึงได้ค่าการไหลอิ่มตัวของชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 0.3714 veh/sec หรือเท่ากับ

$$0.3714 \times 3,600 = 1,337 \text{ vph}$$

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจนครบทั้ง 26 ชุดข้อมูล ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.40



ภาพที่ 4.41 เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรถสะสมและสมการถดถอยเชิงเส้นของชุดข้อมูลที่ 4

ตารางที่ 4.40 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 26

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
1	3	0	2	0	5	15.23	929
2	4	0	1	0	5	11.24	1,281
3	1	0	4	0	5	9.61	1,463
4	5	1	0	0	6	13.30	1,337
5	4	0	1	0	5	11.56	1,263
6	2	0	3	0	5	12.99	1,097
7	5	0	0	0	5	10.45	1,354
8	2	0	3	0	5	13.20	1,087
9	3	0	2	0	5	12.01	1,190
10	5	1	1	0	7	14.50	1,497
11	6	0	0	0	6	13.41	1,336
12	6	0	1	0	7	17.70	1,206
13	4	0	2	0	6	11.47	1,551

ตารางที่ 4.40 ค่าการไหลอิ่มตัวทุกชุดข้อมูลและจำนวนรถแต่ละประเภทของจุดกลับรถ ถ. นวมินทร์ หน้าซอย 26 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	รถเก๋ง	รถตู้	รถกระบะ	รถสามล้อเครื่อง	จำนวนรถรวม	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)
14	7	0	0	0	7	12.39	1,710
15	3	0	2	0	5	11.20	1,293
16	3	0	3	0	6	12.61	1,418
17	3	0	2	0	5	9.76	1,414
18	4	0	2	0	6	12.86	1,385
19	2	0	5	0	7	18.39	1,178
20	3	0	2	0	5	11.83	1,232
21	3	0	2	0	5	10.54	1,384
22	3	0	2	0	5	9.79	1,483
23	3	0	2	0	5	9.49	1,517
24	4	0	1	0	5	12.38	1,147
25	3	0	2	0	5	10.30	1,368
26	5	0	4	0	9	20.36	1,417

ซึ่งจากตารางที่ 4.40 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลทั้งหมดคือ 1,337.1 คัน/ชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 168.6 คัน/ชั่วโมง และจากการหาสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นจะได้

t_1 = 2.10 วินาที, t_2 = 2.09 วินาที, t_3 = 2.47 วินาที
โดยที่จุดกลับรถจุดนี้ไม่มีรถสามล้อเครื่อง
โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6782

โดยให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.00 ดังนั้นจะได้

- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ เท่ากับ 2.09/2.10 = 1.00
- ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ เท่ากับ 2.47/2.10 = 1.17

ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้มีค่าน้อยกว่าจุดกลับรถจุดอื่น ซึ่งเนื่องมาจากจำนวนรถตู้ของจุดกลับรถจุดนี้มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บุคคลของรถกระบะถือว่ามีค่ามากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น เนื่องจากจุดกลับรถจุดนี้มีค่า R'_1 และค่า R'_2 ค่อนข้างน้อยจึงทำให้รถกระบะใช้เวลาในการกลับรถมากกว่าจุดกลับรถจุดอื่น

4.21 การหาค่าเฉลี่ยค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของจุดกลับรถแต่ละประเภท

ผู้วิจัยจะทำการหาค่าเฉลี่ยค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของจุดกลับรถแต่ละประเภท เพื่อนำไปปรับแก้ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถแต่ละจุดในประเภทนั้นๆ และนำไปใช้เป็นแนวทาง สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันต่อไป โดยกำหนดให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่ากับ 1.00 และในการนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมาเฉลี่ยนั้น สำหรับรถตู้ ผู้วิจัยจะนำเฉพาะจุดกลับรถที่มีจำนวนรถตู้ทั้งหมดอย่างน้อย 4 คัน และคิดเป็นร้อยละอย่างน้อย 2.50 จากจำนวนรถรวมทุกชุดข้อมูลที่ทำการกลับรถ เนื่องจากจุดกลับรถที่มีจำนวนรถตู้น้อยกว่า 4 คัน จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ข้อมูลมากกว่าจุดกลับรถอื่นอย่างชัดเจน และอาจทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ทำการวิเคราะห์ออกมานั้นคลาดเคลื่อนได้ สำหรับรถกระบะ จะนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของทุกจุดกลับรถในประเภทนั้นๆ มาเฉลี่ย เนื่องจากในทุกจุดกลับรถมีจำนวนรถกระบะมากเพียงพอต่อการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล และสำหรับรถสามล้อเครื่องนั้น มีจุดกลับรถเพียงจุดเดียวที่มีรถชนิดนี้ คือจุดกลับรถบริเวณ ถนนพญาไท (สี่แยกปทุมวัน) และมีจำนวนรถสามล้อเครื่องมากเพียงพอต่อการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ดังนั้นจึงใช้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่องของจุดกลับรถจุดนี้ เป็นตัวแทนของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่องของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมรถที่สวนมา ส่วนจุดกลับรถประเภทอื่นๆ จะไม่คำนึงถึงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่อง

สำหรับค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถ และค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยไม่ตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ของจุดกลับรถที่มีจำนวนรถตู้น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.41 และค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถ และค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ของจุดกลับรถที่มีจำนวนรถตู้น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.42 และกำหนดให้

PCE_1 แทนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

PCE_2 แทนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้

PCE_3 แทนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะ

PCE_4 แทนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่อง

ตารางที่ 4.41 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภท

ตำแหน่งจุดกลับรถ	PCE_1	PCE_2	PCE_3	PCE_4	R^2
ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน NB	1.00	1.06	1.24	0.72	0.9266
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 WB	1.00	1.10	1.16	-	0.8424
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 EB	1.00	1.05	1.06	-	0.8390
ถ.รามอินทรา ซอย 14 EB	1.00	1.61	1.17	-	0.8297
ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัล WB	1.00	0.82	0.98	-	0.8651
ถ.ลาดพร้าว ซอย 114 WB	1.00	1.98	0.95	-	0.8912
ค่าเฉลี่ย (มีสัญญาณไฟ)	1.00	1.27	1.09	0.72	
ถ.ลาดพร้าว ซอย 112 EB	1.00	1.16	1.24	-	0.7689
ถ.รามคำแหง ซอย 118 EB	1.00	1.12	0.98	-	0.7089
ถ.รามคำแหง ซอย 118 WB	1.00	1.29	1.02	-	0.5461
ถ.กิ่งแก้ว ซอย 21 SB	1.00	1.09	1.10	-	0.7999
ถ.รามคำแหง ซอย 96 WB	1.00	1.03	1.08	-	0.6588
ถ.ลาดพร้าว ซอย 62 WB	1.00	1.13	1.26	-	0.7414
ค่าเฉลี่ย (อยู่ระหว่างทางแยก)	1.00	1.14	1.11	-	
ถ.ร่มเกล้า ซอย 44 NB	1.00	1.39	1.18	-	0.8881
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 EB	1.00	1.35	1.08	-	0.6814
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 WB	1.00	1.05	1.08	-	0.8412
ถ.เสรีไทย เขตบึงกุ่ม EB	1.00	0.92	1.15	-	0.7186
ถ.นวมินทร์ ซอย 93 SB	1.00	-	1.17	-	0.8469
ถ.นวมินทร์ ซอย 26 SB	1.00	1.00	1.17	-	0.6782
ค่าเฉลี่ย (มีตำรวจจราจร)	1.00	1.14	1.14	-	
ถ.รัชดาฯ แยกลาดพร้าว NB	1.00	1.26	1.09	-	0.7595
ถ.ลาดพร้าว ปากทางฯ WB	1.00	-	1.07	-	0.8047
ค่าเฉลี่ย (อยู่ใต้สะพาน)	1.00	1.26	1.08	-	

โดยที่ - หมายถึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

จากตารางที่ 4.41 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ของจุดกลับรถหลายจุดมีค่าที่ไม่น่าจะตรงกับความเป็นจริง เนื่องจากบางจุดมีค่าน้อยกว่า 1.00 บางจุดมีค่ามากกว่า 1.00 เพียงเล็กน้อย หรือบางจุดมีค่ามากเกินความเป็นจริง ซึ่งเนื่องมาจากในบาง

จุดกลับรถนั้นมีจำนวนรถตู้ทำการกลับรถน้อยเกินไป จึงทำให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของจุดกลับรถที่มีจำนวนรถตู้น้อยกว่า 4 คัน และน้อยกว่าร้อยละ 2.50 จากจำนวนรถรวมทุกชุดข้อมูลของจุดกลับรถจุดนั้น และตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้และรถกระบะที่มีค่าน้อยกว่า 1.00 หรือมากกว่า 1.30 ออก เนื่องจากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดหนักเท่ากับ 1.30 (Indonesian HCM,1996 อ้างถึงใน Leong,2006) ดังนั้นรถตู้และรถกระบะซึ่งเป็นรถชนิดเบาจึงควรมีค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่ารถชนิดหนัก แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้และรถกระบะของจุดกลับรถแต่ละประเภทใหม่ เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งตารางที่ 4.42 แสดงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยที่ตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้และรถกระบะบางจุดกลับรถออก

ตารางที่ 4.42 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้บางจุดกลับรถ

ตำแหน่งจุดกลับรถ	PCE_1	PCE_2	PCE_3	PCE_4	R^2
ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน NB	1.00	1.06	1.24	0.72	0.9266
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 WB	1.00	1.10	1.16	-	0.8424
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 EB	1.00	x	1.06	-	0.8390
ถ.รามอินทรา ซอย 14 EB	1.00	x	1.17	-	0.8297
ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัล WB	1.00	x	x	-	0.8651
ถ.ลาดพร้าว ซอย 114 WB	1.00	x	x	-	0.8912
ค่าเฉลี่ย (มีสัญญาณไฟ)	1.00	1.08	1.15	0.72	
ถ.ลาดพร้าว ซอย 112 EB	1.00	x	1.24	-	0.7689
ถ.รามคำแหง ซอย 118 EB	1.00	1.12	x	-	0.7089
ถ.รามคำแหง ซอย 118 WB	1.00	x	1.02	-	0.5461
ถ.กิ่งแก้ว ซอย 21 SB	1.00	1.09	1.10	-	0.7999
ถ.รามคำแหง ซอย 96 WB	1.00	x	1.08	-	0.6588
ถ.ลาดพร้าว ซอย 62 WB	1.00	x	1.26	-	0.7414
ค่าเฉลี่ย (อยู่ระหว่างทางแยก)	1.00	1.10	1.14	-	
ถ.ร่มเกล้า ซอย 44 NB	1.00	x	1.18	-	0.8881
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 EB	1.00	x	1.08	-	0.6814
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 WB	1.00	1.05	1.08	-	0.8412
ถ.เสรีไทย เขตบึงกุ่ม EB	1.00	x	1.15	-	0.7186

ตารางที่ 4.42 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดของแต่ละจุดกลับรถและค่าเฉลี่ยของจุดกลับรถแต่ละประเภทโดยตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้บางจุดกลับรถ (ต่อ)

ตำแหน่งจุดกลับรถ	PCE_1	PCE_2	PCE_3	PCE_4	R^2
ถ.นวมินทร์ ซอย 93 SB	1.00	-	1.17	-	0.8469
ถ.นวมินทร์ ซอย 26 SB	1.00	x	1.17	-	0.6782
ค่าเฉลี่ย (มีตำรวจจราจร)	1.00	1.05	1.14	-	
ถ.รัชดาฯ แยกลาดพร้าว NB	1.00	1.26	1.09	-	0.7595
ถ.ลาดพร้าว ปากทางฯ WB	1.00	-	1.07	-	0.8047
ค่าเฉลี่ย (อยู่ใต้สะพาน)	1.00	1.26	1.08	-	

โดยที่ - หมายถึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

และ X แสดงถึงจุดกลับรถที่ตัดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลออก

จากตารางที่ 4.42 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ ประเภทอยู่ระหว่างทางแยกและประเภทมีตำรวจจราจรมีค่าเท่ากับ 1.08, 1.10 และ 1.05 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้จากจุดกลับรถทั้ง 3 ประเภท รวม 5 จุด มาหาค่าเฉลี่ยซึ่งได้เท่ากับ 1.08 และเสนอให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ที่เป็นตัวแทนของจุดกลับรถทั้ง 3 ประเภทนี้เท่ากับ 1.08 สำหรับจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานมีค่าเท่ากับ 1.26 เนื่องจากปัจจัยทางด้านความสูงของสะพานมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะของจุดกลับรถทุกประเภทมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะจากจุดกลับรถทั้ง 4 ประเภท รวม 17 จุด มาหาค่าเฉลี่ยซึ่งได้เท่ากับ 1.14 จึงเสนอให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะที่เป็นตัวแทนของจุดกลับรถทั้ง 4 ประเภทนี้เท่ากับ 1.14 และสำหรับค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่องนั้นเท่ากับ 0.72 เนื่องจากรถสามล้อเครื่องมีความคล่องตัวในการกลับรถมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากจุดกลับรถบริเวณถนนพญาไท สี่แยกปทุมวัน เพียงจุดเดียว

4.22 การหาค่าอัตราการไหลอิ่มตัว

เมื่อได้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถแต่ละชนิดที่เป็นตัวแทนของจุดกลับรถแต่ละประเภทแล้ว จึงนำค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลนั้นมาทำการปรับแก้อัตราการไหลอิ่มตัวที่ไม่ได้คำนึงถึงชนิดของรถที่ทำการกลับรถ (มีหน่วยเป็น คัน/ชั่วโมง) ให้เป็นอัตราการไหลอิ่มตัวที่คำนึงถึงชนิดของรถที่ทำการกลับรถ (มีหน่วยเป็น หน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล/ชั่วโมง) ซึ่งสามารถ

แสดงค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ค่าการไหลอิ่มตัวก่อนปรับแก้ และค่าการไหลอิ่มตัวหลังการปรับแก้ได้ดังตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ค่าการไหลอิ่มตัวก่อนและหลังการปรับแก้ ของจุดกลับรถต่างๆ

ตำแหน่งจุดกลับรถ	PCE_1	PCE_2	PCE_3	PCE_4	ค่าการไหลอิ่มตัว (vph)	ค่าการไหลอิ่มตัวหลังปรับแก้ (PCU/hr)
ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน NB	1.00	1.06	1.24	0.72	1,334.0	1,585.5
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 WB	1.00	1.10	1.16	-	1,371.6	1,694.8
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 EB	1.00	-	1.06	-	1,242.7	1,579.2
ถ.รามอินทรา ซอย 14 EB	1.00	-	1.17	-	1,258.8	1,645.3
ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัล WB	1.00	-	-	-	1,321.4	1,733.0
ถ.ลาดพร้าว ซอย 114 WB	1.00	-	-	-	1,334.1	1,701.6
ค่าเฉลี่ย (มีสัญญาณไฟ)	1.00	1.08	1.15	0.72	1,310.4	1,656.5
ถ.ลาดพร้าว ซอย 112 EB	1.00	-	1.24	-	1,191.5	1,531.4
ถ.รามคำแหง ซอย 118 EB	1.00	1.12	-	-	1,257.4	1,649.0
ถ.รามคำแหง ซอย 118 WB	1.00	-	1.02	-	1,230.3	1,693.8
ถ.กิ่งแก้ว ซอย 21 SB	1.00	1.09	1.10	-	1,327.0	1,732.3
ถ.รามคำแหง ซอย 96 WB	1.00	-	1.08	-	1,308.5	1,690.8
ถ.ลาดพร้าว ซอย 62 WB	1.00	-	1.26	-	1,237.8	1,616.6
ค่าเฉลี่ย (อยู่ระหว่างทางแยก)	1.00	1.10	1.14	-	1,258.7	1,652.4
ถ.ร่มเกล้า ซอย 44 NB	1.00	-	1.18	-	1,360.5	1,820.3
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 EB	1.00	-	1.08	-	1,418.1	1,893.9
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 WB	1.00	1.05	1.08	-	1,274.5	1,683.4
ถ.เสรีไทย เขตบึงกุ่ม EB	1.00	-	1.15	-	1,422.9	1,868.8
ถ.นวมินทร์ ซอย 93 SB	1.00	-	1.17	-	1,399.5	1,790.0
ถ.นวมินทร์ ซอย 26 SB	1.00	-	1.17	-	1,337.0	1,709.8
ค่าเฉลี่ย (มีตำรวจจราจร)	1.00	1.05	1.14	-	1,368.8	1,794.4
ถ.รัชดาฯ แยกลาดพร้าว NB	1.00	1.26	1.09	-	1,256.7	1,605.3
ถ.ลาดพร้าว ปากทางฯ WB	1.00	-	1.07	-	1,118.0	1,407.2
ค่าเฉลี่ย (อยู่ใต้สะพาน)	1.00	1.26	1.08	-	1,187.4	1,506.3

จากนั้นจึงนำค่าอัตราการไหลอิ่มตัวที่ถูกปรับแก้โดยค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลแล้วไปทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ด้วยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นในบทต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับปัจจัยทางกายภาพ

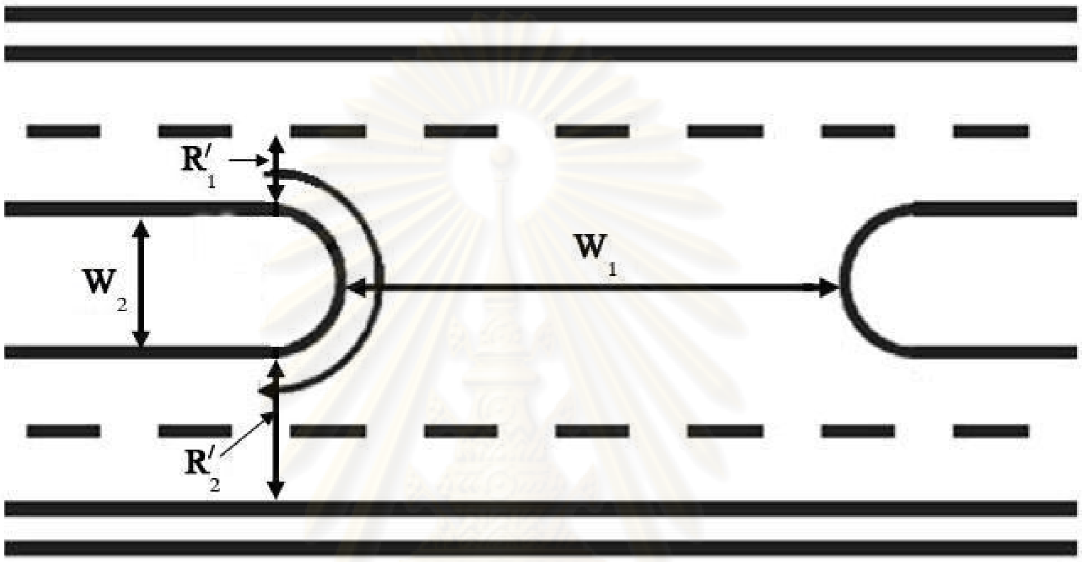
ในบทนี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลค่าการไหลอิ่มตัวที่เป็นตัวแทนของแต่ละจุดกลับรถ มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ โดยวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น โดยใช้ค่าการไหลอิ่มตัวที่ได้รับการปรับแก้โดยค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่เป็นตัวแทนของจุดกลับรถแต่ละประเภท และสามารถสรุปข้อมูลค่าอัตราการไหลอิ่มตัวที่ปรับแก้แล้วและขนาดของปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถแต่ละจุดได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวและลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถต่างๆ

ตำแหน่งจุดกลับรถ	ค่าการไหลอิ่มตัว (PCU/hr)	R'_1	R'_2	W_1	W_2	H
ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน NB	1,585.5	2.30	11.60	10.00	1.00	-
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 WB	1,694.8	2.40	8.85	3.00	0.70	-
ถ.ลาดพร้าว ซอย 103 EB	1,579.2	2.30	8.25	3.00	0.70	-
ถ.รามอินทรา ซอย 14 EB	1,645.3	3.25	14.00	9.50	2.50	-
ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัล WB	1,733.0	2.55	13.20	9.00	1.45	-
ถ.ลาดพร้าว ซอย 114 WB	1,701.6	2.85	9.00	5.30	0.70	-
ค่าเฉลี่ย (มีสัญญาณไฟ)	1,656.5	2.61	10.82	6.63	1.18	-
ถ.ลาดพร้าว ซอย 112 EB	1,531.4	2.35	8.85	4.20	0.70	-
ถ.รามคำแหง ซอย 118 EB	1,649.0	3.00	9.90	3.10	1.50	-
ถ.รามคำแหง ซอย 118 WB	1,693.8	3.00	9.90	3.10	1.50	-
ถ.กิ่งแก้ว ซอย 21 SB	1,732.3	3.75	14.00	8.00	0.80	-
ถ.รามคำแหง ซอย 96 WB	1,690.8	3.00	10.20	8.50	1.50	-
ถ.ลาดพร้าว ซอย 62 WB	1,616.6	2.35	9.30	7.50	0.70	-
ค่าเฉลี่ย (อยู่ระหว่างทางแยก)	1,652.4	2.91	10.36	5.73	1.12	-
ถ.ร่มเกล้า ซอย 44 NB	1,820.3	3.40	10.20	10.00	1.50	-
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 EB	1,893.9	3.00	9.90	11.00	1.00	-
ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร 12.5 WB	1,683.4	3.00	9.90	11.00	1.00	-
ถ.เสรีไทย เขตบึงกุ่ม EB	1,868.8	3.30	12.40	6.70	1.00	-
ถ.นวมินทร์ ซอย 93 SB	1,790.0	2.65	9.00	11.00	1.00	-
ถ.นวมินทร์ ซอย 26 SB	1,709.8	2.40	9.00	8.50	1.20	-
ค่าเฉลี่ย (มีตำรวจจราจร)	1,794.4	2.96	10.07	9.70	1.12	-

ตารางที่ 5.1 ค่าอัตราการไหลอิ่มตัวและลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถต่างๆ (ต่อ)

ตำแหน่งจุดกลับรถ	ค่าการไหลอิ่มตัว (PCU/hr)	R'_1	R'_2	W_1	W_2	H
ถ.รัชดาฯ แยกลาดพร้าว NB	1,605.3	2.90	8.70	7.50	16.80	3.50
ถ.ลาดพร้าว ปากทางฯ WB	1,407.2	2.00	5.00	9.80	5.70	4.30
ค่าเฉลี่ย (อยู่ใต้สะพาน)	1,506.3	2.45	6.85	8.65	11.25	3.90



ภาพที่ 5.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถ

ซึ่งค่าลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ของจุดกลับรถสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.1 จากนั้นจะทำการห่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพแต่ละตัวแปรกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ 80% เนื่องจากจุดกลับรถแต่ละประเภทสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 6 จุด โดยถ้าค่า significant จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 0.20 ถือว่าตัวแปรมีสหสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว โดยแยกวิเคราะห์เป็นแต่ละประเภทจุดกลับรถได้ดังนี้

5.1 จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม

สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพแต่ละตัวแปรกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว ได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ

ประเภทจุดกลับรถ	ค่าสถิติ	ตัวแปร			
		R'_1	R'_2	W_1	W_2
มีสัญญาณไฟ	correlation	0.307	0.168	-0.008	0.069
	sig.	0.554	0.750	0.988	0.897

จากตารางที่ 5.2 สรุปได้ว่าที่ระดับนัยสำคัญ 80% ตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม ปัจจัยทางกายภาพไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว

5.2 จุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

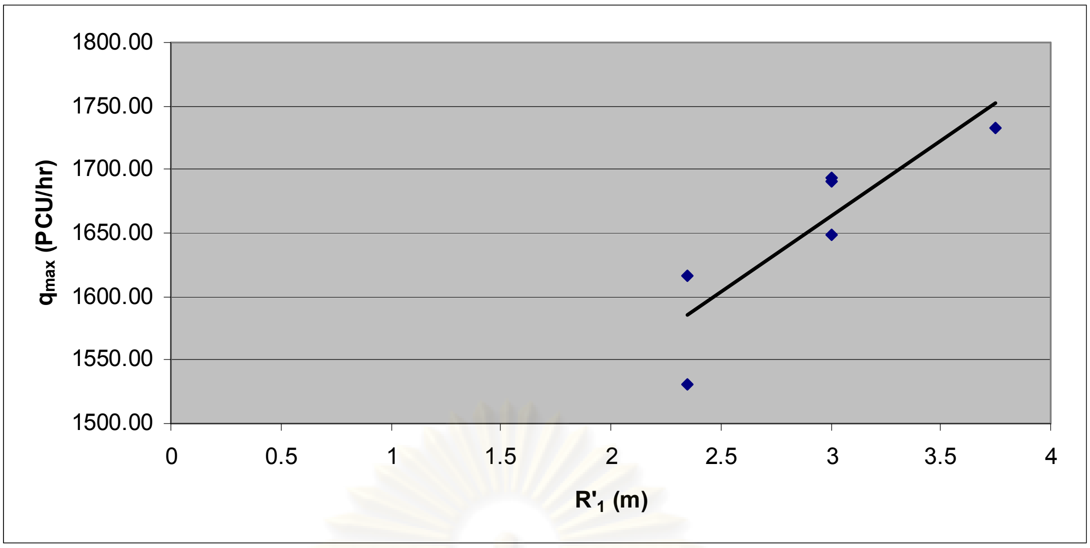
สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพแต่ละตัวแปรกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว ได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

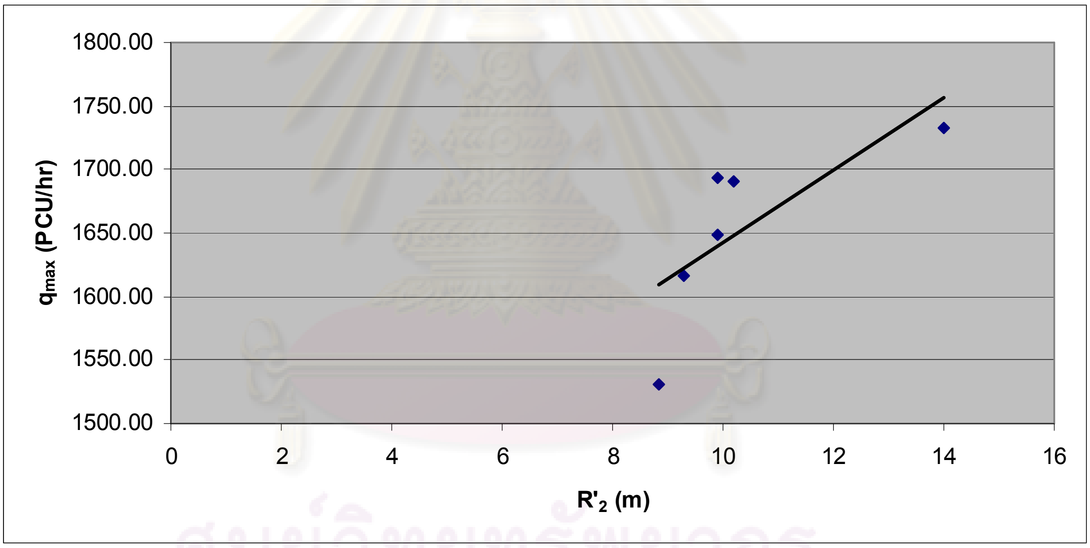
ประเภทจุดกลับรถ	ค่าสถิติ	ตัวแปร			
		R'_1	R'_2	W_1	W_2
อยู่ระหว่างแยก	correlation	0.870	0.739	0.342	0.461
	sig.	0.024	0.094	0.507	0.358

จากตารางที่ 5.3 สรุปได้ว่าที่ระดับนัยสำคัญ 80% ค่า R'_1 และค่า R'_2 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวอย่างมีนัยสำคัญโดยสามารถแสดงเส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ได้ดังภาพที่ 5.2 และภาพที่ 5.3 ตามลำดับ ส่วนค่า W_1 และค่า W_2 ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวอย่างมีนัยสำคัญ

จากนั้นทำการตัดตัวแปร 2 ตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวอย่างมีนัยสำคัญออก แล้วทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลอิ่มตัวกับขนาดของปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ซึ่งสามารถสรุปค่าสัมประสิทธิ์ของสมการรวมถึงค่า *p-value* และค่า R^2 ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.4



ภาพที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า R'_1 กับอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก



ภาพที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า R'_2 กับอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

ตารางที่ 5.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่า *p-value* และค่า R^2 ของสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลอิ่มตัวกับขนาดของปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

ประเภทจุดกลับรถ	สัมประสิทธิ์	R'_1 (เมตร)	R'_2 (เมตร)	W_1 (เมตร)	W_2 (เมตร)	constant	R^2
อยู่ระหว่างทางแยก	β	161.12	-12.93	-	-	1,317.75	0.7748
	p-value	0.18	0.65	-	-	0.00	

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นว่าค่า R'_2 ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวที่ระดับนัยสำคัญ 80% จึงทำการตัดตัวแปร R'_2 ออกแล้วทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลอิ่มตัวกับขนาดของปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับประเภทอยู่ระหว่างทางแยกอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังสมการที่ 5.1

$$q_{max} = 119.19R'_1 + 1{,}305.72 \qquad (R^2 = 0.7561) \qquad (5.1)$$

5.3 จุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม

สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพแต่ละตัวแปรกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว ได้ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร

ประเภทจุดกลับรถ	ค่าสถิติ	ตัวแปร			
		R'_1	R'_2	W_1	W_2
มีตำรวจจราจร	correlation	0.530	0.520	-0.181	-0.046
	sig.	0.280	0.290	0.732	0.932

จากตารางที่ 5.5 สามารถสรุปได้ว่าที่ระดับนัยสำคัญ 80% ตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม ปัจจัยทางกายภาพไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัว

5.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับปัจจัยทางกายภาพ

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกคือค่า R'_1 เนื่องจากความกว้างของช่องทางรอเลี้ยวเป็นค่าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเลี้ยวกลับรถ ส่วนจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟและประเภทมีตำรวจจราจรปัจจัยทางกายภาพไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวที่ระดับนัยสำคัญ 80% ส่วนค่า R'_2 สำหรับข้อมูลที่เก็บได้นั้นส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 7.8 เมตร ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดสำหรับวงเลี้ยวในการกลับรถจากงานวิจัยเรื่องการออกแบบสถานที่จอดรถและการเดินรถสำหรับรถส่วนบุคคล (U.S. Department of Defense, 2004) จึงไม่มีผลต่อค่าอัตราการไหลอิ่มตัว และจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยกสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 2 จุดกลับรถ จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้

ในบทต่อไปผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ถึงผลของการตามกันของรถต่างชนิดกัน ซึ่งจะทำให้ได้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถต่างชนิดกลับรถตามรถชนิดต่างๆกัน เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการจราจรต่อไปได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถ

การศึกษาผลของการตามกันของรถต่างชนิดกันที่ทำการกลับรถจะทำให้ทราบถึงผลของลำดับของรถแต่ละชนิดในการกลับรถตามรถต่างชนิดกัน เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการจราจร เช่น การกำหนดช่องทางเฉพาะสำหรับรถแต่ละชนิดในการกลับรถ เป็นต้น โดยมีรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

6.1 รายละเอียดการวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามกัน

การวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามกันนั้นจะวิเคราะห์แยกตามประเภทของจุดกลับรถ เพื่อให้มีจำนวนข้อมูลเพียงพอต่อการทดสอบสมมติฐานว่าการที่รถแต่ละชนิดทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆกันนั้น มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการกลับรถหรือไม่ โดยการทดสอบสมมติฐานว่าเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆกันนั้น มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือไม่ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ซึ่งในเบื้องต้นจะทำการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในกรณีที่ประชากรมีจำนวนไม่แน่นอนซึ่งในการวิเคราะห์นี้ขนาดกลุ่มตัวอย่างคือจำนวนรถน้อยที่สุดในแต่ละชนิดการกลับรถตามกันที่สามารถนำมาข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ จากสูตร

$$n = \frac{Z^2\sigma^2}{e^2} \tag{6.1}$$

โดยที่ n คือ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

Z คือ ค่าทางสถิติที่ขึ้นอยู่กับระดับนัยสำคัญ ซึ่งในที่นี้ใช้ระดับนัยสำคัญ 95% จึงมีค่า Z = 1.96

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถตามกันซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่า

- จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.45 ถึง 0.56 วินาที และมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- จุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.54 ถึง 0.69 วินาที และมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 วินาที
- จุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.47 ถึง 0.48 วินาที และมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 วินาที
- จุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยกมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.68 ถึง 0.76 วินาที และมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 วินาที

e คือ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้เท่ากับ 0.2 วินาที

ซึ่งการกลับรถตามกันชนิดใดที่มีจำนวนข้อมูลน้อยกว่าที่คำนวณได้ของจุดกลับรถแต่ละประเภทจะไม่นำมาร่วมทดสอบสมมติฐาน จากนั้นจึงใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ว่าการกลับรถตามกันชนิดใดที่แตกต่างกัน แต่ถ้าพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบสมมติฐานมีเพียง 2 กลุ่ม จะใช้วิธี t-Test ในการทดสอบและสรุปผลว่าการกลับรถตามหลังรถชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น มีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการกลับรถแตกต่างจากการกลับรถตามรถชนิดอื่นๆ หรือไม่

โดยผลการวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามกันของจุดกลับรถแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.2 จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม

ข้อมูลจำนวนรถชนิดต่างๆ ที่ทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กัน และเวลารวมที่รถทุกคันใช้ในการกลับรถของแต่ละชุดข้อมูลของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุมแต่ละจุดสามารถแสดงได้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก1 ถึงตารางที่ ก6 และจำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.1 ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถเท่ากับ 0.50 วินาที จึงสามารถคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้เท่ากับ 24 คัน

จากนั้นเลือกเฉพาะชนิดของการกลับรถตามกันที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่า 24 คัน และทำการทดสอบสมมติฐานเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ โดยวิธี t-Test เนื่องจากหลังจากตัดกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนรถน้อยกว่า 24 คันแล้ว ทำให้มีกลุ่มตัวอย่างที่เหลือเพียง 2 กลุ่ม ต่อ 1 ชนิดรถที่ตามเท่านั้น จึงใช้วิธี t-Test ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟได้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.1 จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ

ชนิดของรถ	จำนวนขอมูล
1 ตาม 1	313
1 ตาม 2	16*
1 ตาม 3	133
2 ตาม 1	14*
2 ตาม 2	2*
2 ตาม 3	5*
3 ตาม 1	132
3 ตาม 2	3*
3 ตาม 3	71

โดยที่ * หมายถึงข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปทดสอบสมมติฐาน

และ 1 คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล

2 คือ รถตู้

3 คือ รถกระบะ

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม

ชนิดของรถ	$\overline{x_1}$	n_1	$\overline{x_2}$	n_2	*t Stat*	*t Critical*	สรุป
1,1 กับ 1,3	2.70	313	2.91	133	-3.99	1.97	แตกต่าง
3,1 กับ 3,3	2.66	132	2.87	71	-2.63	1.98	แตกต่าง

โดยที่ 1, 1 คือ รถชนิดที่ 1 ตามหลังรถชนิดที่ 1

1, 3 คือ รถชนิดที่ 1 ตามหลังรถชนิดที่ 3

3, 1 คือ รถชนิดที่ 3 ตามหลังรถชนิดที่ 1

3, 3 คือ รถชนิดที่ 3 ตามหลังรถชนิดที่ 3

และ $\overline{x_1}$ คือ ค่าเฉลี่ยเวลาที่รถใช้ในการกลับรถของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (วินาที)

$\overline{x_2}$ คือ ค่าเฉลี่ยเวลาที่รถใช้ในการกลับรถของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (วินาที)

n_1 คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (คัน)

n_2 คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (คัน)

จากตารางที่ 6.2 สามารถสรุปได้ว่าเวลาที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่าเวลาที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถตามรถกระบะและเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่รถกระบะใช้ในการกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่าเวลาที่รถกระบะใช้ในการกลับรถตามรถกระบะอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีขนาดเล็กกว่ารถชนิดอื่น ทำให้รถที่ตามหลังมีระยะการมองเห็นที่ดี รถตู้มีขนาดใหญ่จึงมีผลต่อระยะมองเห็นและรถกระบะมีขนาดใหญ่จึงทำให้รถที่ตามหลังต้องใช้ความระมัดระวังในการกลับรถมากขึ้น ส่วนเวลาที่ใช้ในการกลับรถชนิดอื่น ไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจากข้อมูลมีจำนวนน้อย

6.3 จุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

ข้อมูลจำนวนรถชนิดต่างๆ ที่ทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กัน และเวลารวมที่รถทุกคันใช้ในการกลับรถของแต่ละชุดข้อมูลของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกแต่ละจุดสามารถแสดงได้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก7 ถึงตารางที่ ก12 และจำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.3 ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถเท่ากับ 0.60 วินาที จึงสามารถคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้เท่ากับ 35 คัน

ตารางที่ 6.3 จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

ชนิดของรถ	จำนวนขอมูล
1 ตาม 1	168
1 ตาม 2	6*
1 ตาม 3	133
2 ตาม 1	12*
2 ตาม 2	-
2 ตาม 3	6*
3 ตาม 1	136
3 ตาม 2	9*
3 ตาม 3	122

โดยที่ * หมายถึงข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปทดสอบสมมติฐาน

- หมายถึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

จากนั้นเลือกเฉพาะชนิดของการกลับรถตามกันที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่า 35 คัน และทำการทดสอบสมมติฐานเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ โดยวิธี t-Test เนื่องจากหลังจากตัดกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนรถน้อยกว่า 35 คันแล้ว ทำให้มีกลุ่มตัวอย่างที่เหลือ

เพียง 2 กลุ่ม ต่อ 1 ชนิดรถที่ตามเท่านั้น จึงใช้วิธี t-Test ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกได้ดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก

ชนิดของรถ	$\overline{x_1}$	n_1	$\overline{x_2}$	n_2	*t Stat*	*t Critical*	สรุป
1,1 กับ 1,3	2.77	168	3.07	133	-4.19	1.97	แตกต่าง
3,1 กับ 3,3	2.87	136	2.96	122	-1.20	1.97	ไม่แตกต่าง

จากตารางที่ 6.4 สามารถสรุปได้ว่าเวลาที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่าเวลาที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถตามรถกระบะ เนื่องจากรถกระบะมีขนาดใหญ่จึงทำให้รถที่ตามหลังต้องใช้ความระมัดระวังในการกลับรถมากขึ้น ส่วนเวลาที่รถกระบะใช้ในการกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับเวลาที่รถกระบะใช้ในการกลับรถตามรถกระบะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาที่ใช้ในการกลับรถชนิดอื่น ไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลน้อย

6.4 จุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม

ข้อมูลจำนวนรถชนิดต่างๆ ที่ทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กัน และเวลารวมที่รถทุกคันใช้ในการกลับรถของแต่ละชุดข้อมูลของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุมแต่ละจุดสามารถแสดงได้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก13 ถึงตารางที่ ก18 และจำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.5 ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถเท่ากับ 0.48 วินาที จึงสามารถคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้เท่ากับ 23 คัน

จากนั้นเลือกเฉพาะชนิดของการกลับรถตามกันที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่า 23 คัน และทำการทดสอบสมมติฐานเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ โดยวิธี t-Test เนื่องจากหลังจากตัดกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนรถน้อยกว่า 23 คันแล้ว ทำให้มีกลุ่มตัวอย่างที่เหลือเพียง 2 กลุ่ม ต่อ 1 ชนิดรถที่ตามเท่านั้น จึงใช้วิธี t-Test ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรได้ดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.5 จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร

ชนิดของรถ	จำนวนขอมูล
1 ตาม 1	204
1 ตาม 2	6*
1 ตาม 3	148
2 ตาม 1	7*
2 ตาม 2	-
2 ตาม 3	5*
3 ตาม 1	146
3 ตาม 2	6*
3 ตาม 3	139

โดยที่ * หมายถึงข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปทดสอบสมมติฐาน

- หมายถึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

ตารางที่ 6.6 ผลการทดสอบสมมติฐานเวลาที่ใช้ในการกลับรถตามกันของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจร

ชนิดของรถ	$\overline{x_1}$	n_1	$\overline{x_2}$	n_2	*t Stat*	*t Critical*	สรุป
1,1 กับ 1,3	2.53	204	2.78	148	-4.90	1.97	แตกต่าง
3,1 กับ 3,3	2.52	146	2.83	139	-5.46	1.97	แตกต่าง

จากตารางที่ 6.6 สามารถสรุปได้ว่าเวลาที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่าเวลาที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ในการกลับรถตามรถกระบะและเวลาที่รถกระบะใช้ในการกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่าเวลาที่รถกระบะใช้ในการกลับรถตามรถกระบะอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีขนาดเล็กกว่ารถชนิดอื่น ทำให้รถที่ตามหลังมีระยะการมองเห็นที่ดีและรถกระบะมีขนาดใหญ่จึงทำให้รถที่ตามหลังต้องใช้ความระมัดระวังในการกลับรถมากขึ้น ส่วนเวลาที่ใช้ในการกลับรถชนิดอื่น ไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลน้อย

6.5 จุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก

ข้อมูลจำนวนรถชนิดต่างๆ ที่ทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กัน และเวลารวมที่รถทุกคันใช้ในการกลับรถของแต่ละชุดข้อมูลของจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยกแต่ละจุดสามารถแสดงได้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก19 ถึงตารางที่ ก20 และจำนวนข้อมูลของการกลับรถ

ตามกันแต่ละชนิดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.7 ซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถเท่ากับ 0.71 วินาที จึงสามารถคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้เท่ากับ 49 คัน

ตารางที่ 6.7 จำนวนข้อมูลของการกลับรถตามกันแต่ละชนิดจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก

ชนิดของรถ	จำนวนขอมูล
1 ตาม 1	118
1 ตาม 2	-
1 ตาม 3	37*
2 ตาม 1	2*
2 ตาม 2	-
2 ตาม 3	2*
3 ตาม 1	38*
3 ตาม 2	-
3 ตาม 3	13*

โดยที่ * หมายถึงข้อมูลที่ไม่ถูกนำไปทดสอบสมมติฐาน

- หมายถึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

จากนั้นเลือกเฉพาะชนิดของการกลับรถตามกันที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่า 49 คัน และทำการทดสอบสมมติฐานเวลาที่รถแต่ละชนิดใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ โดยวิธี t-Test เนื่องจากหลังจากตัดกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนรถน้อยกว่า 49 คันแล้ว พบว่ามีเพียงการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้นที่สามารถเก็บข้อมูลรถได้มากกว่า 49 คัน ดังนั้นจุดกลับรถประเภทนี้จึงไม่สามารถสรุปผลความแตกต่างของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ ได้

6.6 สรุปผลการวิเคราะห์ผลของการกลับรถตามกัน

สำหรับจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถกระบะเท่ากับ 1.08 ซึ่งแตกต่างกับการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญและค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถกระบะกลับรถตามรถกระบะเท่ากับ 1.06 ซึ่งแตกต่างกับการที่รถกระบะกลับรถตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการจัดช่องทางเฉพาะสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถในจุดกลับรถประเภทนี้อาจช่วยเพิ่มอัตราการไหลอิ่มตัวได้

สำหรับจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถกระบะเท่ากับ 1.11 ซึ่งแตกต่างกับการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถกระบะเท่ากับ 1.10 ซึ่งแตกต่างกับการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญและค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถกระบะกลับรถตามรถกระบะเท่ากับ 1.12 ซึ่งแตกต่างกับการที่รถกระบะกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการจัดช่องทางเฉพาะสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถหรือการจำกัดช่วงเวลาในการที่รถกระบะทำการกลับรถในจุดกลับรถประเภทนี้อาจช่วยเพิ่มอัตราการไหลอิ่มตัวได้

สำหรับจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยกมีเพียงการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้นที่สามารถเก็บข้อมูลรถได้มากกว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ดังนั้นจุดกลับรถประเภทนี้จึงไม่สามารถสรุปผลความแตกต่างของเวลาที่รถใช้ในการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7
สรุปผลการศึกษา

7.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแบบจำลองความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของการกลับรถในเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทย หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Equivalent) ของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน ศึกษาผลของการขับรถตามกัน (car-following) ต่อเวลารวมที่ใช้ในการกลับรถ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบจุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทย โดยได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยการเก็บข้อมูลจากจุดกลับรถจำนวน 20 จุด ซึ่งครอบคลุมจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ประเภท ได้แก่ จุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม ประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม และประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก และจากการศึกษาสามารถสรุปข้อประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1. จากการวิเคราะห์หาอัตราการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถทั้ง 4 ประเภท พบว่าอัตราการไหลอิ่มตัวเฉลี่ยของจุดกลับรถประเภทมีตำรวจจราจรมีค่าการไหลอิ่มตัวมากที่สุด เนื่องจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่ต้องพยายามเร่งรีบในการที่จะต้องตามรถคันหน้า เนื่องจากไม่สามารถทราบรอบการที่ตำรวจจะกั้นรถได้ สำหรับจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟและประเภทอยู่ระหว่างทางแยกมีค่าการไหลอิ่มตัวสูงรองลงมาเนื่องจากมีค่า R'_1 น้อยกว่าประเภทมีตำรวจจราจร และจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยกมีค่าการไหลอิ่มตัวน้อยที่สุดเนื่องจากถึงแม้จะมีขนาดของปัจจัยทางกายภาพต่างๆมากกว่าจุดกลับรถประเภทอื่น แต่เนื่องจากสำหรับรถที่มีความสูงดังเช่นรถตู้นั้น ความสูงของสะพานอาจมีผลทำให้ค่าการไหลอิ่มตัวลดลง อีกทั้งลักษณะทางกายภาพที่มีแสงสว่างและระยะการมองเห็นน้อยกว่าจุดกลับรถประเภทอื่นก็อาจมีผลทำให้ค่าการไหลอิ่มตัวลดลงด้วยเช่นกัน
2. จากการศึกษาหาแบบจำลองความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของการกลับรถ สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าการไหลอิ่มตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกคือค่า R'_1 เนื่องจากความกว้างของช่องทางรอเลี้ยวเป็นค่าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเลี้ยวกลับรถ ส่วนจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟและประเภทมีตำรวจจราจรปัจจัยทางกายภาพไม่มีความสัมพันธ์กับค่า

อัตราการไหลอิ่มตัวที่ระดับนัยสำคัญ 95% ส่วนค่า R'_2 สำหรับข้อมูลที่เก็บได้นั้นส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 7.8 เมตร ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดสำหรับวงเลี้ยวในการกลับรถจากงานวิจัยเรื่องการออกแบบสถานที่จอดรถและการเดินรถสำหรับรถส่วนบุคคล (U.S. Department of Defense, 2004) จึงไม่มีผลต่อค่าอัตราการไหลอิ่มตัวและจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานลอยข้ามทางแยกสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 2 จุดกลับรถ จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลอิ่มตัวได้

3. สำหรับแนวทางในการออกแบบจุดกลับรถในเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้น สำหรับจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยกควรให้ความสำคัญกับการเพิ่มค่า R'_1 เพื่อให้เกิดการไหลอิ่มตัวที่มากขึ้น
4. จากการศึกษาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ของจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ ประเภทอยู่ระหว่างทางแยกและประเภทมีตำรวจจราจรมีค่า 1.08 และสำหรับจุดกลับรถประเภทอยู่ใต้สะพานมีค่า 1.26 เนื่องมาจากปัจจัยทางด้านความสูงของสะพานมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถตู้ ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถกระบะของจุดกลับรถทั้ง 4 ประเภท มีค่าเท่ากับ 1.14 และสำหรับค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถสามล้อเครื่องนั้นเท่ากับ 0.72 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากจุดกลับรถเพียงจุดเดียว
5. จากการศึกษาผลของการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กันของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ว่าจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟ ประเภทอยู่ระหว่างทางแยกและประเภทมีตำรวจจราจร ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถกระบะมากกว่าการที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนจุดกลับรถประเภทมีสัญญาณไฟและประเภทมีตำรวจจราจรค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของการที่รถกระบะกลับรถตามรถกระบะมากกว่าการที่รถกระบะกลับรถตามรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการจัดช่องทางเฉพาะสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกลับรถหรือการจำกัดช่วงเวลาในการที่รถกระบะทำการกลับรถอาจช่วยเพิ่มอัตราการไหลอิ่มตัวได้

7.2 การเปรียบเทียบกับงานวิจัยในอดีต

สำหรับงานวิจัยในอดีต Al-Masaeid (1999) ได้ทำการศึกษาถึงความจุในการกลับรถที่ช่องเปิดเกาะกลาง โดยทำการศึกษาบริเวณทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟบนถนนที่มีเกาะกลางในประเทศจอร์แดน โดยทำการพัฒนาสมการถดถอย เพื่อทำนายความจุในการกลับรถโดยคำนึงถึงผลกระทบจากรถทางตรงทั้ง 2 ทิศทาง สรุปว่าความจุและความล่าช้าเฉลี่ยในการกลับรถมีผลกระทบโดยตรงจากการไหลของกระแสการจราจรในทางตรง เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช (2550) ได้ทำการวิจัยหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถที่ทำการกลับรถและการใช้ประโยชน์ช่องทางบริเวณจุดกลับรถที่ไม่มีช่องทางรอเลี้ยวและหาผลกระทบของการกลับรถต่อความจุของรถทางตรงในช่องทางกลาง ซึ่งเป็นช่องทางที่ติดกับช่องทางรอกลับรถ โดยการเปรียบเทียบความจุที่มากที่สุดที่ได้จากการเก็บข้อมูลกับความจุที่ได้จากทฤษฎีของคู่มือความจุถนน จึงยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของการกลับรถ ซึ่งเป็นปริมาณการจราจรสูงสุดหรือความจุของช่องทางกลับรถนั้น หากไม่มีรถวิ่งสวนทางเข้ามา และค่าอัตราการไหลอิ่มตัวนี้สามารถใช้ในการเปรียบเทียบผลของการออกแบบจุดกลับรถที่มีปัจจัยทางกายภาพต่างกันได้ อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังสามารถศึกษาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถประเภทต่างๆ และยังทำการศึกษาถึงผลของการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการจราจรในการกลับรถ เช่น การจัดช่องทางรอเลี้ยวกลับรถโดยเฉพาะสำหรับรถแต่ละชนิด หรือการจำกัดช่วงเวลาในการกลับรถของรถแต่ละชนิดได้อีกด้วย

คู่มือการออกแบบถนน (California Department of Transportation,2006) ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการออกแบบการเปิดเกาะกลางถนน แต่ก็จะเน้นไปที่การเปิดเกาะกลางที่ทางแยกเพื่อการเลี้ยวเท่านั้น อีกทั้งยังเป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาสำหรับใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีข้อแตกต่างกับประเทศไทยค่อนข้างมาก ได้แก่ พฤติกรรมการขับรถที่แตกต่างกัน ลักษณะและขนาดของรถ ข้อจำกัดทางด้านพื้นที่และการเวนคืนที่ดินของประเทศไทยที่ทำให้จุดกลับรถส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบของสหรัฐอเมริกา ซึ่งในประเทศไทยเองนั้น ก็ยังไม่มีมาตรฐานในการออกแบบจุดกลับรถที่ตายตัวและยังไม่มีการศึกษาถึงปัจจัยทางกายภาพของจุดกลับรถที่มีผลต่อการไหลอิ่มตัวของการกลับรถ ซึ่งเป็นปริมาณการจราจรสูงสุดหรือความจุของช่องทางกลับรถนั้น หากไม่มีรถวิ่งสวนทางเข้ามา และค่าอัตราการไหลอิ่มตัวนี้สามารถใช้ในการเปรียบเทียบผลของการออกแบบจุดกลับรถที่มีปัจจัยทางกายภาพต่างกันได้

7.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยงานแรกในประเทศไทยที่ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับลักษณะทางกายภาพของจุดกลับรถจำนวน 4 ประเภท ได้แก่ ประเภทมีสัญญาณไฟควบคุม ประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ประเภทมีตำรวจจราจรควบคุม และประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามทางแยก และยังได้ศึกษาผลของการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กันของรถที่ทำการกลับรถในจุดกลับรถที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันอีกด้วย โดยทำการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ผล และสรุปผลจากรถจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถกระบะ และรถสามล้อเครื่อง ดังนั้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์จุดกลับรถได้อย่างครอบคลุมถึงประเภทของจุดกลับรถและชนิดของรถในประเทศไทยมากยิ่งขึ้น จึงสามารถนำแนวทางในการวิจัยจากงานวิจัยนี้ ไปทำการศึกษาจุดกลับรถประเภทอื่น เช่น ประเภทสะพานรูปเกือกม้า ประเภทอยู่ใต้สะพานข้ามคลอง หรืออาจเน้นไปที่จุดกลับรถบริเวณทางหลวงสายหลักของประเทศ เป็นต้น และทำการศึกษาถึงรถชนิดอื่นๆ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสภาพการจราจรในประเทศไทยมีจำนวนรถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมากและส่งผลกระทบต่ออัตราการไหลอิ่มตัวด้วย แต่เนื่องจากรถจักรยานยนต์มีพฤติกรรมในการกลับรถที่ไม่เป็นไปตามลำดับหรือมีการกลับรถซ้อนกับรถชนิดอื่นจึงทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้ยาก ผู้วิจัยจึงเสนอแนะแนวทางการวิจัยต่อไปว่าควรวิเคราะห์การกลับรถของรถบรรทุกบริเวณเขตอุตสาหกรรมหรือบริเวณทางหลวงสายหลักของประเทศ อีกทั้งยังสามารถนำผลของปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ เช่น ระยะในการมองเห็น หรือแสงสว่างบริเวณจุดกลับรถ มาร่วมวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้มากยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จาตุรนต์ ธนะสมบูรณ์. 2527. แบบจำลองการไหลอิ่มตัวของการจราจรที่ทางแยกควบคุมสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระพล ลดาลลิตสกุล. 2548. การศึกษาลักษณะการจราจรบริเวณจุดกลับรถในแนวราบที่ไม่มีช่องจราจรสำหรับทำการกลับรถ, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 10, หน้า TRP28-TRP33.

วัฒนวงศ์ รัตนวราห. 2551. การศึกษาความปลอดภัยบริเวณจุดกลับรถในกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 13, หน้า 253-256.

สมศักดิ์ วั่นเซ่ง. 2546. ผลกระทบที่มีต่อความจุทางแยกสัญญาณไฟเนื่องจากลักษณะทางเรขาคณิตและประเภทของยานพาหนะ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานออกแบบ สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร. สัมภาษณ์, [17 ธันวาคม 2551]

ภาษาอังกฤษ

Al-Masaeid, H.R. 1999. Capacity of U-turn at median openings, ITE Journal, Institute of Transportation Engineers, Vol. 69, No. 6, 1999.

California. Department of Transportation. 2006. Highway Design Manual. Caltrans. CA

Directorate of Urban Road Development, Ministry of Public Works. 1996. Indonesian Highway Capacity Manual. Jakarta.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Florida Department of Transportation. 2006. Median Handbook Interim Version. Tallahassee, Florida

Leong, L.V., Wan, H.W.I., and Ahmad, F.M.2006. Passenger Car Equivalents and Saturation Flow Rates for Through Vehicles at Signalized Intersections in Malaysia , Proceedings of the 22nd ARRB Conference.

Planning Commission Government of India. 2010. Manual of Specifications and Standards. New Delhi.

Terdsak Rongviriyapanich. 2007. PCE of U-Turn Traffic and Lane Utilization at U-Turn Section without Auxiliary Lane , Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6,

Transportation Research Board. 2000. Highway Capacity Manual. Washington D.C., National Research Council.

Transportation Research Board. 2004. Safety of U-Turns at Unsignalized Median Openings,National Cooperative Highway Research Program. Report 524. Washington, D.C.

U.S.Department of Defense. 2004. Design for Non-organizational or Privately Owned Vehicle (POV) Site Circulation and Parking. Washington, D.C.

U.S.Department of Transportation. 2007. Synthesis of the Median U-Turn Intersection Treatment, Safety, and Operational Benefits, Techbrief, Publication No. FHWA-HRT-07-033. McLean, VA

Webster, F.V., and Cobbe, B M.1966. Traffic Signals. Technical Paper 56. HMSO, London.

ภาคผนวก (Appendix)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลจำนวนรถชนิดต่างๆ ที่ทำการกลับรถตามรถชนิดต่างๆ กัน และเวลารวมที่รถทุกคันใช้ในการกลับรถของแต่ละชุดข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก1 จุดกลับรถบริเวณ ถ.พญาไท สี่แยกปทุมวัน

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	10.13
2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.57
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13.77
4	3	1	0	0	1	0	0	0	0	23.63
5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	10.19
6	4	0	1	0	0	0	1	0	0	19.04
7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	19.13
8	2	2	0	2	0	0	0	0	0	17.04
9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	14.73
10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10.98
11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11.08
12	2	0	0	0	0	0	1	0	0	13.11
13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.2
14	2	0	0	0	0	0	1	0	1	11.63
15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	14.91
16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	16.37
17	0	1	0	1	0	0	0	0	0	10.1
18	3	1	0	0	0	0	0	0	0	14.92
19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ รถชนิดที่ 1 คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล
รถชนิดที่ 2 คือ รถตู้
รถชนิดที่ 3 คือ รถกระบะ

และ 1 ตาม 1 คือ รถชนิดที่ 1 ตามหลังรถชนิดที่ 1
1 ตาม 2 คือ รถชนิดที่ 1 ตามหลังรถชนิดที่ 2
1 ตาม 3 คือ รถชนิดที่ 1 ตามหลังรถชนิดที่ 3
2 ตาม 1 คือ รถชนิดที่ 2 ตามหลังรถชนิดที่ 1
2 ตาม 2 คือ รถชนิดที่ 2 ตามหลังรถชนิดที่ 2
2 ตาม 3 คือ รถชนิดที่ 2 ตามหลังรถชนิดที่ 3

3 ตาม 1 คือ รถชนิดที่ 3 ตามหลังรถชนิดที่ 1

3 ตาม 2 คือ รถชนิดที่ 3 ตามหลังรถชนิดที่ 2

3 ตาม 3 คือ รถชนิดที่ 3 ตามหลังรถชนิดที่ 3

ตารางที่ ก2 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	2	0	2	0	0	0	1	0	2	20.19
2	2	1	1	1	0	0	1	0	1	17.85
3	0	0	2	0	0	0	2	0	1	13.71
4	1	0	3	0	0	0	2	0	1	19.02
5	0	0	2	0	0	0	1	0	2	12.22
6	2	0	1	0	0	0	1	0	1	12.81
7	4	0	1	0	0	0	2	0	2	23.13
8	1	0	2	0	0	0	2	0	4	25.19
9	0	0	0	0	0	0	0	1	4	16.04
10	5	0	0	0	0	0	1	0	0	16.61
11	2	0	2	0	0	0	2	0	0	14.47
12	5	1	0	1	0	0	0	0	0	16.37
13	1	0	1	0	0	0	2	0	1	14.25
14	2	0	1	0	0	0	1	0	0	13.93
15	1	0	1	1	0	0	0	1	1	15.97
16	1	0	3	0	0	0	2	0	0	16.08
17	2	0	1	0	0	0	2	0	0	13.86
18	3	0	1	0	0	0	1	0	0	12.69
19	0	0	2	0	0	0	2	0	2	14.51
20	4	0	0	0	0	0	1	0	0	12.56
21	4	0	1	0	0	0	1	0	0	14.71
22	3	0	1	0	0	0	1	0	0	13.69
23	0	0	3	0	0	0	2	0	0	14.48
24	3	0	1	0	0	0	1	0	0	11.84
25	0	0	2	0	0	1	2	1	1	16.48
26	0	1	1	0	0	1	2	0	0	13.28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก2 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก) (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	14.49
28	4	0	2	0	0	0	2	0	0	21.14
29	4	0	1	0	0	0	1	0	0	14.23
30	3	0	1	0	0	0	0	0	1	13.04
31	1	0	1	0	0	0	2	0	2	15.02

ตารางที่ ก3 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	12.26
2	2	0	1	0	0	0	2	0	1	17.48
3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	10.59
4	4	0	0	0	0	0	1	0	1	16.39
5	3	0	1	0	0	0	2	0	1	20.8
6	2	0	1	0	0	0	0	0	1	10.27
7	2	0	2	0	0	0	2	0	0	17.92
8	3	0	1	0	0	0	0	0	0	11.99
9	4	0	2	0	0	0	1	0	0	18.62
10	3	0	1	0	0	0	1	0	0	14.33
11	1	0	1	0	0	0	1	0	3	18.93
12	1	0	2	0	0	0	2	0	1	17.28
13	3	0	1	0	0	0	1	0	0	12.66
14	2	0	1	0	0	0	2	0	1	17.84
15	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10.82
16	2	0	0	0	0	0	1	0	2	15.18
17	1	0	2	0	0	0	2	0	0	13.32
18	1	0	1	0	0	0	1	0	1	11.16
19	2	0	2	0	0	0	2	0	0	17.25
20	1	1	1	1	0	0	1	0	1	17.17

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก3 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 103 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก) (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
21	0	0	1	0	0	0	2	0	3	16.48
22	1	0	2	0	0	0	2	0	0	18.74
23	1	0	2	0	0	0	2	0	0	14.66

ตารางที่ ก4 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	11.32
2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	11.32
3	3	0	0	0	0	0	1	0	2	17.43
4	1	0	2	0	0	0	1	0	0	11.41
5	0	0	2	0	0	0	1	0	2	18.05
6	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.26
7	1	0	2	0	0	0	1	0	0	10.32
8	2	0	1	0	0	0	1	0	0	11.94
9	2	0	1	0	0	0	2	0	0	14.39
10	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.14
11	1	0	1	0	0	0	2	0	0	11.36
12	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.95
13	2	0	2	0	0	0	1	0	0	15.52
14	1	0	1	0	0	0	1	0	1	12.63
15	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.89
16	0	0	2	0	0	0	2	0	0	9.52
17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	12.4
18	0	0	2	0	0	0	2	0	0	11.9
19	1	0	1	0	0	0	1	0	2	13.67
20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12.41
21	1	0	3	0	0	0	2	0	0	18.34
22	0	0	2	0	0	0	2	0	0	12.01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก4 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าซอย 14 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
23	1	1	1	1	0	0	1	0	0	16.31
24	1	0	1	0	0	0	0	0	3	15.02
25	2	0	2	0	0	0	1	0	0	14.48

ตารางที่ ก5 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามอินทรา หน้าเซ็นทรัลรามอินทรา

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	13.61
2	1	0	1	0	0	0	0	0	2	11.05
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12.34
4	1	0	1	0	0	0	2	0	1	14.15
5	2	0	0	0	0	0	1	0	1	9.21
6	1	0	1	0	0	0	1	0	0	9.51
7	1	0	1	0	0	1	1	1	0	13.64
8	1	0	2	0	0	0	2	0	0	14.44
9	1	0	1	0	0	0	0	0	1	9.73
10	2	0	1	0	0	0	1	0	0	11.08
11	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8.09
12	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8.34
13	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.86
14	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.04
15	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.6
16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6
17	3	0	1	0	0	0	1	0	0	14.24
18	4	0	0	0	0	0	1	0	0	14.39
19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7.06
20	3	1	1	0	0	1	1	0	0	17.98
21	0	0	1	0	0	0	2	0	0	7.65
22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9.92
23	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก6 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 114

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	11.28
2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	13.63
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.16
4	1	0	2	0	0	0	1	0	0	10.06
5	4	0	1	0	0	0	0	0	0	12.62
6	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.5
7	4	0	1	0	0	0	1	0	0	15.27
8	0	0	2	0	0	0	2	0	1	13.91
9	3	0	1	0	0	0	1	0	0	13.77
10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12.46
11	3	0	0	0	0	0	1	0	0	11.74
12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12.09
13	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.88
14	3	0	0	0	0	0	1	0	0	10.34
15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.91
16	3	0	1	0	0	0	0	0	0	11.65
17	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.31
18	3	1	1	1	0	0	0	0	0	18.29
19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.04
20	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.2
21	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8.16
22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.34
23	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.55

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก7 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 112

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	10.93
2	0	0	1	0	0	0	2	0	1	10.75
3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.47
4	0	0	1	0	0	0	2	0	1	13.63
5	1	0	2	0	0	0	2	0	0	14.74
6	0	0	1	0	0	0	2	0	1	16.54
7	3	0	0	0	0	0	1	0	0	11.53
8	2	0	0	0	0	0	1	0	1	12.13
9	3	0	1	0	0	0	0	0	1	15.63
10	1	0	2	0	0	0	2	0	1	19.24
11	1	0	1	0	0	0	2	0	0	13.60
12	1	0	1	0	0	0	1	0	1	12.49
13	1	0	1	0	0	0	2	0	0	13.39
14	2	0	1	0	0	0	1	0	0	11.80
15	1	0	1	0	0	0	1	0	1	12.49
16	5	0	1	0	0	0	1	0	0	20.07
17	4	1	0	0	0	0	0	0	0	15.17
18	1	0	2	0	0	0	1	0	0	10.04
19	2	0	1	0	0	0	1	0	0	11.22
20	3	0	0	1	0	0	0	0	0	10.67
21	1	0	2	0	0	0	1	0	0	13.03

ตารางที่ ก8 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	13.22
2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	8.90
3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.63
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9.39

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก8 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก) (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
5	0	0	2	0	0	0	1	0	1	12.67
6	3	0	0	0	0	0	1	0	0	8.88
7	1	1	1	1	0	0	1	0	0	14.40
8	0	0	1	0	0	0	1	0	3	12.01
9	1	0	1	1	0	0	0	1	0	13.25
10	0	0	2	0	0	0	1	0	1	10.78
11	2	0	1	0	0	0	1	0	1	14.72
12	0	0	2	0	0	0	2	0	0	11.77
13	1	0	1	0	0	0	0	0	3	15.90
14	1	0	2	0	0	0	1	0	0	14.21
15	1	0	0	1	0	0	0	1	0	9.57
16	1	0	0	0	0	0	1	0	1	8.64
17	0	0	2	0	0	0	2	0	0	15.30
18	0	0	2	0	0	0	1	0	1	10.62
19	2	0	0	0	0	0	1	0	0	6.74
20	1	0	1	0	0	0	2	0	1	17.03
21	0	0	2	0	0	0	2	0	0	11.97
22	2	0	2	0	0	0	3	0	0	19.24
23	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก9 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	12.83
2	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.93
3	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.14
4	0	0	2	0	0	0	1	0	0	7.95
5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	8.20
6	0	0	1	0	0	0	1	0	2	12.39

ตารางที่ ก9 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 118 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก) (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
7	0	0	2	0	0	0	2	0	0	13.33
8	2	0	1	0	0	0	0	0	1	13.55
9	2	0	1	0	0	0	1	0	0	15.45
10	0	0	0	0	0	0	1	0	3	10.86
11	0	0	0	0	0	0	1	0	2	6.82
12	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.73
13	0	0	1	0	0	0	1	0	2	9.89
14	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.79
15	1	0	1	0	0	0	1	0	0	9.96
16	0	0	1	0	0	0	2	0	1	13.89
17	1	1	0	0	0	1	1	0	0	13.21
18	0	0	1	0	0	0	2	0	0	7.19
19	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.49
20	0	0	0	0	0	0	1	0	2	9.30
21	0	0	1	0	0	0	0	0	3	11.60
22	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17.05
23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8.31

ตารางที่ ก10 จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	0	0	1	1	0	0	1	1	2	16.01
2	0	0	1	0	0	0	1	0	2	9.14
3	0	0	1	0	0	0	2	0	3	17.34
4	1	0	2	0	0	0	1	0	1	16.99
5	0	0	2	0	0	0	2	0	1	14.37
6	1	0	2	1	0	0	1	1	0	13.88
7	1	0	2	0	0	0	1	0	1	15.72
8	0	0	1	1	0	0	0	1	1	12.44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก10 จุดกลับรถบริเวณ ถ.กิ่งแก้ว หน้าซอย 21 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
9	3	0	1	0	0	0	0	0	0	8.09
10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14.32
11	0	0	1	0	0	0	1	0	2	11.50
12	0	0	2	0	0	0	1	0	4	18.00
13	2	0	1	0	0	0	1	0	1	15.27
14	0	1	0	1	0	1	0	0	1	13.09
15	1	0	2	0	0	0	2	0	2	19.79
16	0	0	1	0	0	0	2	0	0	6.09
17	0	0	1	0	0	1	0	2	3	20.19
18	0	0	0	0	0	1	1	1	2	12.49
19	3	0	1	0	0	0	0	0	0	9.19
20	2	0	1	0	0	0	2	0	0	14.77
21	1	0	1	0	0	0	2	0	0	11.76
22	1	0	1	0	0	1	1	0	3	17.66

ตารางที่ ก11 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	0	0	2	0	0	0	1	0	1	11.38
2	3	0	1	0	0	0	1	0	0	11.95
3	1	0	1	0	0	0	2	0	0	12.04
4	0	0	1	0	0	0	2	0	1	14.97
5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13.24
6	0	0	1	0	0	1	2	0	0	10.89
7	1	0	1	0	0	0	1	0	1	9.20
8	2	0	2	0	0	0	1	0	0	11.94
9	1	0	2	0	0	0	2	0	1	19.36
10	0	0	1	0	0	0	1	0	2	11.50
11	0	0	2	0	0	0	2	0	1	12.88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก11 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รามคำแหง หน้าซอย 96 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
12	3	0	1	0	0	0	1	0	1	16.44
13	1	0	1	0	0	0	2	0	0	12.75
14	1	0	0	0	0	0	1	0	2	10.65
15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9.85
16	0	1	1	1	0	0	0	0	2	14.08
17	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.69
18	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.66
19	1	0	1	0	0	0	1	0	2	14.12
20	1	0	1	0	0	0	1	0	1	9.61
21	1	0	1	1	0	0	1	0	0	11.39
22	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.42
23	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.57
24	3	0	2	0	0	0	1	0	0	16.42
25	3	0	1	0	0	0	1	0	0	14.81

ตารางที่ ก12 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.78
2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	10.51
3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.95
4	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.45
5	1	0	1	0	0	0	1	0	0	10.03
6	1	0	1	0	0	0	1	0	0	9.57
7	1	0	1	0	0	0	2	0	1	17.12
8	3	0	0	0	0	0	1	0	0	9.75
9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7.18
10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12.12
11	1	0	1	0	0	0	1	0	1	14.96

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก12 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว หน้าซอย 62 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
12	0	0	0	0	0	0	1	0	3	11.74
13	4	0	1	0	0	0	1	0	0	14.78
14	0	0	1	0	0	0	0	0	5	16.39
15	2	0	1	0	0	0	1	0	1	15.22
16	1	0	1	0	0	0	2	0	1	13.35
17	1	0	1	0	0	0	1	0	1	12.40
18	1	0	1	0	0	0	0	0	2	13.20
19	2	0	1	0	0	0	1	0	1	14.67
20	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.16
21	2	1	0	1	0	0	0	0	0	11.16
22	0	0	2	0	0	0	1	0	1	13.32
23	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7.66

ตารางที่ ก13 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	11.72
2	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.80
3	0	0	0	1	0	0	0	1	2	11.52
4	0	0	1	0	0	0	0	0	3	13.79
5	0	0	1	0	0	0	1	0	3	12.37
6	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7.49
7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.86
8	1	0	2	0	0	0	2	0	1	13.99
9	0	0	1	0	0	1	2	0	0	10.87
10	2	0	0	0	0	1	1	0	0	11.02
11	2	0	1	0	0	0	1	0	1	12.70
12	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8.74
13	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก13 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ร่มเกล้า หน้าซอย 44 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
14	1	0	0	0	0	0	1	0	1	7.93
15	1	0	1	0	0	0	2	0	0	10.54
16	1	0	1	0	0	0	1	0	4	19.18
17	0	0	1	0	0	0	2	0	1	10.87
18	1	0	0	0	0	0	1	0	2	10.48
19	0	0	1	0	0	0	2	0	1	9.45
20	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.51
21	0	0	1	0	0	0	2	0	3	16.18
22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8.05
23	2	0	1	0	0	0	1	0	1	12.15
24	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.82
25	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8.82

ตารางที่ ก14 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	0	0	1	0	0	0	1	0	3	16.09
2	0	0	2	0	0	0	1	0	1	8.31
3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.78
4	0	0	2	0	0	0	2	0	0	10.24
5	1	0	1	0	0	0	2	0	0	8.76
6	2	0	0	0	0	0	1	0	1	9.50
7	0	0	1	0	0	0	2	0	1	8.89
8	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10.12
9	0	0	0	0	0	1	0	0	3	12.02
10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	9.27
11	0	0	1	0	0	0	1	0	2	8.43
12	1	0	1	0	0	0	1	0	1	9.90
13	2	0	1	0	0	0	1	0	2	14.55

ตารางที่ ก14 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันออก) (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
14	0	0	0	0	0	0	0	1	3	11.04
15	1	0	1	0	0	0	2	0	0	9.66
16	0	0	1	0	0	0	1	0	2	11.64
17	1	0	2	0	0	0	1	0	0	9.62
18	0	0	1	0	0	0	2	0	1	11.19
19	0	0	3	0	0	0	2	0	0	13.66
20	3	0	1	0	0	0	1	0	0	12.32
21	0	0	2	0	0	0	2	0	1	13.29
22	0	0	2	0	0	0	1	0	1	9.92
23	1	0	1	0	0	0	1	0	1	9.17
24	1	0	0	0	0	0	1	0	2	10.52
25	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.37
26	1	0	0	0	0	0	1	0	2	9.32
27	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.06
28	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.94
29	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10.94

ตารางที่ ก15 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	11.20
2	1	0	0	1	0	1	0	1	0	11.72
3	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.59
4	2	0	2	0	0	0	1	0	0	14.90
5	1	0	1	0	0	0	2	0	1	14.21
6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11.91
7	2	0	2	0	0	0	1	0	1	15.60
8	1	0	1	0	0	0	0	0	2	11.49
9	1	0	1	0	0	0	0	0	2	10.77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก15 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลำลูกกา กิโลเมตร12.5 (รถมุ่งหน้าทิศตะวันตก) (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
10	1	0	1	0	0	0	2	0	0	13.03
11	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10.23
12	0	0	2	0	0	0	3	0	0	10.69
13	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8.43
14	2	0	2	0	0	0	2	0	1	19.76
15	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.81
16	0	0	0	0	0	0	1	0	4	15.34
17	1	0	1	0	0	0	2	0	1	13.65
18	0	0	1	0	0	0	2	0	2	16.12
19	0	0	1	0	0	1	1	1	1	14.40
20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	8.25
21	0	0	0	1	0	0	0	1	2	11.59
22	0	0	1	0	0	0	0	0	3	11.39
23	1	0	2	0	0	0	1	0	0	12.98
24	0	0	1	0	0	0	2	0	2	14.31
25	1	0	2	0	0	0	2	0	0	14.36
26	0	0	1	0	0	0	1	0	4	16.84

ตารางที่ ก16 จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10.43
2	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.82
3	3	0	2	1	0	0	0	1	0	16.33
4	0	0	3	0	0	0	2	0	0	12.56
5	0	0	1	0	0	0	1	0	1	7.64
6	1	0	1	0	0	0	2	0	0	11.42
7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.90
8	1	0	2	0	0	0	1	0	0	12.27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก16 จุดกลับรถบริเวณ ถ.เสรีไทย หน้าทางเข้าสำนักงานเขตบึงกุ่ม (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
9	1	0	1	0	0	0	0	0	2	11.87
10	0	0	1	0	0	0	1	0	2	10.20
11	2	0	1	0	0	0	1	0	1	14.82
12	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.20
13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5.41
14	2	0	2	0	0	0	2	0	0	14.24
15	1	0	1	0	0	0	1	0	1	12.89
16	1	0	2	0	0	0	1	0	0	8.41
17	0	0	1	0	0	0	2	0	1	8.95
18	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.02
19	1	0	2	0	0	0	1	0	0	11.73
20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.50
21	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.02
22	2	0	1	0	0	0	1	0	0	8.02
23	3	0	0	0	0	0	1	0	0	9.90

ตารางที่ ก17 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	12.38
2	3	0	1	0	0	0	0	0	1	13.86
3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.32
4	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.79
5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	10.41
6	2	0	1	0	0	0	0	0	1	10.85
7	0	0	1	0	0	0	2	0	1	11.12
8	4	0	0	0	0	0	1	0	0	10.77
9	0	0	2	0	0	0	1	0	1	11.48
10	1	0	1	0	0	0	1	0	1	10.58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก17 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 93 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
11	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.98
12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.71
13	1	0	2	0	0	0	1	0	0	10.87
14	1	0	1	0	0	0	2	0	0	12.22
15	1	0	1	0	0	0	1	0	1	11.31
16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8.80
17	0	0	1	0	0	0	1	0	3	13.22
18	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.61
19	3	0	2	0	0	0	1	0	1	17.43
20	2	0	1	0	0	0	1	0	1	12.18
21	2	0	2	0	0	0	2	0	0	15.28
22	1	0	2	0	0	0	1	0	1	12.21

ตารางที่ ก18 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	15.23
2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	11.24
3	0	0	0	0	0	0	1	0	3	9.61
4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	13.30
5	2	0	1	0	0	0	1	0	0	11.56
6	0	0	1	0	0	0	1	0	2	12.99
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.45
8	0	0	2	0	0	0	1	0	1	13.20
9	1	0	1	0	0	0	1	0	1	12.01
10	2	1	1	1	0	0	1	0	0	14.50
11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13.41
12	4	0	1	0	0	0	1	0	0	17.70
13	2	0	1	0	0	0	2	0	0	11.47

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก18 จุดกลับรถบริเวณ ถ.นวมินทร์ หน้าซอย 26 (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12.39
15	1	0	2	0	0	0	1	0	0	11.20
16	2	0	1	0	0	0	1	0	1	12.61
17	1	0	1	0	0	0	2	0	0	9.76
18	2	0	2	0	0	0	1	0	0	12.86
19	1	0	1	0	0	0	1	0	3	18.39
20	2	0	1	0	0	0	0	0	1	11.83
21	2	0	0	0	0	0	1	0	1	10.54
22	2	0	0	0	0	0	1	0	1	9.79
23	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.49
24	3	0	0	0	0	0	1	0	0	12.38
25	1	0	2	0	0	0	1	0	0	10.30
26	3	0	2	0	0	0	2	0	1	20.36

ตารางที่ ก19 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา - ลาดพร้าว

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	12.09
2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	12.66
3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.32
4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	9.87
5	2	0	1	0	0	0	0	0	1	11.57
6	2	0	0	0	0	1	1	0	0	11.69
7	3	0	1	0	0	0	0	0	0	15.13
8	0	0	1	0	0	0	0	0	2	9.16
9	1	0	2	0	0	0	2	0	0	13.56
10	0	0	2	0	0	0	2	0	0	11.76
11	0	0	0	1	0	0	0	1	2	13.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก19 จุดกลับรถบริเวณ ถ.รัชดาภิเษก ใกล้สี่แยกรัชดา – ลาดพร้าว (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
12	2	0	1	0	0	0	1	0	0	9.19
13	3	0	0	0	0	0	1	0	0	11.96
14	1	0	2	0	0	0	1	0	0	11.07
15	2	0	1	0	0	0	1	0	0	10.32
16	0	0	1	0	0	0	2	0	1	12.34
17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	14.92
18	0	0	2	0	0	1	2	0	0	15.30
19	3	0	2	0	0	0	2	0	0	16.46
20	2	0	2	0	0	0	1	0	2	22.10
21	1	0	1	0	0	0	2	0	0	9.83
22	2	0	1	0	0	0	1	0	2	17.17
23	0	0	2	0	0	0	1	0	3	19.21

ตารางที่ ก20 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	13.00
2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	9.30
3	1	0	1	0	0	0	1	0	1	14.30
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10.83
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8.99
6	3	0	1	0	0	0	1	0	0	14.48
7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	14.20
8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12.71
9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	14.43
10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13.31
11	5	0	1	0	0	0	1	0	0	20.48
12	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7.47
13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	18.78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก20 จุดกลับรถบริเวณ ถ.ลาดพร้าว ใกล้ปากทางลาดพร้าว (ต่อ)

ชุดข้อมูลที่	1 ตาม 1	1 ตาม 2	1 ตาม 3	2 ตาม 1	2 ตาม 2	2 ตาม 3	3 ตาม 1	3 ตาม 2	3 ตาม 3	เวลารวม (วินาที)
14	3	0	1	0	0	0	2	0	0	17.16
15	3	0	1	0	0	0	0	0	0	13.39
16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	25.06
17	3	0	1	0	0	0	0	0	0	11.08
18	5	0	1	0	0	0	1	0	0	24.44
19	2	0	1	0	0	0	1	0	0	15.06
20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	17.42
21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10.25
22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	13.40
23	0	0	2	0	0	0	2	0	0	15.33
24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	14.74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิตติพงศ์ สุนทราเดชอังกูร เป็นบุตรของ นายเดชา และนางกาญจนา สุนทราเดชอังกูร เกิดเมื่อวันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนพระยาประเสริฐสุนทราศรัย (กระจ่าง สิงหเสนี) ระดับชั้นมัธยมศึกษาต้นและปลายจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และสำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549 จากนั้นจึงได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2550 ปัจจุบันปฏิบัติงานอยู่ที่บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทยจำกัด ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ

ขณะศึกษาอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บทความของผู้เขียนวิทยานิพนธ์ได้ถูกตีพิมพ์ในเอกสารรวมการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 16 ดังนี้

กิตติพงศ์ สุนทราเดชอังกูร, จิตติชัย รุจนกนกนาฏ. 2554. <u>การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิ่มตัวบริเวณจุดกลับรถ</u>. เอกสารรวมการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่16. ชลบุรี.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย