

การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน



นายสรศักดิ์ ภิญญาภาพ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

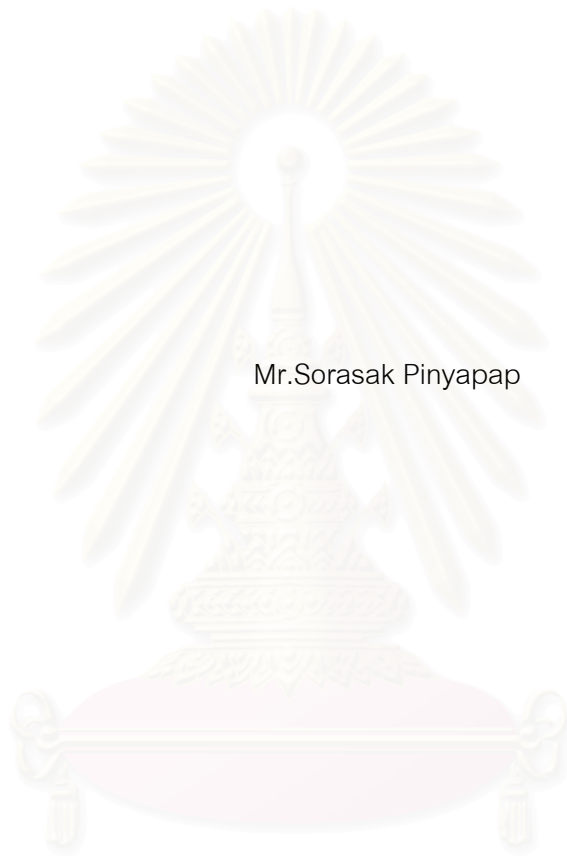
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974 -347-251-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PLATOON DISPERSION ALONG A ROAD LINK



Mr.Sorasak Pinyapap

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-347-251-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน
โดย	นาย สรศักดิ์ ภิญญาภาพ
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อนุศักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

สภามหาวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาย สรศักดิ์ ภิญญาภาพ : การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน. (PLATOON DISPERSION ALONG A ROAD LINK) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ : 171 หน้า. ISBN 974-347-251-7.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความผันแปรของค่าการกระจายตัวต่อดัชนีบ่งชี้สภาพการจราจร (Performance Index) การดำเนินการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนได้ทำการวิเคราะห์ออกเป็นสองส่วน คือ การกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยรวบรวมข้อมูลการจราจรบนถนนแจ้งวัฒนะ และถนนราชมรรคาสาทรนครินทร์ซึ่งเป็นถนนสายหลักในเมืองจากตำแหน่งเส้นหยุดถึงช่วงระยะทาง 1,400 เมตร

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของ Robertson และรูปแบบการกระจายตัว Transformed Normal เป็นวิธีการที่ให้ผลคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจร และ เวลาที่ใช้ในการเดินทางได้ถูกต้องมากที่สุด ตามลำดับ ค่าการกระจายตัว (K) เฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนราชมรรคาสาทรนครินทร์มีค่าเท่ากับ 0.242 และ 0.167 การศึกษาพบว่าค่าการกระจายตัวมีผลจากปัจจัยการจราจรซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรของรอบเวลาสัญญาณไฟ ปริมาณการจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนน นอกจากนี้ยังพบว่าความผันแปรของค่าการกระจายตัวมีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นกับดัชนีบ่งชี้สภาพการจราจรด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ...วิศวกรรมโยธา.....	ลายมือชื่อนิติ.....
สาขาวิชา ...วิศวกรรมโยธา.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา ...2543.....	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4070454921 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: PLATOON DISPERSION , ROAD LINK

SORASAK PINYAPAP : PLATOON DISPERSION ALONG A ROAD LINK. THESIS
ADVISOR : ASSIST. PROF. SORAWIT NARUPITI, Ph.D., 171 pp. ISBN 974-347-
251-7.

This thesis studied the characteristics of the dispersion of traffic along the road link, factors affecting the dispersion, and the impact of the diffusion on the performance of traffic. The examination on the dispersion of vehicle platoon was carried out by two means: The distribution of traffic flow and the distribution of travel time. The data were collected on two urban arterials in Bangkok, from the stop line to the 1400-m distance away.

The results of the analyses indicated that the Robertson model and the transformed normal distribution well fitted the dispersion of traffic volume and travel time, respectively. The average platoon dispersion factor, K , on two roads were 0.242 and 0.167. The study showed that the dispersion of platoon was correlated with the cycle time, traffic volume, number of motorcycles, percentage of lane changes and road activities. In addition, The dispersion affected the performance of the traffic signal operations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department.....Civil Engineering.....	Student's signature.....
Field of study....Civil Engineering.....	Advisor's signature.....
Academic year....2000.....	Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยนี้ นอกจากนี้ท่านอาจารย์ยังได้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เขียนในด้านต่างๆ ที่มีส่วนช่วยทำให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ อนุภักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ที่ให้คำแนะนำในการวิจัยนี้ รวมทั้งช่วยตรวจสอบวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ผู้เขียนขอขอบพระคุณต่อบริษัทโตโยต้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญในการผลิตบัณฑิตทางด้านวิศวกรรมขนส่ง และการจราจร โดยได้มอบทุนการศึกษาให้แก่ผู้เขียนเป็นเวลา 1 ปี 5 เดือน และทุนอุดหนุนช่วยเหลือการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย ซึ่งทุนการศึกษาเหล่านี้นับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้ศึกษา และดำเนินงานวิจัย

ผู้เขียนขอสำนึกในพระคุณอันใหญ่หลวงต่อสถาบันการศึกษาคุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตลอดจนบิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์กับผู้เขียน อีกทั้งยังขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ และรุ่นน้องสาขาวิศวกรรมขนส่ง และการจราจร รวมไปถึงบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือซึ่งมิได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนให้กับผู้เขียนเรื่อยมาจนบรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความมานะ พยายาม อุตสาหะต่ออุปสรรคมากมาย ดังนั้นคุณค่าความดีของวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบแก่บุคคลที่มองเห็นคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีส่วนช่วยเหลือเกี่ยวกับความเข้าใจในพฤติกรรมเคลื่อนตัวของ การจราจรบนทางแยกได้ในระดับหนึ่ง

สรศักดิ์ ภิญญาภาพ

มีนาคม 2544

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขต และแนวทางการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทบทวนผลงานที่ผ่านมา.....	5
2.1 ทฤษฎีการกระจายตัวของกลุ่มรถ.....	5
2.2 การศึกษา และประยุกต์ใช้ทฤษฎีการกระจายตัวของกลุ่มรถในภาคสนาม.....	14
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ.....	28
บทที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	35
3.1 ทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	35
3.2 พื้นที่ทำการศึกษา.....	38
3.3 การสำรวจหาพื้นที่ทำการศึกษา.....	40
3.4 การคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาสำหรับใช้ในการวิเคราะห์.....	42
3.5 การเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	43
3.6 การถอดข้อมูลภาคสนามที่สำรวจได้.....	46
3.7 สรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม.....	48
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.....	51
4.2 การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถ.....	62
4.3 การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ.....	69
4.4 การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ.....	83

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม TRANSYT-7F	88
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	95
5.1 สรุปผลการศึกษา	95
5.2 ข้อเสนอแนะ	100
รายการอ้างอิง.....	101
ภาคผนวก.....	104
ภาคผนวก ก. รายละเอียดข้อมูลภาคสนาม.....	105
ภาคผนวก ข. รายละเอียดความสัมพันธ์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ	111
ภาคผนวก ค. รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจ	138
ภาคผนวก ง. รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม TRANSYT-7F	151
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	171

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1	ลักษณะทางกายภาพของถนนทั้ง 6 แห่งที่เมือง Lincoln มลรัฐ Nebraska..... 24
2.2	ผลการวิเคราะห์ค่า α และ β บนถนนทั้ง 6 แห่งที่เมือง Lincoln มลรัฐ Nebraska 25
2.3	ผลการวิเคราะห์ค่า α และ β ตามช่วงขนาดของกลุ่มรถบนถนน 25
2.4	สรุปผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา 26
2.5	ปัจจัยที่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) เฉลี่ยของถนน 29
2.6	ข้อมูลการสำรวจ และลักษณะทางกายภาพบนทางหลวงทั้ง 8 แห่งในเมือง Montreal.... 31
3.1	สรุปทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนามจากการศึกษาในอดีตที่ผ่านมา..... 38
3.2	ช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามจากบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา 44
3.3	รายละเอียดของกล้องวิดีโอทัศน และแบตเตอรี่ที่ใช้เก็บข้อมูลภาคสนาม 44
3.4	ตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง 45
3.5	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง 50
3.6	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง..... 50
3.7	ประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง..... 50
4.1	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ..... 53
4.2	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์..... 53
4.3	เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ 55
4.4	เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ 55
4.5	การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ..... 57
4.6	การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์..... 57
4.7	ลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ..... 59
4.8	ลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ 59
4.9	ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson ในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง 70
4.10	เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ 77
4.11	เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ 77
4.12	ค่าทดสอบทางสถิติของรูปแบบการกระจายตัวบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ 78
4.13	ค่าทดสอบทางสถิติของรูปแบบการกระจายตัวบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ 78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.14 ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ.....	84
4.15 ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์.....	85
4.16 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง	87
4.17 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง	87
4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson กับค่ากีดขวางการกระจายตัวในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง	88



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ของความเร็ว ปริมาณการจราจร และความหนาแน่น บนถนน Crescent.....	6
2.2 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular.....	13
2.3 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงระยะต่างๆ ของถนน.....	15
2.4 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนน Crescent ด้วยวิธีการ Lighthill and Whitham.....	17
2.5 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนน Birchfields ด้วยวิธีการ Pacey	18
2.6 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนน Crescent ด้วยวิธีการ Robertson	19
2.7 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งสี่แบบ บนถนน Krasiki	20
2.8 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจร บนถนน Krasicki	21
2.9 ลักษณะทางกายภาพ และตำแหน่งที่ใช้ในการศึกษาบนถนน Whitham.....	23
2.10 ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว(α) ที่ได้จากการศึกษาในอเมริกา และยุโรป.....	27
2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากีดขวางการกระจาย ความหนาแน่น และ ปริมาณการจราจร.....	30
2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) กับค่ากีดขวางการ กระจายตัวภายใน และภายนอก เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เท่ากับ 0.8	32
2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) กับค่ากีดขวางการ กระจายตัวภายใน และภายนอก เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เปลี่ยนไป	32
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ค่ากีดขวางการ กระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกในรูปสามมิติ	33
3.1 บริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี.....	42
3.2 บริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทร.....	43
4.1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ของรถที่แล่นผ่านบนช่วงถนน.....	52
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่อง ทางเดินรถ และกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถกับระยะทางบนช่วงถนน	60

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ.....	66
4.4 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย บนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์.....	67
4.5 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ.....	71
4.6 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์.....	73
4.7 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ.....	79
4.8 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง บนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์.....	81
4.9 การกำหนดโหนดที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม TRANSYT บน ถนนนราธิวาสราชนครินทร์.....	89
4.10 หมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวของจราจรบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (เมื่อยังไม่ปรับเปลี่ยนช่องทางเดินรถตามโปรแกรม TRANSYT-7F).....	90
4.11 หมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวของจราจรบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (เมื่อปรับเปลี่ยนช่องทางเดินรถตามโปรแกรม TRANSYT-7F).....	90
4.12 ลำดับของจังหวัดสัญญาณไฟจราจรที่บริเวณทางแยกจันทน์นนทบุรี.....	91
4.13 ลำดับของจังหวัดสัญญาณไฟจราจรที่บริเวณทางแยกกรีนธร.....	91
4.14 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าการกระจายตัวต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยบนลิงค์ 201 202 และ 209 ในบริเวณทางแยกกรีนธร.....	92
4.15 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าการกระจายตัวต่อค่าดัชนีอัตราประโยชน์ ที่เสียไป (D.I.) และค่าออฟเซตที่เกิดขึ้นช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนทบุรีถึง ทางแยกกรีนธร.....	93

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การควบคุมปริมาณการจราจรด้วยระบบสัญญาณไฟเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับคามนิยมมากของพื้นที่การจราจรในเขตเมือง เนื่องจากการจัดการควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟนี้สามารถตอบสนองต่อสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และใช้งบประมาณในการดำเนินการที่ต่ำกว่าวิธีการแบบอื่น ในการปฏิบัติงานวางแผน และออกแบบระบบสัญญาณไฟจำเป็นที่จะต้องทราบถึงลักษณะความผันแปรของปริมาณการจราจรที่เคลื่อนตัวบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก (Upstream intersection) จนถึงทางแยกถัดไป (Downstream intersection) เพื่อนำมาใช้กำหนดประสิทธิภาพในการควบคุมระบบสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าพื้นฐานความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยกย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการบริหารจัดการระบบควบคุมสัญญาณไฟ

จากการศึกษาลักษณะการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนน พบว่าพฤติกรรมของการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยก (Platoon dispersion) เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งในการบริหารจัดการระบบควบคุมสัญญาณไฟ เนื่องจากจะเป็นตัวกำหนดค่าของ offset ระหว่างทางแยก เพื่อให้กลุ่มรถสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกออกไปจากทางแยกโดยไม่ต้องหยุด (Progression) หรือมีค่าความล่าช้าที่เกิดขึ้นต่ำสุด (Minimum delay) (Hillier and Rothery, 1967) ซึ่งลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ของการจราจรหลายประการ เช่น ปริมาณการจราจร ลักษณะทางกายภาพของถนน ขนาดของกลุ่มรถ จำนวนรถจักรยานยนต์ รถยนต์บรรทุก และรถยนต์โดยสารประจำทาง (อนุภักดิ์ และสรวิศ, 1998)

ในปัจจุบันพฤติกรรมของการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยกจะมีความสลับซับซ้อน และผันแปรเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบของสภาพการจราจรบนช่วงถนนมากขึ้นจากเดิม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาทำการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถ ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัว และความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ในการกระจายตัว (Dispersion factor) กับค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง

(Travel-time factor) บนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปอธิบายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการกระจายตัวที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดระบบสัญญาณไฟที่ทางแยกของกรุงเทพมหานครต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทำการศึกษา ทบทวนทฤษฎี แนวความคิด และการศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยก
2. เพื่อพิจารณาถึงแนวทาง และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก
3. เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถที่เปลี่ยนแปลงไปบนช่วงถนน
4. เพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ในการกระจายตัว (Dispersion factor) กับค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel-time factor) ของแบบจำลอง Robertson บนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก
5. เพื่อศึกษาหาผลกระทบของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถต่อการจัดตั้งสัญญาณไฟจราจร

1.3 ขอบเขต และแนวทางการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงลักษณะพฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยก ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความผันแปรของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถที่เปลี่ยนแปลงไป และผลกระทบของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถต่อการจัดตั้งสัญญาณไฟในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาสองแห่ง คือ บริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี และบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถตลอดบนช่วงระยะทางของถนนในบริเวณตำแหน่งของจุดสังเกตที่กำหนดจากทางแยกที่ระยะ 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตร ตามลำดับ

แนวทางการศึกษาที่ใช้วิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน สามารถจัดแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาทฤษฎี และผลงานวิจัยในอดีต

ทำการศึกษา ค้นคว้า และทบทวนผลงานที่ผ่านมาในอดีตที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยก เพื่อให้ทราบถึงวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการคาดการณ์พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถ และปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความผันแปรของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถที่เปลี่ยนแปลงไป

2. การสำรวจ และการคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษา

ทำการสำรวจ และคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาลำหรับใช้ในการวิเคราะห์การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน ซึ่งจะต้องพิจารณาหาบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาที่มีลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกที่กำหนดในแง่ของปัจจัยทางด้านเรขาคณิต ปัจจัยทางด้านการจราจร และปัจจัยทางด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา เช่น ทิศทางการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน ตำแหน่งของจุดสังเกตที่กำหนด ตำแหน่งของจุดกลับรถ และเลี้ยวเข้า – ออกจากถนน เป็นต้น และข้อมูลสภาพการจราจรของพื้นที่ทำการศึกษา ข้อมูลเหล่านี้จะได้รับการดำเนินการสำรวจภาคสนาม และเก็บบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอที่ติดตั้งบนช่วงถนนระหว่างทางแยกอย่างละเอียด

4. การถอดข้อมูลภาคสนามที่สำรวจได้

ทำการถอดข้อมูลภาคสนามจากเทปวิดีโอ เพื่อจัดบันทึกข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน เช่น ประเภทของยานพาหนะ การเปลี่ยนช่องทางการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคัน รอบเวลาของสัญญาณไฟ และปริมาณการจราจรแต่ละทิศทางในบริเวณทางแยกทุกๆ 15 นาที งานในขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยเวลา และใช้แรงงานมาก อีกทั้งยังมีข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์การทำงาน ดังนั้นในการคัดเลือกและเก็บข้อมูลภาคสนามของพื้นที่ทำการศึกษาจะต้องคำนึงถึงกระบวนการถอดข้อมูลนี้ด้วย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล จะจัดทำการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้

5.1 ทำการเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง กับข้อมูลที่เกิดขึ้นได้จากภาคสนามช่วงระยะทางระหว่างทางแยก

5.2 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถที่เปลี่ยนแปลงไปบนช่วงถนน

5.3 ทำการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ในการกระจายตัว (Dispersion factor) กับค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel-time factor) แบบจำลอง Robertson บนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก

5.4 หาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว กับค่าการกีดขวางการกระจายตัว (Friction) บนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก

5.5 ศึกษาหาผลกระทบของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถที่เปลี่ยนแปลงไปบนช่วงถนนต่อการจัดตั้งสัญญาณไฟจราจร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ทราบถึงทฤษฎี แนวความคิด และวิธีการที่ใช้คาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก

2. เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปบนช่วงถนน

3. เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ในการกระจายตัว (Dispersion factor) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel-time factor) ในแบบจำลอง Robertson บนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก

4. เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถต่อการจัดตั้งสัญญาณไฟ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการพิจารณาปรับปรุงสัญญาณไฟให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 2 ทบทวนผลงานที่ผ่านมา

2.1 ทฤษฎีการกระจายตัวของกลุ่มรถ

จากการศึกษาทบทวนผลงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของกลุ่มรถที่ออกจากทางแยก สามารถจัดแบ่งวิธีการศึกษาออกได้เป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

2.1.1 การกระจายตัวของปริมาณการจราจร

2.1.1.1 Lighthill and Whitham(1955 cited in Seddon, 1971) ทำการศึกษาวิจัยการเคลื่อนตัวของการจราจรบนถนนโดยเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำในแม่น้ำ การวิเคราะห์จะพิจารณาอยู่ในรูปของคลื่นที่มีระบบการเคลื่อนตัวหนึ่งมิติ (One – dimensional flow system) รูปแบบความสัมพันธ์ของคลื่นที่พิจารณาจะประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการเคลื่อนตัว (q) คือ ปริมาณรถที่แล่นผ่านจุดสังเกตที่กำหนดต่อหน่วยของเวลา
2. ความหนาแน่น (k) คือ ปริมาณรถที่มีอยู่ต่อหน่วยความยาวของถนน
3. ระยะทาง (x) ตามช่วงถนน

ประเภทของคลื่นสามารถแบ่งออกได้เป็นคลื่นคิเนมาติกส์ (Kinematic wave) และคลื่นพลวัต (Dynamic wave) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกฎการเคลื่อนที่ข้อสองของนิวตัน ความเค้น (Stress) ความเครียด (Strain) และการเคลื่อนตัว (Displacement) ในการศึกษาครั้งนี้ Lighthill and Whitham ได้พิจารณารูปแบบของคลื่นเป็นคลื่นคิเนมาติกส์ที่มีปริมาณการเคลื่อนตัวของคลื่น (q) ไปตามความเร็วคลื่น (c) ดังนั้นจึงส่งผลให้คลื่นที่มีความเร็วมากกว่าเคลื่อนตัวแซงคลื่นที่มีความเร็วช้ากว่าทำให้เกิดเป็นคลื่นกระแทก (Shock wave)

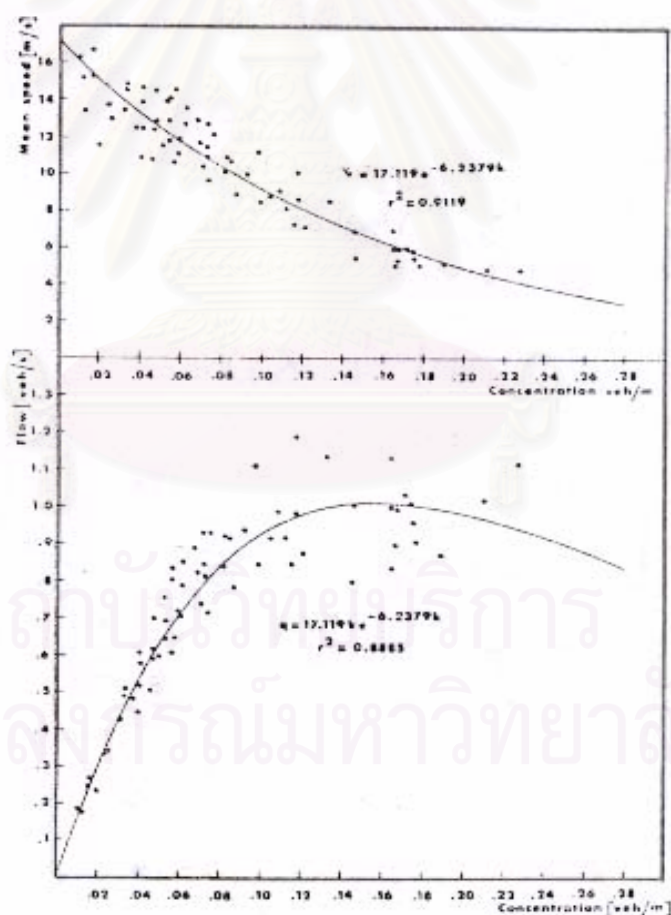
กฎการเคลื่อนที่ของคลื่นกระแทกคิเนมาติกส์ (Kinematic shock wave) จะพิจารณาให้รถเป็นไปตามกฎคลื่นต่อเนื่อง (Continuous waves) กล่าวคือ ให้ปริมาณการจราจร และความหนาแน่นมีค่า เป็น q_1 และ k_1 ตามลำดับที่จุดสังเกตที่หนึ่งก่อนการเกิดคลื่น

กระแทก และให้ q_2 และ k_2 เป็นปริมาณการจราจร และความหนาแน่นหลังจากการเกิดคลื่นกระแทก รวมทั้งให้ U เป็นความเร็วของคลื่นกระแทกซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$q_1 - Uk_1 = q_2 - Uk_2 \quad (2.1)$$

ดังนั้น
$$U = (q_2 - q_1)/(k_2 - k_1) \quad (2.2)$$

สมการที่ (2.2) U เป็นความชันของจุดทั้งสองบนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรกับความหนาแน่น ($q-k$ Curve) ที่แสดงลักษณะก่อน และหลังการเกิดคลื่นกระแทกในระยะ x ดังนั้นรูปแบบการเคลื่อนตัวของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของปริมาณการจราจร และความหนาแน่น



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของความเร็ว ปริมาณการจราจร และความหนาแน่นบนถนน Crescent
ที่มา : Seddon (1971)

จากการเก็บบันทึกข้อมูลความเร็ว ปริมาณการจราจรและความหนาแน่นบนถนน Crescent ในเมือง Manchester ประเทศอังกฤษ ของ Seddon(1971,1972a,1972b) จะพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความหนาแน่นดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยสามารถอธิบายในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์การถดถอยเชิงเส้นแบบลอกลกกาติทึม (Log - linear regression) ได้ดังนี้

$$\log v = a + bk \quad (2.3)$$

$$v = e^{(a+bk)} = a * e^{(bk)} \quad (2.4)$$

ดังนั้น

$$q = ak * e^{(bk)} \quad (2.5)$$

$$q = k * e^{(a+bk)} \quad (2.6)$$

โดยที่ a , b คือ ค่าคงที่

$$\frac{dq}{dk} = kb * e^{(a+bk)} + e^{(a+bk)} \quad (2.7)$$

แต่เนื่องจาก

$$e^{(a+bk)} = \frac{q}{k}$$

ดังนั้น ความเร็วของคลื่นสามารถแสดงในเทอมของปริมาณการจราจร และความหนาแน่นได้ คือ

$$\frac{dq}{dk} = bq + \frac{q}{k} \quad (2.8)$$

2.1.1.2 Pacey(1956 cited in Seddon, 1972a) ได้ทำการสังเกตการณ์เคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรบนเส้นทางทั้ง 2 แห่ง ในเมือง London ประเทศอังกฤษ คือ บริเวณถนน Great West และถนน North Circular Pacey ได้ใช้รูปแบบของปริมาณการจราจร (Flow pattern) ในจุดสังเกตแรก เพื่อนำไปใช้ในการคาดการณ์หารูปแบบของปริมาณการจราจรในจุดสังเกตที่สอง การคาดการณ์หารูปแบบปริมาณการจราจรนี้จะใช้ความสัมพันธ์ของทฤษฎีการแพร่กระจาย (The Diffusion Theory) ซึ่งมีสมมุติฐานว่า รถแต่ละคันจะไม่มีการเล่นแข่งระหว่างกัน และพยายามที่จะรักษาระดับความเร็วของตัวเองให้คงที่ โดยที่รถในแต่ละคันไม่จำเป็นต้องมี

ความเร็วที่เท่ากัน ดังนั้นการเปลี่ยนรูปร่างของกลุ่มรถที่ออกจากทางแยกสัญญาณไฟจะเกิดจากความแตกต่างของความเร็วของรถภายในกลุ่ม ขณะที่เวลาผ่านไประยะห่างระหว่างรถแต่ละคันก็จะเปลี่ยนไปด้วยจึงทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถไปยังตำแหน่งต่างๆ ของถนน

กำหนดให้รูปแบบการกระจายตัวของความเร็วของรถ ($f(v)dv$) เป็นโค้งแบบปกติที่สามารถนำไปใช้หารูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้เดินทาง ($g(T)dT$) ระหว่างจุดสังเกตสองจุดได้ ถ้าให้ปริมาณการจราจรที่ผ่านจุดสังเกตจุดแรกในช่วงเวลา t ถึง $t+dt$ คือ $q_1(t)dt$ ดังนั้นจำนวนรถที่ผ่านจุดสังเกตแรกเท่ากับ $q_1(t) g(T)dt dT$ และจะมีปริมาณการจราจรที่แล่นผ่านจุดสังเกตจุดที่สองในช่วงเวลา T ถึง $T+dT$ ดังสมการที่ (2.9)

$$q_2(T)dT = \int q_1(t)g(T-t)dt dT \quad (2.9)$$

ปริมาณการจราจรที่แสดงในสมการที่ (2.9) มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่อง (Continuous curve) สามารถแสดงในรูปสมการกราฟแท่ง (Histogram) ได้ดังนี้

$$q_2(j) = \sum_{i=1}^j q_1(i)g(j-i) \quad (2.10)$$

โดยที่ i และ j คือ ค่าของช่วงเวลาจุดสังเกตจุดแรก และจุดที่สองตามลำดับ สมการที่ (2.10) จะแสดงปริมาณการจราจรในช่วงเวลา j ของจุดสังเกตจุดที่สอง ซึ่งจะเท่ากับผลรวมของปริมาณการจราจรในช่วงเวลา i ของจุดสังเกตที่หนึ่งคูณด้วยความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของช่วงเวลา $(j-i)$

2.1.1.3 Robertson(1969 cited in Thy-Ming, 1981) ได้ทำการศึกษาข้อมูลของ Hillier and Rothey(1967) ที่แสดงการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรจากทางแยกไปตามระยะทางต่างๆ บนพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในเมือง London ประเทศอังกฤษ ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันไปตามลักษณะช่องทางการเดินทาง ลักษณะการจราจร และความเป็นอิสระในการแล่นแข่งกันของรถ ในการสังเกตการณ์จะต้องทำการจดบันทึกเวลาของรถทุกคันที่แล่นผ่านเส้นหยุด และที่ระยะทาง 91 183 305 เมตรจากทางแยก เพื่อนำไปหารูปแบบความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรในทุกๆ ช่วงเวลา 2 วินาที

จากการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ของปริมาณการจราจรที่สังเกตได้ตามระยะทางต่างๆ ของ Robertson นำไปสู่การพัฒนาเป็นแบบจำลองการคาดการณ์พฤติกรรม การกระจายตัวของกลุ่มรถ โดยอาศัยทฤษฎีความสัมพันธ์การเกิดใหม่ (Recurrence Relationship Theory) ดังแสดงในสมการที่ (2.11)

$$q_2(i+t) = F * q_1(i) + (1-F) * q_2(i+t-1) \quad (2.11)$$

โดยที่ $q_1(i)$ = ปริมาณจราจรที่ช่วงเวลา i ขณะที่กลุ่มรถเคลื่อนตัวผ่านเส้นหยุด
 $q_2(i+t)$ = ปริมาณจราจรที่ช่วงเวลา $(i+t)$ ขณะที่กลุ่มรถเคลื่อนตัวผ่านจุดสังเกต
 F = ค่าปรับแก้สมการ (Smoothing factor)
 $= \frac{1}{(1+\alpha(t))} = \frac{1}{(1+\alpha(\beta T))} = \frac{1}{(1+K \cdot T)}$
 α = ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (Dispersion factor)
 β = ค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel - time factor)
 T = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย

ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าปรับแก้สมการ (F) ซึ่งประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) Robertson ได้แนะนำให้ค่า $\alpha = 0.5$ และ $\beta = 0.8$ ดังนั้น $K = \alpha * \beta = 0.4$ โดยที่ค่า $\alpha = 0.5$ ได้มาจากการคาดการณ์ความสัมพันธ์ของปริมาณการจราจร กับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่งใน London นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงค่า α และ β ว่าควรจะเปลี่ยนไปตามลักษณะของสถานที่ทำการศึกษา (Site Factor) ด้วย เช่น ความกว้างของถนน ความลาดชันของถนน การจอดรถ ปริมาณการเคลื่อนตัว และองค์ประกอบอื่นๆ ของการจราจร ซึ่งสามารถพิจารณาได้ง่ายกว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถ

2.1.1.4 Tracz(1975) ได้ทำการศึกษากการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรบนถนน Krasicki ในเมือง Cracow ประเทศโปแลนด์ จากการสังเกตการณ์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา พบว่า ช่วงตอนทั้งสองแห่งบนถนนที่พิจารณามีจำนวนช่องทางจราจร 2 ช่องทางต่อทิศทาง แต่ละทิศทางมีขนาดความกว้าง 8 เมตร และจำกัดการใช้ความเร็วที่ 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (Peak hour) จะมีเปอร์เซ็นต์ของรถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางเท่ากับ 19 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกได้จากเทคนิคการถ่ายภาพของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่งบนความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular ทำให้พบรูปแบบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของกลุ่มรถที่ช่วงเวลาต่างๆ ได้ดังสมการที่ (2.12) นี้

$$q_2(i+t_1) = F_d * \sum_{i=t_2+t_1}^i q_0(i) \quad (2.12)$$

โดยที่

$$q_2(i+t_1) = \text{ปริมาณจราจรของกลุ่มรถที่สังเกตในช่วงเวลา } (i+t_1)$$

$$q_0(i) = \text{ปริมาณการจราจรของกลุ่มรถที่สังเกตในช่วงเวลา } i$$

$$t_1 = 0.5 (2 - a_d) * \bar{t}_j \quad ; \quad t_1 = 1, 2, 3, \dots$$

$$t_2 = 0.5 (2 + a_d) * \bar{t}_j \quad ; \quad t_2 = 1, 2, 3, \dots$$

$$F_d = \text{ค่าปรับแก้การกระจายตัว (Dispersion Factor)} = \frac{1}{(1 + a_d \bar{t}_j)}$$

$$\bar{t}_j = \text{เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย}$$

$$a_d = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ที่ให้การเข้ารูปที่ดีที่สุด}$$

ในการศึกษาหาความสัมพันธ์การกระจายตัวของกลุ่มรถ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ a_d ที่ให้การคาดการณ์การกระจายตัวของกลุ่มรถ ที่ถูกต้องมากที่สุดบนช่วงตอนทั้งสองแห่งของถนน Krasicki มีค่าเท่ากับ 0.64 และ 0.57 ตามลำดับ

2.1.2 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

จากการศึกษาวิจัยในอดีตพบว่า รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถสามารถจัดแบ่งได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

1. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal
2. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Normal
3. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric
4. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular

2.1.2.1 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal

แบบจำลองของ Pacey ดังรายละเอียดที่แสดงในหัวข้อ 2.1.1.2 ได้มาจากสมมุติฐานที่ว่ารถแต่ละคันจะเคลื่อนที่ไปตามถนนด้วยความเร็วคงที่ ดังนั้นความเร็วของรถจึงมีลักษณะการกระจายตัวเป็นแบบ Normal ดังในสมการที่ (2.13)

$$f(v)dv = \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} * \exp \left[\frac{-\left(v - \bar{v}\right)^2}{2\sigma_v^2} \right] dv \quad (2.13)$$

จากรูปแบบการกระจายตัวของความเร็วแบบ Normal ของรถแต่ละคัน จะสามารถนำไปหารูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal ในระหว่างระยะทาง x ของจุดสังเกตทั้งสองที่ช่วงเวลา T ถึง $T+dT$ ได้ดังสมการที่ (2.14)

$$\begin{aligned} g(T)dT &= f(v)dv \\ &= f\left(\frac{x}{T}\right) * \left(\frac{x}{T^2}\right)dT \\ &= \frac{x}{T^2 \sigma_v \sqrt{2\pi}} * \exp \left[\frac{-\left(\left(x/T\right) - \bar{v}\right)^2}{2\sigma_v^2} \right] \end{aligned} \quad (2.14)$$

- โดยที่
- x = ระยะทางที่รถเคลื่อนตัวระหว่างจุดสังเกตทั้งสอง (เมตร)
 - T = เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคัน (วินาที)
 - v = ความเร็วของรถแต่ละคัน (เมตร / วินาที)
 - \bar{v} = ความเร็วเฉลี่ยของรถทั้งหมด (เมตร / วินาที)
 - σ_v = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วรถแต่ละคัน (เมตร / วินาที)

2.1.2.2 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Normal

รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Normal จะมีลักษณะดังในสมการที่ (2.15)

$$f(t_j) = \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} * \exp \left[\frac{-\left(t_j - \bar{t}_j\right)^2}{2\sigma_t^2} \right] \quad (2.15)$$

- โดยที่ t_j = เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคัน (วินาที)

$$\begin{aligned} \bar{t}_j &= \text{เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถทั้งหมด (วินาที)} \\ \sigma_t &= \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)} \end{aligned}$$

2.1.2.3 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric

Seddon (1972b,1973c) ได้ทำการศึกษาพิจารณาการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของแบบจำลองของ Robertson เปรียบเทียบกับแบบจำลองของ Pacey เพื่อหาความสัมพันธ์ของรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของแบบจำลองของ Robertson ที่ได้แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากสมการที่ (2.11) ของแบบจำลอง Robertson

$$q_2(i+t) = F \cdot q_1(i) + (1-F) \cdot q_2(i+t-1)$$

กำหนดให้ j เป็นช่วงเวลาที่จุดสังเกตจุดที่สอง ด้วยเหตุนี้

$$q_2(j) = F \cdot q_1(j-t) + (1-F) \cdot q_2(j-1)$$

แต่

$$q_2(j-1) = F \cdot q_1(j-t-1) + (1-F) \cdot q_2(j-2)$$

ดังนั้น

$$q_2(j) = F \cdot q_1(j-t) + F(1-F) \cdot q_1(j-t-1) + (1-F)^2 \cdot q_2(j-2)$$

แต่

$$q_2(j-2) = F \cdot q_1(j-t-2) + (1-F) \cdot q_2(j-3)$$

ดังนั้น $q_2(j) = F \cdot q_1(j-t) + F(1-F) \cdot q_1(j-t-1) + F(1-F)^2 \cdot q_1(j-t-2) + (1-F)^3 \cdot q_2(j-3)$

ทำจนกระทั่งได้

$$q_2(j) = F(1-F)^0 \cdot q_1(j-t) + F(1-F)^1 \cdot q_1(j-t-1) + F(1-F)^2 \cdot q_1(j-t-2) + \dots + F(1-F)^{j-t-1} \cdot q_1(1)$$

และความสัมพันธ์ของแบบจำลอง Robertson ที่ได้นี้ คือ

$$q_2(j) = \sum_{i=1}^{j-t} q_1(i) F (1-F)^{j-t-1} \quad (2.16)$$

เปรียบเทียบกับสมการที่ (2.10) ของแบบจำลอง Pacey

$$q_2(j) = \sum_{i=1}^j q_1(i)g(j-i)$$

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของแบบจำลองทั้งสอง จะพบว่า รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของแบบจำลอง Robertson จะมีลักษณะการกระจายตัวเป็นแบบ Geometric ดังแสดงในสมการที่ (2.17) ซึ่งแตกต่างกันกับแบบจำลองของ Pacey ที่มี การกระจายตัวเป็นแบบ Transformed Normal

$$P(j) = F * (1 - F)^{j-1} \quad (2.17)$$

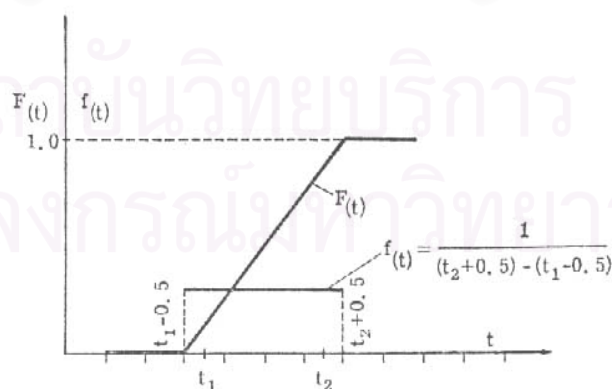
โดยที่ $P(j)$ = ความน่าจะเป็นของรถที่แล่นผ่านจุดสังเกตที่หนึ่งในช่วงเวลา i มายังจุดสังเกตที่สองในช่วงเวลา j

t = 0.8 เท่าของเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของยวดยาน

F = ค่าปรับแก้สมการ (Smoothing Factor)

2.1.2.4 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular

Tracz(1975) ได้ทำการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งมีความสัมพันธ์ของสมการดังนี้



รูปที่ 2.2 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular
ที่มา : Tracz (1975)

กรณีนี้ที่ $(t_1 - 0.5) \leq t_j \leq (t_2 + 0.5)$

$$f(t_i) = F_d = \frac{1}{(t_2 + 0.5) - (t_1 - 0.5)} \quad (2.18)$$

กรณีนี้ที่ $t_j < (t_1 - 0.5)$ และ $t_j > (t_2 + 0.5)$

$$f(t_j) = 0 \quad (2.19)$$

โดยที่

$$t_1 = 0.5(2 - a_d) * \bar{t}_j ; t_1 = 1, 2, 3, \dots$$

$$t_2 = 0.5(2 + a_d) * \bar{t}_j ; t_2 = 1, 2, 3, \dots$$

$$F_d = \text{ค่าปรับแก้การกระจายตัว (Dispersion Factor)} = \frac{1}{(1 + a_d \bar{t}_j)}$$

$$\bar{t}_j = \text{เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย}$$

$$a_d = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ที่ให้การเข้ารูปที่ดีที่สุด}$$

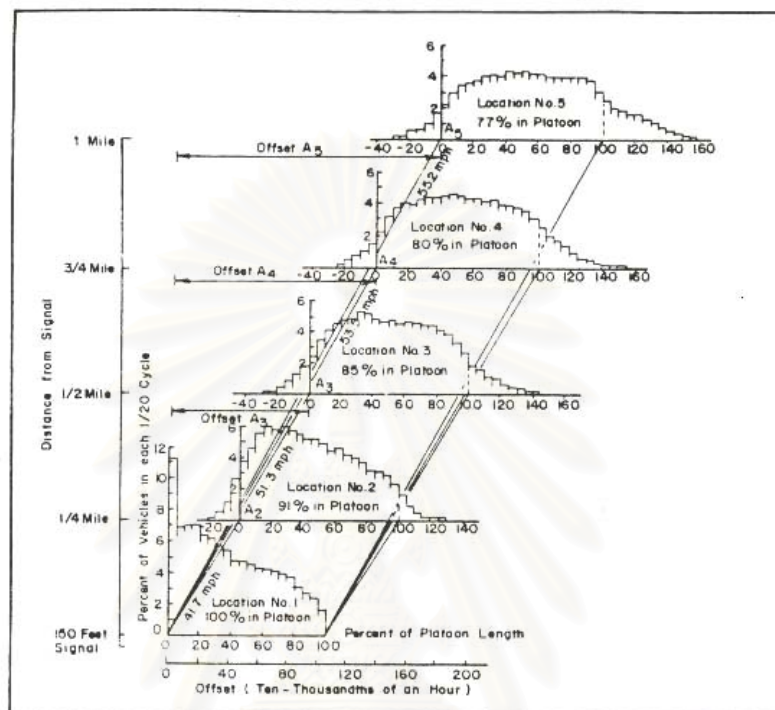
2.2 การศึกษา และประยุกต์ใช้ทฤษฎีการกระจายตัวของกลุ่มรถในภาคสนาม

นับจากอดีตที่ผ่านมา ผู้วิจัยหลายๆ ท่านได้ศึกษาถึงการนำทฤษฎีมาใช้อธิบายพฤติกรรม การกระจายตัวของกลุ่มรถกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงในภาคสนาม ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป

Lewis(1958) ได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติของรูปแบบปริมาณการจราจรที่เคลื่อนตัว ระหว่างทางแยกบนช่วงถนน Semi-expressway ที่เมือง Richmond ในมลรัฐ California ประเทศ สหรัฐอเมริกา พบว่า ระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสัญญาณไฟจราจรให้ประสานงานกันควรมีระยะตั้งแต่ 0.65 ไมล์ (3,432 ฟุต) ขึ้นไป

Graham and Chenu(1962) ได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของกลุ่มรถที่ระยะทาง 0.25 0.5 0.75 และ 1 ไมล์ ตามลำดับจากทางแยกบนทางหลวงหมายเลข 40 ที่เชื่อมต่อระหว่างเมือง San Francisco กับเมือง Sacramento ในมลรัฐ California ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นถนน 4 ช่องทางการจราจรที่ไม่มีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงความยาว 20 ไมล์ และมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยรายวันประมาณ 20,000 คันต่อวัน พบว่า แถบความกว้างการเคลื่อนตัวของรถโดยไม่ต้องหยุด (Progression bandwidth) บนแผนภูมิเวลา - ระยะทาง จะเป็นตัวกำหนดเปอร์เซ็นต์ของจำนวนรถที่เหลืออยู่ในช่วงระยะทางต่างๆ บนถนนเมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์จำนวนรถ

ทั้งหมดที่ออกจากสัญญาณไฟ และความลาดชันของกราฟจะกำหนดความเร็วเฉลี่ยของรถคันแรกในกลุ่มรถ ดังผลที่แสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อดีของวิธีการออกแบบประสานงานกันของสัญญาณไฟบนพื้นฐานจากแนวความคิดแผนภูมิเวลา - ระยะทาง



รูปที่ 2.3 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงระยะต่างๆ ของถนน
ที่มา : Graham and Chenu (1962)

Herman, Grace and Potts(1964 cited in Thy-Ming, 1981) ได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนน Mound ที่เมือง Warren ในมลรัฐ Michigan ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะของถนนจะมีจำนวนช่องทางการจราจร 4 ช่องทาง จำกัดการใช้ความเร็วบนถนนที่ 40 ไมล์ต่อชั่วโมง (64 กม./ชม.) และปราศจากการรบกวนใดๆ ในบริเวณช่วงถนนที่มีผลต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ ผลการศึกษาจากตัวอย่างของกลุ่มรถจำนวน 88 กลุ่ม (ปริมาณรถทั้งหมด 1,800 คัน) พบว่า แบบจำลองของ Pacey สามารถนำมาใช้อธิบายลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถในสภาพการจราจรที่มีความหนาแน่นปานกลาง (Medium traffic) ได้ดี

Hillier and Rothery(1967) ได้ดำเนินการศึกษาลักษณะสภาพการจราจรในภาคสนามที่ London ประเทศอังกฤษ จึงสรุปว่า รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถมีผลต่อการพิจารณาใช้ใน

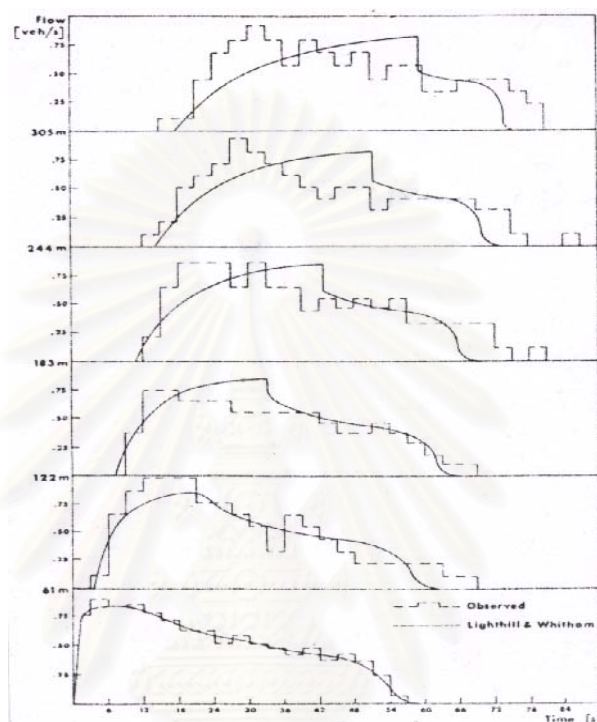
การออกแบบจัดตั้งสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยก (Synchronization) และการกำหนดค่า offset เพื่อให้เกิดค่าความล่าช้าที่ต่ำที่สุดบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยกตั้งแต่ 1,000 ฟุตขึ้นไปจะมีลักษณะฟังก์ชันแบบเชิงเส้น (Linear function) ของระยะทางจากทางแยกสัญญาณไฟ

Nemeth and Vecellio(1970 cited in Thy-Ming, 1981) ได้ทำการศึกษาระยะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนนสายหลักในเมือง Columbus มลรัฐ Ohio ประเทศสหรัฐอเมริกา จึงสรุปได้ว่าขนาดของกลุ่มรถมีผลต่อการกระจายตัว กล่าวคือ กลุ่มรถขนาดใหญ่จะมีลักษณะการกระจายตัวบนช่วงถนนที่น้อยกว่ากลุ่มรถขนาดเล็ก และได้ทำการยืนยันถึงความถูกต้องของแบบจำลองของ Pacey ที่ใช้คาดการณ์การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนจากทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

Seddon(1971,1972a,1972b) ได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกิดขึ้นที่กั้นบังทึบในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนบนถนน Crescent และถนน Birchfields ในเมือง Manchester ประเทศอังกฤษ ซึ่งลักษณะทางกายภาพของถนน Crescent มีจำนวนช่องทางการจราจร 3 ช่องทางต่อทิศทาง จำกัดการใช้ความเร็วที่ 30 ไมล์ต่อชั่วโมง สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของรถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางประมาณ 10 – 15 % และมีความเป็นอิสระในการเล่นแซงกันของรถ ส่วนถนน Birchfields เป็นถนนสองทิศทางจราจร (Two way road) ที่มีความกว้างเท่ากับ 35 ฟุต (10.7 เมตร) จำกัดการใช้ความเร็วที่ 30 ไมล์ต่อชั่วโมง สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของรถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางประมาณ 2 – 3 % แต่มีความเป็นอิสระในการเล่นแซงกันของรถที่น้อยมาก

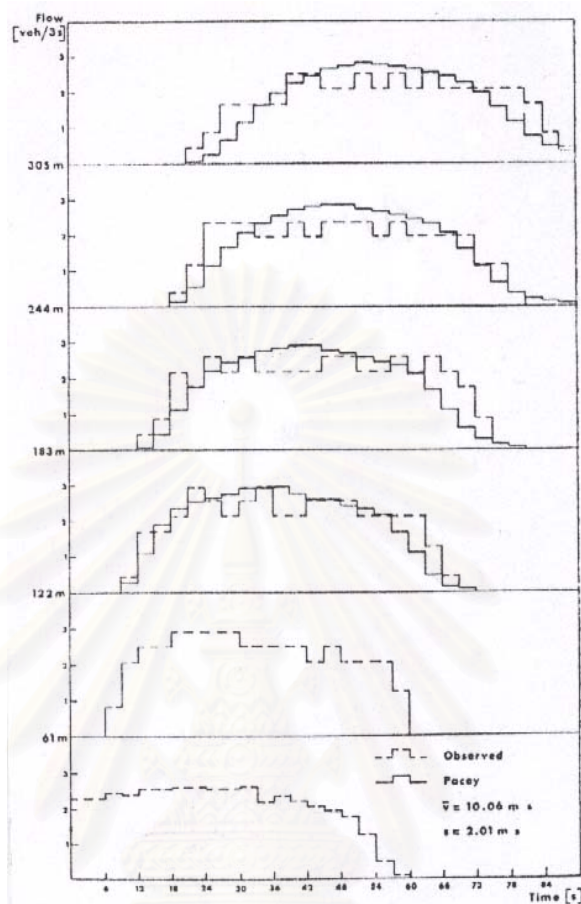
จากการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถตามทฤษฎีของวิธีการ Lighthill and Whitham(1955,1955a) วิธีการของ Pacey (1956) และวิธีการของ Robertson(1969) พบว่า แบบจำลองของ Lighthill and Whitham ที่ใช้คาดการณ์พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน Crescent จะให้ผลสอดคล้องกับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้จากภาคสนามในบริเวณตำแหน่งเส้นหยุดเท่านั้น ส่วนตำแหน่งอื่นๆ จะให้ผลที่คลาดเคลื่อนออกไปจากข้อมูลภาคสนาม เนื่องจากวิธีการนี้ไม่เหมาะสมต่อการคาดการณ์การกระจายตัวของกลุ่มรถหลังจากการเกิดลักษณะคลื่นกระแทก กล่าวคือ เกิดการเล่นแซงของรถระหว่างกันบนช่วงถนนที่ทำการศึกษา ในขณะที่แบบจำลองของ Pacey และแบบจำลองของ Robertson จะให้ผลการคาดการณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลภาคสนามบนช่วงระยะทางต่างๆ จากทางแยกมากกว่าแบบจำลองของ Lighthill and Whitham ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 2.4 , 2.5 และ 2.6 ตามลำดับ และใน

การพิจารณาลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถตามแบบจำลองของ Pacey สามารถอธิบายได้จากค่าคงที่การกระจายตัว (Diffusion constant ; $(r=\sigma/m)$) โดยที่ m เป็นค่าความเร็วเฉลี่ย และ σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็ว กล่าวคือ ค่า r ที่มีค่าสูงย่อมแสดงถึงการกระจายตัวของกลุ่มรถที่มากด้วย (Grace and Potts, 1964)



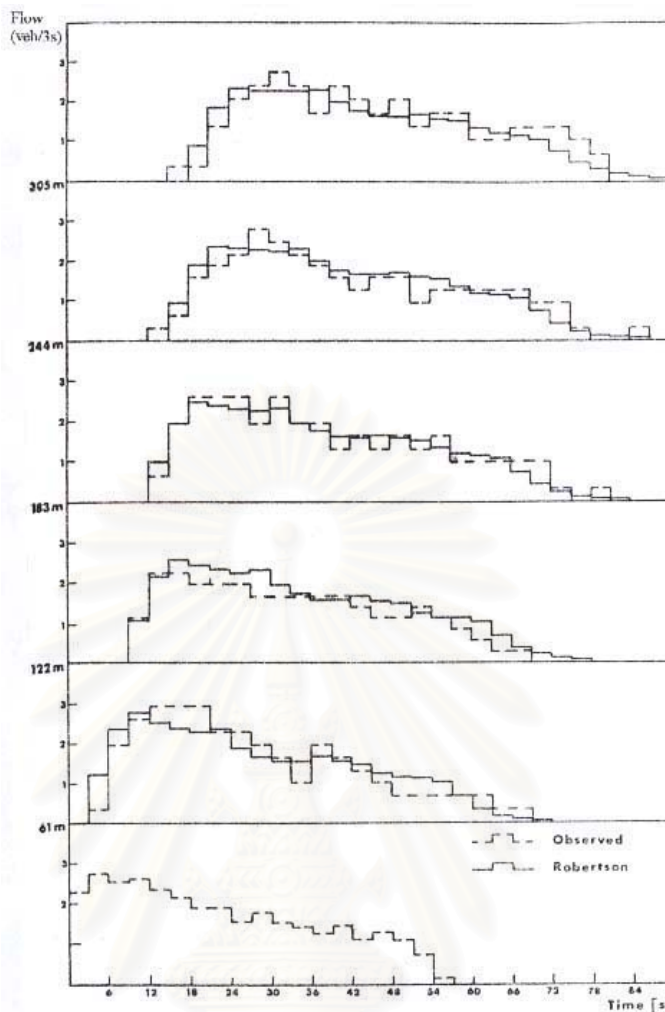
รูปที่ 2.4 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนน Crescent ด้วยวิธีการ Lighthill and Whitham ที่มา : Seddon (1971)

นอกจากนี้ Seddon(1971,1972a,1972b) ได้สรุปว่าวิธีการของ Pacey และวิธีการของ Robertson จะให้ผลการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถในสภาพการจราจรที่ไหลอย่างอิสระ (Free flow) ได้ถูกต้องใกล้เคียงมากกว่าในสภาพการจราจรที่ติดขัด (Congestion) และจากการประเมินประสิทธิภาพของความเร็วในการทำงานบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนจากวิธีการทั้งสองแล้ว พบว่า เวลาที่ใช้ในการประมวลผลการคำนวณด้วยวิธีการของ Pacey เท่ากับ 37 วินาที ซึ่งมีความรวดเร็วมากกว่าการประมวลผลด้วยวิธีการของ Robertson ถึง 24 วินาที แต่ในทางปฏิบัติวิธีการของ Robertson สามารถที่จะนำไปใช้งานได้ง่ายกว่าวิธีการของ Pacey เนื่องจากวิธีของ Robertson ต้องการข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยเท่านั้นสำหรับการวิเคราะห์ ในขณะที่วิธีการของ Pacey ต้องการทั้งข้อมูลความเร็วเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วในกลุ่มรถด้วย



รูปที่ 2.5 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนนBirchfields ด้วยวิธีการ Pacey
ที่มา : Seddon (1972a)

Rumsey and Hartley(1972) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจำลองสภาพการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยกกับรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้ง 4 แบบ คือ การกระจายตัวแบบ Normal , แบบ Transformed Normal , แบบ Geometric และแบบ Rectangular โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Mean delay) กับค่า Offset ที่เป็นตัวแปรสำคัญในการจัดตั้งสัญญาณไฟ พบว่าลักษณะกราฟที่ได้มีความใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่แตกต่างกัน จะส่งผลกระทบต่อการจัดระบบสัญญาณไฟจราจรให้ประสานงานกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular จะได้รับการแนะนำให้ใช้ปฏิบัติงานในระบบซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ เนื่องจากจะใช้เวลาในการประมวลผลการคำนวณที่รวดเร็วกว่าแบบอื่นๆ

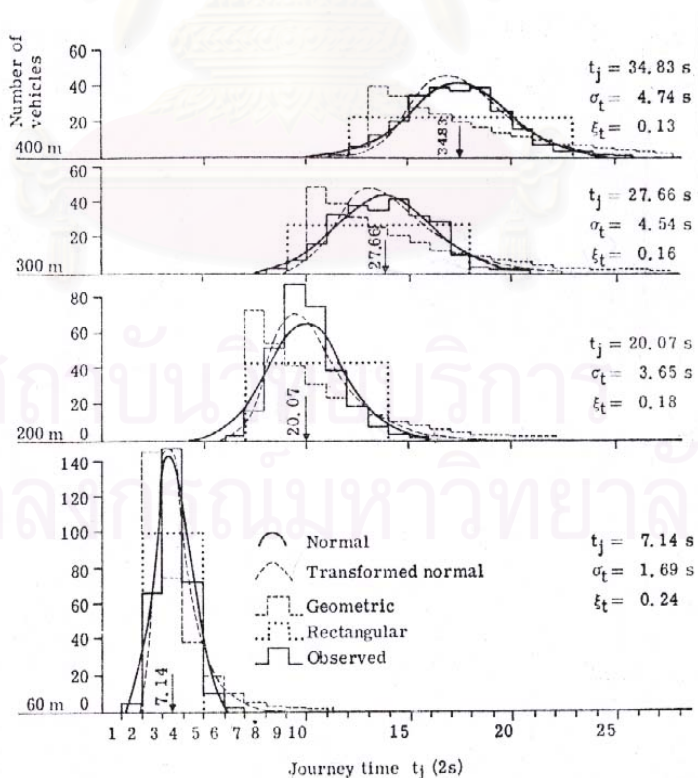


รูปที่ 2.6 รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนนCrescent ด้วยวิธีการ Robertson
ที่มา : Seddon (1972b)

Seddon and Dixon(1973) ได้ทำการวิเคราะห์ถึงเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนถนน Crescent และถนน Birchfields ในเมือง Manchester ประเทศอังกฤษ พบว่า ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนช่วงถนนจะแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Coefficients of Variation of Journey Time) เมื่อทำการพิจารณาเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนถนน Birchfields มีค่าที่ต่ำกว่าบนถนน Crescent เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์รถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางมีค่าต่ำกว่ามาก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะลักษณะทางด้านเรขาคณิตของถนน Birchfields ที่ไม่ได้มาตรฐานนั่นเอง

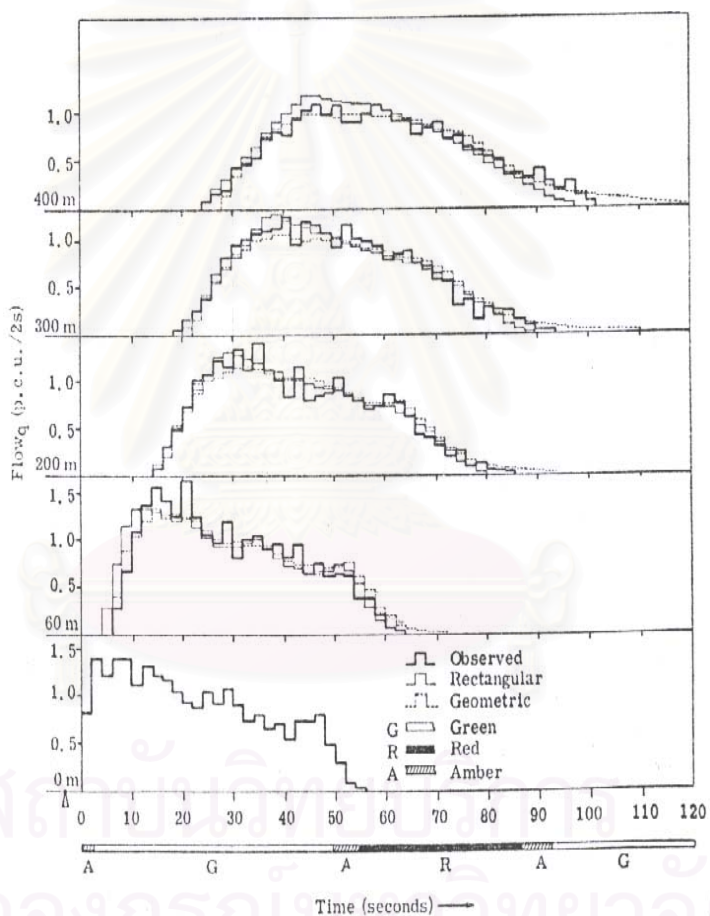
ภายหลังจากการเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับข้อมูลภาคสนาม จึงสรุปได้ว่า การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal และแบบ Geometric จะให้ผลการคาดการณ์ที่ไม่ถูกต้องมากนักกับข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่จัดบันทึกได้ ในขณะที่การคาดการณ์การกระจายตัวของปริมาณการจราจรด้วยแบบจำลองของ Pacey และแบบจำลองของ Robertson จะให้ผลที่ถูกต้องใกล้เคียงกับข้อมูลปริมาณการจราจรที่สังเกตได้

Tracz(1975) ได้ทำการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งสี่แบบ ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 2.1.2 บนช่วงถนน Krasicki ในเมือง Cracow ประเทศโปแลนด์ จากการเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งสี่แบบ กับข้อมูลที่จัดบันทึกได้จากภาคสนามที่ระยะทาง 60 200 300 และ 400 เมตรตามลำดับจากตำแหน่งเส้นหยุด พบว่า การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal จะให้ผลการคาดการณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่สังเกตได้มากกว่าการกระจายตัวแบบ Geometric และแบบ Rectangular ดังแสดงในรูปที่ 2.7 แต่อย่างไรก็ตามการกระจายตัวแบบ Rectangular ก็ยังมีความถูกต้องใกล้เคียงมากกว่าการกระจายตัวแบบ Geometric



รูปที่ 2.7 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งสี่แบบ บนถนน Krasicki ที่มา :Tracz (1975)

นอกจากนี้ Tracz ยังได้คาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรของแบบจำลอง Robertson ที่มีรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric และแบบจำลองของ Tracz ที่มีรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular กับข้อมูลที่ได้จากภาคสนาม ดังแสดงในรูปที่ 2.8 พบว่า แบบจำลองของ Tracz จะให้ผลการคาดการณ์ที่สอดคล้องได้ดีกว่าแบบจำลองของ Robertson เพียงเล็กน้อย และใช้เวลาในการประมวลผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่น้อยกว่าประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารูปแบบการกระจายของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่แตกต่างกันจะไม่มีผลต่อการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรของกลุ่มรถ



รูปที่ 2.8 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจร บนถนนKrasicki
ที่มา : Tracz (1975)

Lam(1977) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน Leslie ตั้งแต่ทางแยกที่ติดกับถนน Lawrence ไปจนถึงทางแยกที่ติดกับถนน Talwood ในเมือง Toronto ประเทศแคนาดา ลักษณะทางกายภาพของถนนจะมีจำนวนช่องทางเดินรถ 2 ช่องทางต่อทิศทาง ปริมาณการจราจรเข้า – ออกบนช่วงถนนระหว่างทางแยกมีจำนวนน้อย และการเคลื่อนตัวของ

กลุ่มรถออกจากทางแยกมีความเป็นอิสระจากการกีดขวาง (Friction) ของช่องทางสำหรับเลี้ยว
สรุปได้ว่า แบบจำลองของ Robertson มีความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือในการนำไปใช้
คาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถ แต่อย่างไรก็ตามความผิดพลาดที่เกิดจาก
แบบจำลองเพียงเล็กน้อยจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความถูกต้องในการออกแบบ และ
กำหนดค่า offset ของสัญญาณไฟจราจรได้

Tyh-Ming(1981) ได้ทำการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนนทั้งสี่แห่งใน
กรุงเทพมหานคร คือ ถนนพระราม 4 ถนนพระราม 1 ถนนพระราม 5 และถนนบนสะพานพระ
ปิ่นเกล้า สรุปได้ว่า การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal จะ
ให้ผลการคาดการณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลที่บันทึกได้จากภาคสนามมากกว่าการกระจายตัวแบบ
geometric อีกทั้งแบบจำลองของ Robertson และแบบจำลองของ Pacey มีความน่าเชื่อถือใน
การนำไปใช้คาดการณ์การกระจายตัวของปริมาณการจราจรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาปรากฏการณ์พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยกนับจาก
อดีตถึงปัจจุบัน แบบจำลองของ Robertson ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย และมีความ
น่าเชื่อถือในการใช้คาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถได้สอดคล้องกับสภาพที่เกิดขึ้น
จริง ส่งผลให้นำไปใช้เป็นพื้นฐานทางด้านเทคนิคของโปรแกรมการจัดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่
เหมาะสม เช่น RTOP (Real-Time Optimization Program) ,GLC-Combination Program และ
TRANSYT-7F (TRAffic Network StudY Tool, version7F) เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักวิจัย
หลายท่านได้สนใจศึกษาถึงค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ใน
การเดินทาง (β) ของแบบจำลอง Robertson ตามลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรบน
ถนนที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้

Seddon(1972b) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ของ
แบบจำลอง Robertson บนถนน Crescent และถนน Birchfields ในเมือง Manchester ประเทศ
อังกฤษ พบว่า ค่า α จะมีค่าเท่ากับ 0.395 และ 0.629 ตามลำดับ เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ใน
การเดินทาง (β) ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.80 ตามที่เสนอแนะจาก Robertson

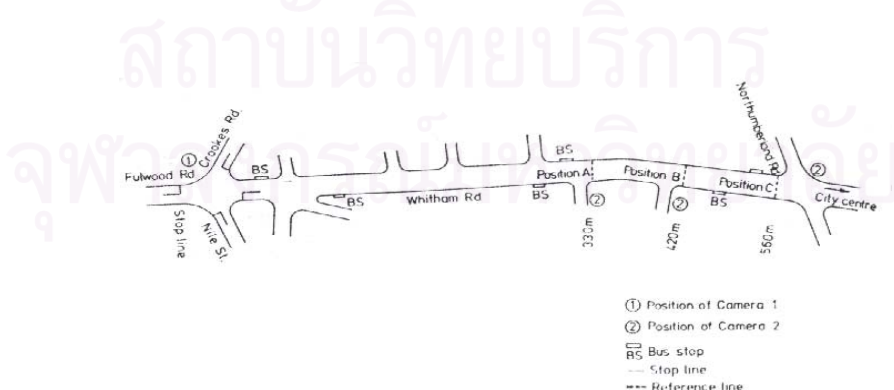
Collins and Gower(1974 cited in Reedy and Ashworth,1978) ได้ดำเนินการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนนในพื้นที่ชานเมืองแถบ London ประเทศอังกฤษ ซึ่งมี

จำนวนช่องทางเดินรถ 3 ช่องทางต่อทิศทาง พบว่า เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เท่ากับ 0.80 ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) จะมีค่าเท่ากับ 0.20

Tracz(1975) พบว่าค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) บนช่วงตอนทั้งสองแห่งของถนน Krasicki ในเมือง Cracow ประเทศโปแลนด์ มีค่าเท่ากับ 0.375 และ 0.275 ตามลำดับ เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เท่ากับ 0.80

Lam(1977) ได้ดำเนินการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ในระหว่างช่วงเวลาที่แตกต่างกันบนช่วงถนน Leslie ที่เมือง Toronto ประเทศแคนาดา พบว่า ในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า (A.M. Peak) มีค่า α เท่ากับ 0.25 และค่า β เท่ากับ 0.77 , ช่วงเวลาปกติ (Off-Peak) มีค่า α เท่ากับ 0.18 และค่า β เท่ากับ 0.72 , ช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็น (P.M. Peak) มีค่า α เท่ากับ 0.35 และค่า β เท่ากับ 0.72 แต่อย่างไรก็ตาม ค่า α และ β โดยเฉลี่ยของถนนจะมีค่าเท่ากับ 0.24 และ 0.80 ตามลำดับ

Reedy and Ashworth(1978) ได้ทำการศึกษากการกระจายตัวของกลุ่มรถในทิศทางจากถนน Fulwood ไปสู่ถนน Whitham ที่เมือง Sheffield ประเทศอังกฤษ ลักษณะทางกายภาพของถนน Whitham เป็นถนนทิศทางเดียว ซึ่งมีความกว้าง 10 เมตร ความลาดชันของถนนเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ จำกัดการใช้ความเร็วบนถนน 30 ไมล์ต่อชั่วโมงในช่วงเวลาปกติ แต่จะได้รับการยกเว้นในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า กับตอนเย็น และความถี่ของรถโดยสารประจำทางสาย 51 , 52 มีค่าเท่ากับ 5 และ 12 คันต่อชั่วโมงตามลำดับ ข้อมูลการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนถนนจะถูกบันทึกที่ตำแหน่ง 330 420 และ 560 เมตรจากทางแยกดังแสดงในรูปที่ 2.9 ในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า



รูปที่ 2.9 ลักษณะทางกายภาพ และตำแหน่งที่ใช้ในการศึกษาบนถนน Whitham

ที่มา : Reedy and Ashworth (1978)

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถจะไม่มีการกระจายตัวเกิดขึ้นในตำแหน่ง A ที่ระยะทาง 330 เมตรจากทางแยก ส่วนในตำแหน่ง B และ C ที่ระยะทาง 420 และ 560 เมตรจะเกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถขึ้น ภายหลังจากทดสอบทางสถิติด้วยค่าไคสแควร์ (Chi-Square) และเปรียบเทียบผลการกระจายตัวของกลุ่มรถจากแบบจำลองของ Robertson กับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้ ทำให้ทราบค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ดังนี้ กล่าวคือ ในตำแหน่ง B จะมีค่า $\alpha = 0.60$ และค่า $\beta = 0.625$ ส่วนตำแหน่ง C มีค่า $\alpha = 0.70$ และค่า $\beta = 0.59$ ซึ่งจะมีค่าแตกต่างจากค่า α และ β ที่แนะนำโดย Robertson สิ่งนี้จะสรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) จะผันแปรไปตามลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรของพื้นที่ทำการศึกษา

McCoy, Balderson, Hsueh et al.(1983) ได้ทำการศึกษากการกระจายตัวของกลุ่มรถโดยเฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger car) ภายใต้อสภาพค่ากีดขวางการกระจายตัวที่ต่ำ (Low friction) บนช่วงถนนทั้ง 6 แห่งที่เมือง Lincoln ในมลรัฐ Nebraska ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งประกอบด้วยถนนที่มีช่องทางเดินรถ 2 ช่องทางต่อทิศทางจำนวน 2 แห่ง และถนนที่มีช่องทางเดินรถ 4 ช่องทางต่อทิศทางจำนวน 4 แห่ง ลักษณะทางกายภาพของถนนจะแสดงในรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพของถนนทั้ง 6 แห่งที่เมือง Lincoln มลรัฐ Nebraska

Site	Type of Arterial Street	Lanes Observed			Alignment	Gradient	Parking	Driveway Access	Speed	Peak
		No	Width (ft)						Limit (mph)	Period Studied
1	Two-way two-lane	1	13	Tangent	Level	None	None	35	p.m.	
2	Two-way two-lane	1	13	Tangent	Level	None	Limited	35	p.m.	
3	Four-lane divided	2	12	Tangent	Level	None	None	45	a.m.	
4	Four-lane divided	2	12	Tangent	Level	None	None	45	a.m.	
5	Four-lane divided	2	13	Tangent	Level	None	None	45	a.m.	
6	Four-lane divided	2	12	Tangent	Level	None	Limited	45	a.m.	

ที่มา : McCoy, Balderson, Hsueh et al.(1983)

ภายหลังจากศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างข้อมูลที่เก็บบันทึกได้กับผลการคาดการณ์จากแบบจำลองของ Robertson พบว่า ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ของถนนแต่ละแห่งจะมีค่าแสดงดัง

ตารางที่ 2.2 จึงสรุปได้ว่า ถนนที่มีช่องทางเดินรถ 2 ช่องทางต่อทิศทางจะมีค่าเฉลี่ยของ α และ β เท่ากับ 0.21 และ 0.97 ส่วนถนนที่มีช่องทางเดินรถ 4 ช่องทางต่อทิศทางจะมีค่าเฉลี่ยของ α และ β เท่ากับ 0.15 และ 0.97 ตามลำดับภายใต้สภาพค่ากีดขวางการกระจายตัวที่ต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าถนนที่มีช่องทางเดินรถ 4 ช่องทางต่อทิศทางจะเกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนที่น้อยกว่าถนนที่มีช่องทางเดินรถ 2 ช่องทางต่อทิศทาง และขนาดของกลุ่มรถจะมีผลต่อการกระจายตัว กล่าวคือ ขนาดของกลุ่มรถที่ใหญ่จะเกิดการกระจายตัวบนถนนได้มากกว่าขนาดของกลุ่มรถที่เล็ก ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ค่า α และ β บนถนนทั้ง 6 แห่งที่เมือง Lincoln มลรัฐ Nebraska

Site	Type of Street Section	Best-Fit Parameter Value		Value of α for $\beta = 0.8$	Range of Platoon Size	No. of Platoons
		α	β			
1	Two-way two-lane	0.22	0.99	0.51	5 – 15	294
2	Two-way two-lane	0.20	0.96	0.35	5 – 20	319
3	Four-lane divided	0.16	0.95	0.38	5 – 38	309
4	Four-lane divided	0.13	0.97	0.35	5 – 23	303
5	Four-lane divided	0.14	0.99	0.36	5 – 23	286
6	Four-lane divided	0.16	0.96	0.38	5 - 15	180

ที่มา : McCoy, Balderson, Hsueh et al.(1983)

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ค่า α และ β ตามช่วงขนาดของกลุ่มรถบนถนน

Site	Platoon Size Range									
	5 – 10 Vehcles		11 – 15 Vehicles		16 – 20 Vehicles		21 – 25 Vehicles		26 – 30 Vehicles	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
1	0.21	0.99	0.24	0.99	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2	0.21	0.92	0.24	0.94	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3	0.08	0.99	0.14	0.97	0.12	0.97	0.14	0.98	0.16	0.99
4	0.09	0.98	0.11	0.98	0.13	0.97	NA	NA	NA	NA
5	0.06	0.99	0.10	0.98	0.16	0.96	NA	NA	NA	NA
6	0.13	0.97	0.16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Note : NA = sufficient data not available.

ที่มา : McCoy, Balderson, Hsueh et al.(1983)

ในการศึกษาวิเคราะห์กำหนดค่าพารามิเตอร์การกระจาย (α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษานับจากอดีตที่ผ่านมาจะแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.4 ส่วนรูปที่ 2.10 จะแสดงถึงการเปรียบเทียบค่า α ที่ได้จาก

การศึกษาในอเมริกา และยุโรป เมื่อกำหนดให้ค่า β เท่ากับ 0.8 จากความสัมพันธ์ของกราฟ พบว่า แนวโน้มของค่า α จะมีค่าลดลงในช่วงระหว่างปี 1970 - 1980 ผลการศึกษานี้จะนำไปสู่ การเปลี่ยนแปลงในการกำหนดค่า α มาตรฐานของโปรแกรม TRANSYT ใหม่จากเดิมที่ กำหนดให้มีความเท่ากับ 0.5 เปลี่ยนเป็น 0.35 แทน และลักษณะของค่า α ในยุโรปจะมีค่าที่ต่ำกว่า ในอเมริกา เนื่องจาก ในยุโรปจะมีความเป็นระเบียบแบบแผนของการวางแนวถนน และพฤติกรรม ในการขับขี่อย่างปลอดภัยที่น้อยกว่าอเมริกา ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของรถบรรทุกบนถนนจะมีค่าที่สูง กว่า

ตารางที่ 2.4 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว(α) และค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ ในการเดินทาง(β) ตามลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา

Author	Place	Year	No. of Lanes	Average width	Slope	Traffic Flow Disturbances					Peak Period	α	β	α^a
						Park- ing	Drive- ways	Pedes- trians	Left Turns	Stop Line				
Hillier and Rothery	London, England	1967				Four sites, no individual results reported					0.50	0.80	-	
Seddon (8)	Manchester, England	1972	3	11.0 ^b	-	-	-	-	-	-	p.m.	-	-	0.40
			2	10.0 ^b	-	-	-	-	-	-	p.m.	-	-	0.63
Collins and Gower (9)	London, England	1974	3	-	-	No	-	No	-	-	-	-	-	0.20
Tracz (10)	Cracow, Poland	1975	2	4.0	-	-	-	-	-	Smooth	-	-	-	0.30
			2	4.0	-	-	-	-	-	Smooth	-	-	-	0.23
Lam (11)	Toronto, Canada	1977	2	-	-	-	No	-	-	-	a.m.	0.25	0.77	-
			2	-	-	-	No	-	-	-	Noon	0.18	0.72	-
			2	-	-	-	No	-	-	-	p.m.	0.35	0.72	-
Reedy and Ashworth (12)	Sheffield, England	1978	-	-	Down	-	-	-	-	-	a.m.	0.60	0.63	0.10
			-	-	Down	-	-	-	-	-	a.m.	0.70	0.59	0.25
Tamoff and Parsonson (13)	Fairfax County, Virginia	1978	-	-	-	-	No	-	No	-	p.m. ^c	-	-	0.24
			-	3.5	-	-	Limited	-	-	-	p.m. ^c	-	-	0.37
McCoy et al. (5)	Lincoln, Nebraska	1981	1	4.2	Level	No	No	-	No	-	p.m.	0.22	0.99	0.51
			1	4.2	Level	No	Limited	-	No	-	p.m.	0.20	0.96	0.35
			2	4.0	Level	No	Limited	-	No	-	a.m.	0.16	0.95	0.38
			2	4.0	Level	No	No	-	No	-	a.m.	0.13	0.97	0.35
			2	4.2	Level	No	No	-	No	-	a.m.	0.14	0.99	0.36
			2	4.0	Level	No	Limited	-	No	-	a.m.	0.16	0.96	0.38
Lorrick (14)	Gainesville, Florida	1981	2	3.7	Level	-	No	No	-	-	a.m.	0.35	0.80	-
			2	3.7	Level	-	No	No	-	-	a.m.	0.30	0.65	-
			2	3.7	Level	-	No	No	-	-	a.m.	0.50	0.80	-
Smelt (15)	Melbourne, Australia	1984	3	-	-	No	No	No	No	-	a.m.	0.19	0.89	-
Denney(16)	Austin, Texas	1985	3	4.0	-	No	Yes	-	-	-	Noon	-	-	0.25
Ohadi (17)	Bochum, Federal Republic of Germany	1986	2	-	-	No	No	No	No	-	p.m. ^c	-	-	0.25
			2	-	-	No	No	Yes	No	-	p.m. ^c	-	-	0.32
			2	-	-	Yes	No	No	No	-	p.m. ^c	-	-	0.26
Vincent ^d	Bern, Switzerland					Six sites, no individual results reported					-	-	0.31	

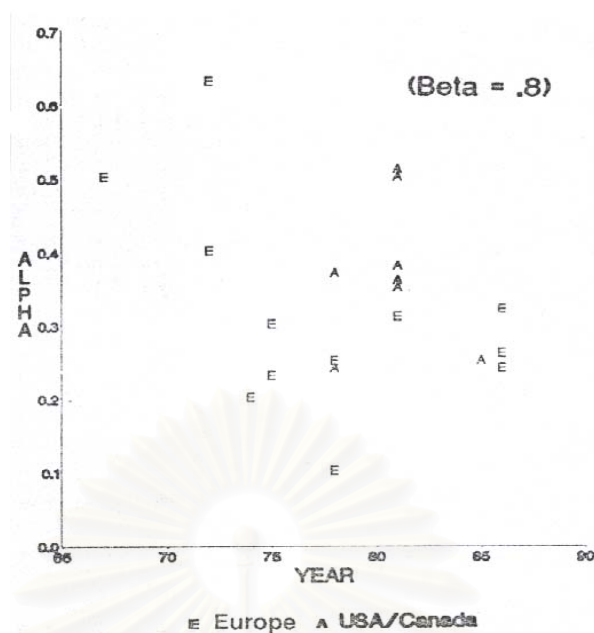
^aCalibrated with β fixed at 0.80.

^bIn both directions.

^cIncluding some off peak measurements.

^dPrivate communication.

ที่มา : Axhausen and Korling (1987)



รูปที่ 2.10 ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว(α) ที่ได้จากการศึกษาในอเมริกา และยุโรป
ที่มา : Axhausen and Korling (1987)

Yu(1997) ได้นำเสนอวิธีการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) กับค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ที่คงที่ และพิจารณาค่าความสัมพันธ์แยกจากกัน ความผิดพลาดนี้จะแสดงถึงความไม่สอดคล้องกันระหว่างค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของแบบจำลอง กับค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยในภาคสนาม (Yu et al.,1995) วิธีการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์นี้จะพัฒนามาจากฟังก์ชันความน่าจะเป็นของสมการ (2.16) และค่าปรับแก้สมการ (Smoothing factor) ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถ ดังนี้

$$\beta = \frac{1}{\alpha + 1} \quad (2.20)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{1 + 4\sigma^2} - 1}{2t_a + 1 - \sqrt{1 + 4\sigma^2}} \quad (2.21)$$

$$F = \frac{\sqrt{1 + 4\sigma^2} - 1}{2\sigma^2} \quad (2.22)$$

- โดยที่ β = ค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel – time factor)
 α = ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (Dispersion factor)
 F = ค่าปรับแก้สมการ (Smoothing factor)
 t_a = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)
 σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

จากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson ตามวิธีการที่เสนอนี้บนช่วงถนน Holcombe ในเมือง Houston ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาแห่งแรกตั้งอยู่ระหว่างทางแยก Richard J.V. & Holcombe กับทางแยก Fannin & Holcombe ที่มีระยะทาง 320 เมตรจะมีค่า α เท่ากับ 0.0813, ค่า β เท่ากับ 0.9248 และค่า F เท่ากับ 0.36 ส่วนบริเวณพื้นที่ศึกษาแห่งที่สองตั้งอยู่ระหว่างทางแยก Greenbriar Dr. & Holcombe กับทางแยก Kirby & Holcombe ที่มีระยะทาง 560 เมตร จะมีค่า α เท่ากับ 0.1211, ค่า β เท่ากับ 0.8919 และค่า F เท่ากับ 0.186 ตามลำดับ ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จะมีความแตกต่างจากค่าที่แนะนำโดย Robertson และจะมีค่าผันแปรตามเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนถนน ดังนั้นจึงทำให้การคาดการณ์การกระจายตัวมีความถูกต้องมากขึ้น

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ

Axhausen and Korling (1987) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ กับค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) บนพื้นที่โครงข่าย 11 โหนดของถนนในเมือง Pforzheim ทางภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศเยอรมัน ซึ่งการวิเคราะห์จะจัดแบ่งปัจจัยที่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) บนถนนออกเป็น 5 ลักษณะดังนี้

1. จำนวนช่องทางเดินรถของถนน
2. ความลาดชันของถนน
3. การหยุดจอดรถ (จำนวน และความหนาแน่นของปริมาณรถที่หยุดจอดบนช่วงถนน)
4. การข้ามถนนของคนเดินเท้าที่บริเวณทางแยก (ความหนาแน่นของคนเดินข้ามถนน)
5. สภาพการรบกวนของปริมาณการจราจรที่บริเวณตำแหน่งเส้นหยุด (ผลกระทบจากขนาดความกว้างของช่องทางเดินรถ ปริมาณคนเดินข้ามถนน และการเลี้ยวของรถบริเวณทางแยก)

จากการศึกษา พบว่า ค่า α จะผันแปรเปลี่ยนไปตามปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวบนถนน เช่น จำนวนช่องทางการเดินรถ ความลาดชันของถนน การหยุดจอดรถ ปริมาณของคนเดินข้ามถนน และสภาพการรบกวนที่เกิดขึ้นในบริเวณทางแยก ดังผลที่แสดงในตารางที่ 2.5 ขณะที่ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายยังไม่สามารถนำมากำหนดหาค่า α ได้ เนื่องจากการประเมินถึงผลกระทบระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวร่วมกันนั้นจะทำได้ยากมาก

ตารางที่ 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) เฉลี่ยของถนน

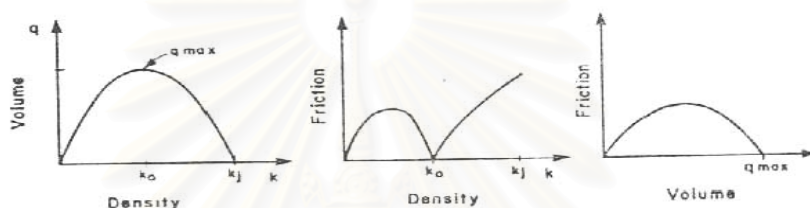
Factor	Level	Mean
Number of lanes	One	0.46
	Two	0.29
Slope	Upwards	0.48
	Level	0.33
Downwards	Downwards	0.34
	Yes	0.37
Parking activity	No	0.37
	Yes	0.53
Crossing pedestrians	No	0.23
	Disturbed	0.37
Flow at stop line	Smooth	0.38

ที่มา : Axhausen and Korling (1987)

Baass and Lefebvre (1988) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของกลุ่มรถ ซึ่งสามารถจัดแบ่งประเภทของปัจจัยตามลักษณะค่ากีดขวางการกระจายตัว (Friction) ได้ 2 แบบ คือ ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน (Internal friction) และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก (External friction) โดยที่ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในจะสัมพันธ์กันกับความหนาแน่น และปริมาณการจราจร ส่วนค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกจะสัมพันธ์กันกับลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น จำนวนช่องทางการเดินรถ ความกว้าง และความลาดชันของถนน เป็นต้น

จากการศึกษาข้อมูลภาคสนาม และการจำลองสภาพ (Simulations) พบว่า การกระจายตัวของกลุ่มรถจะขึ้นกับค่ากีดขวางการกระจายตัว (Friction) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรและความหนาแน่น กล่าวคือ เมื่อปริมาณการจราจรและความหนาแน่นมีค่าเท่ากับศูนย์ ค่ากีดขวางการกระจายตัวจะมีค่าเท่ากับศูนย์ด้วย หลังจากนั้นค่ากีดขวางการกระจายตัวจะเพิ่มขึ้น

จนถึงจุดยอดตามค่าปริมาณการจราจร และความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากวิเคราะห์ปริมาณการจราจรบนจุดยอดของค่ากีดขวางการกระจายตัวนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.6 – 0.8 ของความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรบนถนน (Capacity) ต่อจากนี้ ค่ากีดขวางการกระจายตัวจะมีแนวโน้มที่ลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ที่ค่าความหนาแน่น (k_0) เนื่องจากปริมาณการจราจรจะมีค่าเท่ากับความสามารถในการรองรับได้ของถนน ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนตัวของรถทั้งหมดมีค่าเท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามค่ากีดขวางการกระจายตัวจะมีค่าเพิ่มขึ้นมาอีก เมื่อความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น และค่ากีดขวางการกระจายตัวจะมีค่าสูงสุดที่จุดความหนาแน่นของปริมาณการจราจรที่ติดขัด (Jam density) ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากีดขวางการกระจาย ความหนาแน่น และปริมาณการจราจร
ที่มา : Baass and Lefebvre (1988)

Manar and Baass(1996) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน (Internal friction) และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก (External friction) จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้บนทางหลวงจำนวน 8 แห่ง ในเมือง Montreal ประเทศแคนาดา ตั้งแต่ปี 1991 จนถึง ปี 1994 โดยที่จัดแบ่งลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษาออกตามประเภทค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกได้ 3 ระดับ คือ ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับต่ำจำนวน 5 แห่ง ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับปานกลางจำนวน 2 แห่ง และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับสูงจำนวน 1 แห่งดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2.6

เริ่มแรกนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ 1,438 กลุ่มมาจัดแบ่งออกตามช่วงขนาดของกลุ่มรถที่ระดับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกต่างๆ พบว่า ข้อมูลของกลุ่มรถเฉลี่ยสำหรับนำไปใช้วิเคราะห์ที่ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูงมีจำนวนทั้งหมด 58 20 และ 23 กลุ่มตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลของกลุ่มรถเฉลี่ยไปสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกดังรูปที่ 2.12 เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β)

เท่ากับ 0.8 ตามแบบจำลองของ Robertson และรูปที่ 2.13 เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เปลี่ยนไป

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลการสำรวจ และลักษณะทางกายภาพบนทางหลวงทั้ง 8 แห่งในเมือง Montreal

Site	Survey Station (m)	Number of vehicles	Heavy vehicles (%)	Counting time (min)	Number of platoons	Flow (veh/h)	Vehicles per platoon
1A ^a	0	6458	4.55	263	162	1473	39.86
	400						
1B	0	5143	6.03	202	124	1528	41.48
	200						
	300						
2	0	2880	8.30	146	88	1148	32.73
	150						
	290						
3	0	4332	4.10	187	139	1390	31.17
	505						
4	0	4528	5.81	214	156	1270	29.03
	351						
5	0	4880	6.04	223	143	1313	34.13
	230						
	370						
6	0	5074	5.70	221	173	1378	29.33
	150						
7	0	4625	5.83	177	119	1568	38.87
	200						
8 ^b	0	6533	7.35	394	334	995	19.56
	120						
Total		44453	5.97	2027	1438	1344	32.91

NOTE :

1A and 1B : 3 12-foot lanes, divided, no parking, light pedestrian traffic, turning provisions, no access

2 : 3 12-foot lanes, divided, no parking, light pedestrian traffic, no turning traffic, no access

3 and 4 : 2 11.3-foot lanes, divided, no parking, light pedestrian traffic, turning provisions, some access

5 : 2 12-foot lanes, divided, no parking, light pedestrian traffic, turning provisions, no access

^a using video cameras

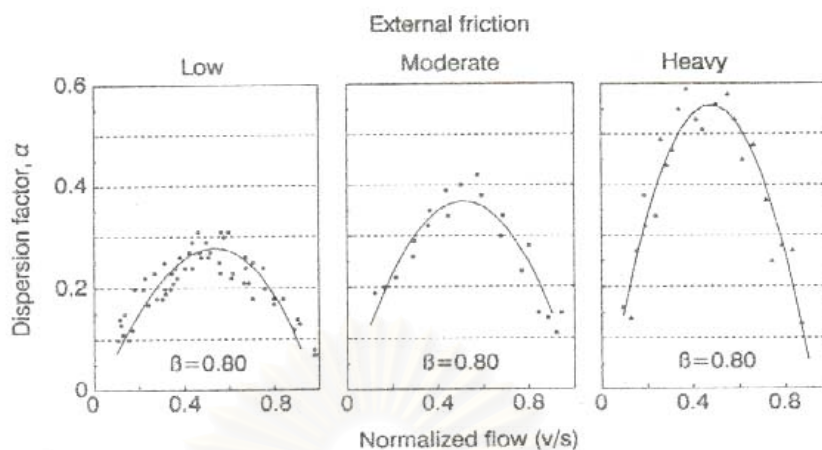
^b two days survey

6 : 2 11-foot lanes, undivided, no parking, light pedestrian traffic, light traffic turning, moderate access

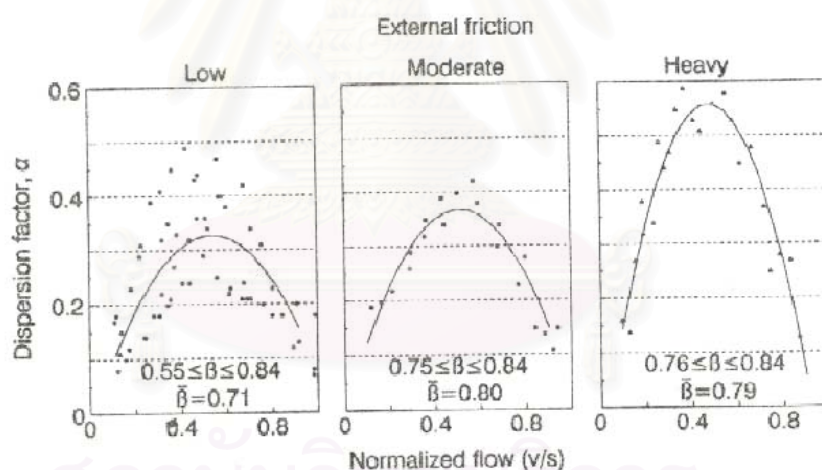
7 : 3 11-foot lanes, divided, no parking, moderate pedestrian traffic, moderate traffic turning, some access

8 : 2 10.2-foot lanes, parking, heavy pedestrian traffic, moderate traffic turning, some access

ที่มา : Manar and Baass (1996)



รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) กับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และภายนอก เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เท่ากับ 0.8
ที่มา : Manar and Baass (1996)



รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) กับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และภายนอก เมื่อค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) เปลี่ยนไป
ที่มา : Manar and Baass (1996)

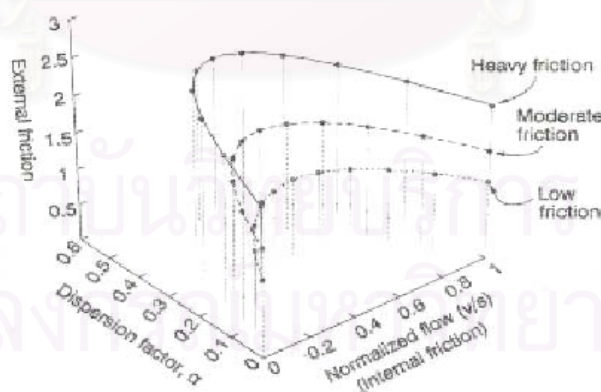
จากการเปรียบเทียบรูปกราฟทั้งสอง สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) ของแบบจำลอง Robertson จะไม่ได้มีค่าคงที่เท่ากับ 0.8 แต่จะผันแปรเปลี่ยนไปเช่นเดียวกันกับค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับต่ำ ส่วนบริเวณที่มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับปานกลาง และ

ระดับสูงจะมีค่า β เฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันกับค่าที่แนะนำจาก Robertson ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yu et al. (1995) ด้วยเหตุนี้จึงทำการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากการใช้ค่า β ในบริเวณที่มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับต่ำ พบว่า การใช้ค่า $\beta = 0.8$ แทนค่า β เฉลี่ย = 0.71 ที่ได้จากการทดลองจะให้ผลความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากค่า β ที่ Robertson แนะนำนั้นจะให้ผลความผิดพลาดในการคาดการณ์ใกล้จุดต่ำสุด

นอกจากนี้ Manar and Baass(1996) ยังได้เสนอแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกดังสมการที่ (2.23) ซึ่งมีลักษณะเป็นกราฟรูปพาราโบลา

$$\alpha = f_e \cdot \frac{v}{s} \left(1 - \frac{v}{s}\right) \quad (2.23)$$

- โดยที่ f_e = ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก (External friction)
 v = ปริมาณการจราจร
 s = ปริมาณการจราจรอิ่มตัวที่เส้นหยุด (Saturation flow)
 α = ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (Dispersion factor)



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกในรูปสามมิติ
 ที่มา : Manar and Baass (1996)

หลังจากนั้นทำการกำหนดค่า f_e ในบริเวณที่มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับต่างๆ จากสมการที่ (2.23) ผลการคำนวณมีรายละเอียดดังนี้ กล่าวคือ ในบริเวณที่มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับต่ำจะมีค่า f_e เท่ากับ 1.0645 ส่วนบริเวณที่มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกระดับปานกลาง และระดับสูงจะมีค่า f_e เท่ากับ 1.4897 และ 2.0931 ตามลำดับ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก ดังรูปที่ 2.14



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ในการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์การกระจายตัวของกลุ่มรถที่ออกจากทางแยกสามารถจัดแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ การกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางดังที่ได้กล่าวมาในบทที่ 2 พบว่าข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับนำไปใช้คาดการณ์การกระจายตัวของกลุ่มรถจะประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันบนช่วงถนน ขั้นตอนการเก็บข้อมูลเหล่านี้จากภาคสนามจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับผลความถูกต้องในการคาดการณ์การกระจายตัวของกลุ่มรถ ด้วยเหตุนี้การทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนามของการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาจึงมีความจำเป็นต่อการกำหนดแนวทางปฏิบัติของขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนามนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพและสภาพการจราจรบนช่วงถนน

3.1.1 วิธีการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร

วิธีการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรสำหรับใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนนับจากอดีตที่ผ่านมา สามารถจำแนกได้ 3 วิธีการหลัก ดังนี้

1. วิธีการใช้คนนับ (Manual counting method) เป็นวิธีพื้นฐานที่สุดของการตรวจนับปริมาณการจราจรในภาคสนาม วิธีการนี้จะอาศัยคนคอยเฝ้าตรวจนับจำนวนรถที่เคลื่อนตัวผ่านจุดสังเกตในทุกๆ ช่วงเวลาที่กำหนด ในกรณีที่ปริมาณการจราจรหนาแน่นอาจจะใช้อุปกรณ์ตัวกดนับปริมาณรถ (Hand counter) เข้าช่วยในการสังเกตด้วย เพื่อป้องกันความสับสนและความอ่อนล้าที่จะเกิดขึ้นกับผู้สำรวจ ข้อดีของวิธีการใช้คนนับคือสามารถจำแนกลักษณะประเภทของรถ และรายละเอียดของการเคลื่อนตัวการจราจรที่ผิดปกติในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลได้ ส่วนข้อเสียของวิธีนี้จะเกี่ยวข้องเกี่ยวกับภาระค่าใช้จ่ายที่ใช้จำนวนแรงงานในการสำรวจ และเมื่อมีช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่ติดต่อกันจะทำให้ประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจนับของผู้สำรวจลดต่ำลง ซึ่งอาจส่งผลถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วย

2. วิธีการใช้ภาพถ่าย (Photography method) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรสำหรับใช้คาดการณ์การกระจายตัวของกลุ่มรถที่ได้รับค่านิยม เนื่องจากวิธีการนี้สามารถบันทึกรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ได้พร้อมกันเป็นจำนวนมาก เช่น ข้อมูลปริมาณการจราจร ทิศทางการเคลื่อนตัว และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เป็นต้น ข้อดีของวิธีการใช้ภาพถ่ายคือรายละเอียดของข้อมูลภาคสนามจำนวนมากจะถูกบันทึกในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ถอดข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เพิ่มเติม และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในภายหลัง ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้คือ ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการถอดข้อมูลจะเพิ่มขึ้น

3. วิธีการใช้เครื่องตรวจจับรถแบบขดลวดเหนี่ยวนำ (Inductive loop detectors method) เป็นวิธีการที่อาศัยหลักการเหนี่ยวนำของขดลวดที่ฝังอยู่ใต้พื้นผิวถนน กล่าวคือ ในขดลวดจะมีกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น เมื่อรถยนต์แล่นผ่านมาที่ขดลวด กระแสไฟฟ้าจะเกิดการเหนี่ยวนำในขดลวดเพิ่มมากขึ้นจากเดิม ส่งผลทำให้เกิดสัญญาณแสดงการเคลื่อนตัวผ่านของรถ ณ จุดที่กำหนด ข้อดีของวิธีการใช้เครื่องตรวจจับรถแบบขดลวดเหนี่ยวนำคือสามารถแสดงผลข้อมูลปริมาณการจราจรบนช่วงถนนได้อย่างรวดเร็ว ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้คือค่าใช้จ่ายในติดตั้งอุปกรณ์ที่มีราคาสูง

3.1.2 วิธีการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

วิธีการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางสำหรับใช้ในการศึกษาพฤติกรรมและการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนนับจากอดีตที่ผ่านมา สามารถจำแนกได้ 4 วิธีการหลัก ดังนี้

1. วิธีการใช้นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) เป็นวิธีพื้นฐานที่สุดของการจับเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถ วิธีการนี้จะให้ผู้สำรวจทำการจับเวลาการเคลื่อนตัวของรถที่แล่นผ่านจุดสังเกตที่กำหนด 2 จุดบนช่วงถนน ซึ่งถ้าระยะทางระหว่างจุดสังเกตห่างกันมากอาจจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สื่อสารเข้าช่วยในการติดต่อบอกรายละเอียดของรถที่ทำการเก็บข้อมูล ในช่วงระยะหลังการดำเนินงานเก็บข้อมูลภาคสนามได้มีการปรับเปลี่ยนมาใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จับเวลาแทน เพราะสามารถจัดเก็บบันทึกข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันที ดังตัวอย่างการเก็บข้อมูลของ Axhausen and Korling(1987) และ Baass and Lefebvre(1988) ข้อดีของวิธีการใช้นาฬิกาจับเวลา คือ ราคาของอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้มีราคาที่ไม่สูงเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น และง่ายต่อการนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน ขณะที่ข้อเสียของวิธีการนี้ คือ ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในพื้นที่ซึ่งมี

ปริมาณการจราจร และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนน เนื่องจากจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการสังเกตการเคลื่อนตัวของรถได้ง่าย และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้สำรวจจำนวนมาก

2. วิธีการใช้ภาพถ่าย เป็นวิธีการที่ใช้กล้องบันทึกภาพลักษณะการเคลื่อนตัวของรถแต่ละคันบนช่วงถนน ต่อจากนั้นจึงนำภาพที่บันทึกได้มาเปิดฉาย เพื่อทำการจับเวลาการเคลื่อนตัวของรถที่แล่นผ่านจุดสังเกตที่กำหนด 2 จุดบนช่วงถนน ตัวอย่างของวิธีการใช้ภาพถ่ายในการเก็บข้อมูลภาคสนาม เช่น Vecellio(1976) ได้ดำเนินการศึกษาลักษณะการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนจากภาพถ่ายทางอากาศบนเฮลิคอปเตอร์ ในขณะที่ Seddon and Dixon(1973), Tracz(1975) และ Thy-Ming(1981) จะศึกษาลักษณะการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถจากภาพที่บันทึกได้ด้วยกล้องวิดีโอที่ติดตั้งสูง ข้อดี และข้อเสียของวิธีการนี้มีรายละเอียดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

3. วิธีการใช้เครื่องตรวจจับรถแบบขดลวดเหนียวนำ วิธีการนี้จะทำการติดตั้งขดลวดเหนียวนำที่ช่องทางการจราจรในตำแหน่งของจุดสังเกต 2 จุดบนช่วงถนน เมื่อรถเคลื่อนตัวผ่านมายังจุดสังเกตแรก และจุดสังเกตที่สองก็จะส่งสัญญาณที่เกิดจากขดลวดเหนียวนำไปยังเครื่องตรวจจับสัญญาณ ซึ่งจะแสดงเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถระหว่างจุดสังเกตทั้งสองบนช่วงถนน วิธีการนี้ Lam(1977) ได้นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันบนช่วงถนนที่เมือง Toronto ประเทศแคนาดา ข้อดีของวิธีการใช้เครื่องตรวจจับรถแบบขดลวดเหนียวนำคือสามารถแสดงผลข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันได้ทันทีที่เคลื่อนตัวผ่าน ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้คือความผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับรถที่เคลื่อนตัวผ่านในช่องทางติดกัน และค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ที่มีราคาสูง

4. วิธีการใช้การเคลื่อนตัวของผู้สังเกต (Moving observer method) วิธีการนี้อาจทำได้โดยการให้ผู้สำรวจทำการขับรถปะปนไปกับกระแสการจราจรบนถนน และทำการบันทึกข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถ เมื่อเคลื่อนตัวผ่านมายังตำแหน่งที่สังเกตบนช่วงถนน

ในขั้นตอนการดำเนินงานเก็บข้อมูลภาคสนามของการศึกษาครั้งนี้ จะพิจารณาเลือกใช้วิธีการถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอที่ติดตั้งบนบันทึกข้อมูลปริมาณการจราจร และข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันบนช่วงถนน เนื่องจากวิธีการใช้ภาพถ่ายจะสามารถบันทึกรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์บนช่วงถนนได้เป็นจำนวนมาก และอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของวิธีการนี้จะมีความพร้อมมากกว่าวิธีการอื่นๆ ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาในการถอดข้อมูลที่เพิ่มขึ้นก็ตาม

ตารางที่ 3.1 สรุปทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนามจากการศึกษาในอดีตที่ผ่านมา

รายชื่อ	พื้นที่ทำการศึกษา	วิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม	
		ข้อมูลปริมาณการจราจร	ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง
Seddon and Dixon (1973)	Crescent Rd., England Birchfields Rd., England	วิธีการใช้ภาพถ่าย วิธีการใช้คนนับ	วิธีการใช้ภาพถ่าย วิธีการใช้นาฬิกาจับเวลา
Tracz (1975)	Cacow, Poland	วิธีการใช้ภาพถ่าย	วิธีการใช้ภาพถ่าย
Vecellio (1976)	Columbus, Ohio	วิธีการใช้ภาพถ่าย	วิธีการใช้ภาพถ่าย
Lam (1977)	Toronto, Canada	วิธีการใช้เครื่องตรวจจับรถ แบบขดลวดเหนี่ยวนำ	วิธีการใช้เครื่องตรวจจับรถ แบบขดลวดเหนี่ยวนำ
Reedy and Ashworth (1978)	Sheffield, England	วิธีการใช้ภาพถ่าย	วิธีการใช้ภาพถ่าย
Tyh-Ming (1981)	Bangkok, Thailand	วิธีการใช้ภาพถ่าย	วิธีการใช้ภาพถ่าย
Castle and Bonnaville (1985)	Fahd Al-Salem, Kuwait	วิธีการใช้คนนับ	วิธีการใช้การเคลื่อนตัวของผู้สังเกต
Axhausen and Koring (1987)	Pforzheim, Germany	วิธีการใช้คนนับ	วิธีการใช้นาฬิกาจับเวลา
Manar and Baass (1996)	Montreal, Canada	วิธีการใช้คนนับ และ วิธีการใช้ภาพถ่าย	วิธีการใช้นาฬิกาจับเวลา และ วิธีการใช้ภาพถ่าย

3.2 พื้นที่ทำการศึกษา

ในการพิจารณากำหนดหาพื้นที่ทำการศึกษา เพื่อใช้วิเคราะห์การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน ต้องคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษา และข้อมูลที่เก็บรวบรวมภาคสนามดังต่อไปนี้

3.2.1 หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษา

หลักเกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ทำการศึกษาในครั้งนี้จะประกอบด้วย

1. ปัจจัยทางด้านเรขาคณิต บริเวณพื้นที่ทำการศึกษากการกระจายตัวของกลุ่มรถจะต้องเป็นช่วงถนนที่อยู่ระหว่างทางแยกซึ่งควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร และมีระยะทางระหว่างกันมากกว่า 1,400 เมตร
2. ปัจจัยทางด้านการจราจร บริเวณพื้นที่ทำการศึกษาต้องมีปริมาณการจราจรพอเหมาะที่ทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนได้ และกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้เกิดการรบกวนต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ เช่น การกั๊กรถ การหยุดจอดรถ และการเลี้ยวออกจากถนนของกลุ่มรถ

3. ปัจจัยทางด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล บริเวณพื้นที่ทำการศึกษามีอาคารขนาดใหญ่สูงเพียงพอสำหรับการติดตั้งกล้องวิดีโอทัศน เพื่อที่จะสามารถบันทึกภาพการเคลื่อนไหวของรถบนช่วงถนนในมุมมองได้อย่างชัดเจน

3.2.2 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมภาคสนาม

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมภาคสนามจะดำเนินการปฏิบัติได้จากการออกไปสำรวจในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา และการบันทึกภาพของสภาพจราจรบนช่วงถนนด้วยกล้องวิดีโอทัศน ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมภาคสนามสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท กล่าวคือ

1. ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย
 - ชื่อถนน และบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษา
 - ทิศทางการเคลื่อนตัวของรถบนช่วงถนน
 - รายละเอียดของลักษณะทางกายภาพบนถนน
 - สภาพของผิวถนน
 - จำนวนช่องทางเดินรถ
 - ความกว้างของถนน
 - ระยะทางของช่วงถนนระหว่างทางแยกที่ทำการศึกษา
 - ตำแหน่งของจุดกลับรถ และเลี้ยวเข้า - ออกซอย
 - ช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม
 - ตำแหน่งของจุดสังเกตที่กำหนดจากทางแยกที่ระยะ 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรตามลำดับ
2. ข้อมูลการจราจรของพื้นที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย
 - ตำแหน่งของรถ และช่องทางเดินรถในแถวคอยที่เคลื่อนตัวออกจากทางแยก
 - การจำแนกประเภทของยานออกเป็น 4 ประเภท คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถยนต์โดยสารประจำทาง รถยนต์บรรทุก (ตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป) และรถจักรยานยนต์
 - รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร (Cycle length) ที่บริเวณทางแยก
 - ปริมาณการจราจรที่เข้ามาสู่ทางแยกและปริมาณการจราจรที่ออกจากทางแยกถัดมา

- เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันขณะเคลื่อนตัวผ่านที่ตำแหน่งเส้นหยุด และที่ตำแหน่งระยะ 200 400 600 800 1,000 1,200 1,400 เมตรจากทางแยกตามลำดับ
- การเปลี่ยนช่องทางเดินรถขณะเคลื่อนตัวผ่านมายังตำแหน่งที่กำหนด
- ปริมาณของการกลับรถ การหยุดจอดรถ และการเลี้ยวออกจากถนนของกลุ่มรถ

3.3 การสำรวจหาพื้นที่ทำการศึกษา

ภายหลังจากการกำหนดหลักเกณฑ์ในการคัดเลือก และข้อมูลที่เก็บรวบรวมภาคสนามแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องจัดทำการศึกษาพื้นที่ทำการศึกษาสำหรับใช้ในการวิเคราะห์การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน จากการเดินทางไปสำรวจพบบริเวณพื้นที่ทำศึกษาที่น่าจะสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดดังกล่าวจำนวน 5 แห่ง ซึ่งมีรายละเอียดของพื้นที่ทำการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. บริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี

ในการสำรวจบริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกดังกล่าว พบว่ามีระยะทางระหว่างทางแยกห่างเพียงพอสำหรับใช้ในการศึกษาวิเคราะห์การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนได้ ประกอบกับมีอาคารสูงขนาดใหญ่ประมาณ 39 ชั้น ที่ดำเนินการก่อสร้างอยู่ คือ อาคารนิชดาธานี ซึ่งน่าจะสูงเพียงพอต่อการติดตั้งกล้องวิดีโอที่ใช้ในการบันทึกภาพ ดังนั้นจึงได้ทำการขออนุญาตขึ้นบนอาคารต่อหัวหน้าโครงการบริษัทกรีไทย จำกัด ที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงต่อโครงการก่อสร้างทั้งหมด จากการบันทึกภาพบนอาคารบริเวณชั้นที่ 38 ปรากฏว่าสามารถมองเห็นการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงบริเวณถนนแจ้งวัฒนะจากทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี ได้อย่างชัดเจน

2. บริเวณถนนจันทน์ตัดใหม่ช่วงทางแยกสะพานสองครั้งถึงทางแยกบางคอแหลม

จากการสำรวจเบื้องต้นของบริเวณถนนจันทน์ตัดใหม่ช่วงระหว่างทางแยกสะพานสองครั้งถึงทางแยกบางคอแหลม พบว่า ลักษณะของถนนเป็นพื้นผิวลาดยาง ระยะทางบนช่วงถนนมีความยาวประมาณ 2,200 เมตร และจำนวนช่องทางเดินรถ 3 ช่องทางต่อทิศทาง แต่ละช่องทางกว้าง 3.15 เมตร จึงจัดได้ว่าเป็นพื้นที่อีกแห่งหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ได้ เนื่องจากมีอาคารสูงที่จะติดตั้งกล้องวิดีโอสำหรับบันทึกภาพ แต่เมื่อทำการสำรวจอย่างละเอียดแล้ว พบว่า ภาพที่บันทึกบนตึกสูงไม่สามารถที่จะมองเห็นได้อย่างครอบคลุมทั่วบริเวณ

ช่วงถนนจันทน์ตัดใหม่ เพราะบริเวณพื้นที่ของถนนส่วนหนึ่งจากทางแยกสะพานสองครึ่งจะอยู่ใต้โครงการทางด่วน จึงทำให้เกิดการบดบังทัศนียภาพของมุกกล่องในการบันทึกภาพบนอาคารขึ้นได้

3. บริเวณถนนรามอินทราช่วงทางแยกซอยนวลจันทร์ถึงทางแยกสุขาภิบาล 1

ในการสำรวจบริเวณถนนรามอินทรา พบว่า ถนนรามอินทรา มีลักษณะเป็นพื้นผิวคอนกรีต จำนวนของช่องทางเดินรถ 4 ช่องทางต่อทิศทาง แต่ละช่องทางกว้างประมาณ 3.31 เมตร และระยะทางระหว่างทางแยกซอยนวลจันทร์ถึงทางแยกสุขาภิบาล 1 มีความยาวมากกว่าหนึ่งกิโลเมตร ซึ่งบริเวณช่วงถนนดังกล่าวยาวเพียงพอต่อการนำมาใช้ศึกษาวิเคราะห์ถึงการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนได้ แต่เนื่องจากพบอุปสรรคในการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยกล้องวิดีโอ ทัศนียภาพ คือ ไม่สามารถหาอาคารสูงสำหรับใช้ในการติดตั้งกล้องบันทึกภาพการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนได้ เพราะบริเวณสองข้างทางของถนนรามอินทราเป็นพื้นที่บ้านพักอาศัยและสถานประกอบการขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่

4. บริเวณถนนราชมรรคาสาครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร

บริเวณช่วงถนนดังกล่าวมีระยะทางทั้งสิ้น 1,677.30 เมตร ลักษณะของผิวทางเป็นพื้นผิวคอนกรีต จำนวนช่องทางเดินรถต่อทิศทางทั้งหมด 4 ช่องทาง จัดแบ่งเป็นช่องทางสำหรับเดินรถโดยสารประจำทาง (Bus lane) 1 ช่องทาง และจากการสำรวจเบื้องต้น พบว่า มีอาคารสูงขนาดใหญ่สำหรับใช้ในการติดตั้งกล้องบันทึกภาพได้ จึงได้ทำเรื่องขออนุญาตผู้จัดการฝ่ายอาคารที่ พี ไอ เทวเวอร์ ในการใช้สถานที่บนอาคารเพื่อการติดตั้งกล้องวิดีโอสำหรับบันทึกภาพ ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีในการอนุญาตให้ขึ้นไปใช้บริเวณลานจอดรถลิฟต์ของอาคาร ปรากฏว่า สามารถมองเห็นการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนระหว่างทางแยกดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

5. บริเวณถนนราชมรรคาสาครินทร์ช่วงทางแยกรัชชนนทร์ถึงทางแยกจันทน์นนท์

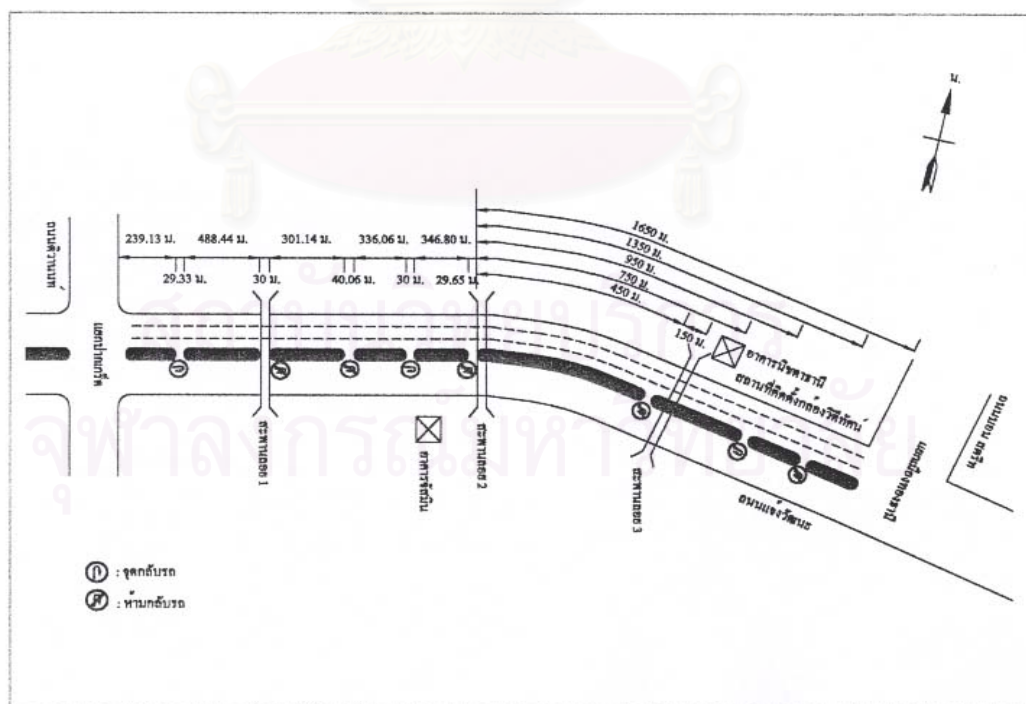
ในการสำรวจระยะทางของบริเวณถนนราชมรรคาสาครินทร์ ช่วงทางแยกรัชชนนทร์ถึงทางแยกจันทน์นนท์ พบว่า มีความยาวทั้งหมดประมาณ 800 เมตร อีกทั้งยังมีอาคารสูงสำหรับใช้ในการบันทึกภาพได้ คือ อาคาร ที่ พี ไอ เทวเวอร์ ซึ่งสามารถมองเห็นการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนระหว่างทางแยกได้อย่างชัดเจน แต่เนื่องจากบริเวณช่วงถนนดังกล่าวมีระยะทางต่ำกว่าหนึ่งกิโลเมตร ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของหลักเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงไม่ทำการพิจารณาเลือกใช้พื้นที่ทำการศึกษานี้

3.4 การคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาสำหรับใช้ในการวิเคราะห์

จากการสำรวจเบื้องต้นของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้ง 5 แห่ง พบว่า บริเวณพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการศึกษาวิเคราะห์การกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนมีด้วยกัน 2 แห่ง คือ บริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงระหว่างทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี และบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทร หลังจากนั้นจึงดำเนินการสำรวจเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของบริเวณถนนอย่างละเอียดอีกครั้ง เพื่อทำการร่างแผนที่ในกำหนดตำแหน่งบอกระยะทางต่างๆ บนช่วงถนนสำหรับใช้เตรียมการวางแผนในขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนามต่อไป

1. บริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี

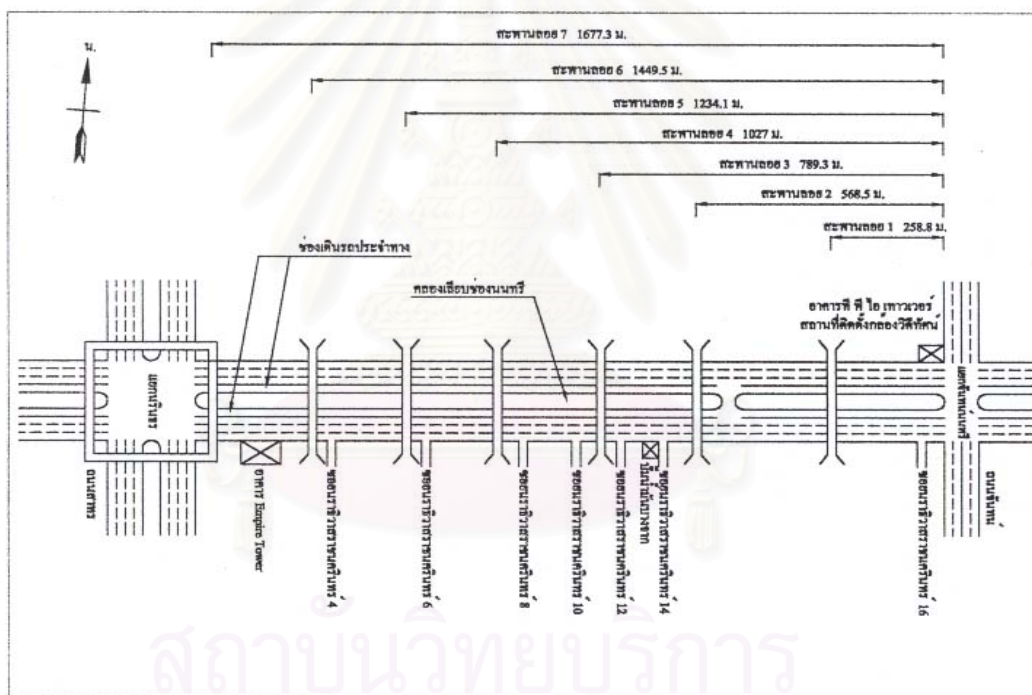
จากการสำรวจระยะทางของบริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงระหว่างทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี มีความยาวทั้งสิ้น 3,520.61 เมตร ลักษณะของผิวทางเป็นพื้นผิวคอนกรีต จำนวนช่องทางเดินรถต่อทิศทาง 3 ช่องทาง แต่ละช่องทางกว้าง 3.45 เมตร ตำแหน่งของจุดกลับรถ และจุดติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนสำหรับบันทึกภาพจะมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.1 ลักษณะของรอบเวลาสัญญาณไฟจราจรเป็นแบบไม่คงที่ในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม



รูปที่ 3.1 บริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี

2. บริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร

จากการสำรวจระยะทางของบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร มีความยาวทั้งสิ้น 1,677.30 เมตร ลักษณะของผิวทางเป็นพื้นผิวคอนกรีต จำนวนช่องทางเดินรถต่อทิศทางทั้งหมด 4 ช่องทาง จัดแบ่งเป็นช่องทางสำหรับเดินรถโดยประจำทาง 1 ช่องทาง แต่ละช่องทางมีขนาดความกว้าง 3.20 เมตร ส่วนช่องทางเดินรถโดยประจำทางจะกว้าง 3.75 เมตร ตำแหน่งของจุดกลับรถ และจุดติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนวิสัยสำหรับบันทึกภาพจะมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.2 ลักษณะของรอบเวลาสัญญาณไฟจราจรเป็นแบบคงที่ในช่วงเวลาที่ทำกรเก็บข้อมูลภาคสนาม กล่าวคือ ในช่วงวันที่ 21 - 22 กันยายน 2542 มีรอบเวลาสัญญาณไฟจราจร 125 วินาที และช่วงวันที่ 29 กันยายน 2542 มีรอบเวลาสัญญาณไฟจราจร เท่ากับ 150 วินาที



รูปที่ 3.2 บริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร

3.5 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การกำหนดช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลภาคสนามในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้ง 2 แห่งจะต้องคำนึงถึงช่วงเวลาที่ปริมาณการจราจรบนถนนพอเหมาะที่ทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถได้ และเวลาทำการของอาคารที่ขออนุญาตในการติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนวิสัยสำหรับบันทึกภาพ

ด้วย ซึ่งช่วงเวลาของการดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามในบริเวณพื้นที่ทั้งสองแห่ง จะมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามจากบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา

บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา	ชุดข้อมูล	ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลภาคสนาม	
		วัน เดือน ปี	เวลา
ถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี	1	30 มิถุนายน 2542	12:51-15:51 น.
	2	2 กรกฎาคม 2542	10:56-13:22 น.
	3	5 กรกฎาคม 2542	13:12-13:31 น.
	4	8 กรกฎาคม 2542	10:05-11:19 น.
	5	9 กรกฎาคม 2542	9:57-11:24 น.
ถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทร	1	21 กันยายน 2542	12:00-13:18 น.
	2	22 กันยายน 2542	11:19-12:43 น.
	3	29 กันยายน 2542	11:51-13:17 น.

ภายหลังจากการกำหนดช่วงเวลาการเก็บข้อมูลภาคสนามแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จัดเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และการถอดข้อมูลที่สำรวจได้จากภาคสนาม ซึ่งประกอบไปด้วย

1. กล้องวิดีโอที่ศน์ SONY จำนวน 4 ตัว
2. แบตเตอรี่ของกล้องวิดีโอที่ศน์ จำนวน 5 ก้อน

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของกล้องวิดีโอที่ศน์ และแบตเตอรี่ที่ใช้เก็บข้อมูลภาคสนาม

รุ่นของกล้องวิดีโอที่ศน์	แบตเตอรี่		
	รุ่นของแบตเตอรี่	ระยะเวลาการบันทึกภาพแบบต่อเนื่อง (นาที)	ระยะเวลาการประจุไฟ (นาที)
TR330E (10X)	NP-77H	205	170
	NP-33	70	60
TR380E (12X)	NP-90	90	120
TR340CE (210X)	NP-F530	115	170
TRV41E (60X)	NP-F530	115	170

3. ขาดังกล้อง จำนวน 4 ชุด
4. เทปบันทึกภาพของกล้องวิดีโอที่ศน์ขนาดความยาว 90 นาที จำนวน 4 ม้วน

5. วิดีโอเทปสำหรับการถ่ายภาพขนาดความยาว 90 นาที	จำนวน	32	ม้วน
6. ตลับเทปวีดีระยะทาง 50 เมตร	จำนวน	1	ตลับ
7. ตัวคณนับปริมาณรถ (Hand counter)	จำนวน	4	ชุด
8. เครื่องโทรทัศน์ พร้อมเครื่องเล่นวีดีโอเทป	จำนวน	2	ชุด
9. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมบันทึกเวลา	จำนวน	1	เครื่อง

ในการออกปฏิบัติการเก็บข้อมูลภาคสนามของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษากอง 2 แห่งตามวัน และเวลาที่กำหนด ต้องทำการสำรวจหาตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนสำหรับบันทึกภาพ ให้สามารถมองเห็นได้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาก่อน ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.4 ต่อจากนั้นจึงทำการตั้งเวลาที่แสดงบนกล้องวิดีโอทัศนทั้ง 4 ตัวให้ตรงกันก่อนการเริ่มบันทึกภาพ ซึ่งจะอาศัยผู้ปฏิบัติงานจำนวน 2 คน ในการควบคุมดูแลขั้นตอนการบันทึกภาพให้เป็นไปอย่างราบรื่น และพร้อมเพรียงกัน

ตารางที่ 3.4 ตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษากองสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	ตำแหน่งของกล้องวิดีโอทัศน		มุมของกล้องที่บันทึกภาพ
ถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี	กล้องตัวที่ 1	อาคารนิชดาธานี ชั้นที่ 39	บริเวณทางแยกปากเกร็ด
	กล้องตัวที่ 2	อาคารนิชดาธานี ชั้นที่ 39	บริเวณช่วงถนน 0 - 1000 เมตร
	กล้องตัวที่ 3	อาคารนิชดาธานี ชั้นที่ 39	บริเวณช่วงถนน 1000 - 1400 เมตร
	กล้องตัวที่ 4	อาคารนิชดาธานี ชั้นที่ 39	บริเวณทางแยกเมืองทองธานี
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์ ช่วงทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทร	กล้องตัวที่ 1	สะพานลอยแรกจากแยกจันทน์นนทบุรี	บริเวณทางแยกจันทน์นนทบุรี
	กล้องตัวที่ 2	ลานจอดเฮลิคอปเตอร์บนTPI Tower	บริเวณช่วงถนน 0 - 200 เมตร
	กล้องตัวที่ 3	ลานจอดเฮลิคอปเตอร์บนTPI Tower	บริเวณช่วงถนน 400 - 1000 เมตร
	กล้องตัวที่ 4	ลานจอดเฮลิคอปเตอร์บนTPI Tower	บริเวณระยะ 1200 จนถึงแยกนรินทร

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการบันทึกภาพเก็บข้อมูลภาคสนามแล้ว ต้องรีบทำการถ่ายโอนภาพจากเทปที่บันทึกได้จากกล้องวิดีโอทัศนลงสู่ม้วนวีดีโอเทปพร้อมเขียนรายละเอียดกำกับ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการถอดข้อมูลต่อไป อีกทั้งยังเป็นการจัดเตรียมแบตเตอรี่ เทปบันทึกภาพ และสภาพของกล้องวิดีโอทัศนให้พร้อมต่อการจัดเก็บข้อมูลภาคสนามในวันถัดมา

ขบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามสำหรับใช้ในการศึกษาการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนนี้ จะประสบปัญหา และอุปสรรคในการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

1. การสำรวจหาพื้นที่ทำการศึกษากองใหญ่ จะพบบริเวณช่วงถนนที่มีระยะทางระหว่าง

ทางแยกต่ำกว่าความยาวที่กำหนด และปริมาณการจราจรบนถนนที่หนาแน่นจนไม่ทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถ

2. การสำรวจหาตำแหน่งของจุดติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนวิสัยเป็นไปได้อย่างยากลำบาก เนื่องจากต้องใช้อาคารสูงขนาดใหญ่ในการติดตั้งกล้องบนที่กภาพการเคลื่อนไหวของรถบนช่วงถนน ซึ่งจะประสบปัญหาในการขออนุญาตขึ้นไปบนอาคาร และพื้นที่ทำการศึกษบางแห่งที่สำรวจได้ไม่มีอาคารสูงขนาดใหญ่ตั้งอยู่

3. ช่วงระยะเวลาดำเนินการระหว่างทำเรื่องติดต่อขออนุญาตใช้อาคาร เพื่อสำรวจหาตำแหน่งของจุดติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนวิสัย ต้องใช้เวลาอย่างน้อยหนึ่งอาทิตย์ในพื้นที่ทำการศึกษาแต่ละแห่ง ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาในขั้นตอนการปฏิบัติงานสำรวจ และคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษามากขึ้น

4. สภาพลมและอากาศที่ร้อนอบอ้าวในขณะที่กภาพบนอาคาร อาจทำความเสียหายแก่กล้องบันทึกภาพได้

3.6 การถอดข้อมูลภาคสนามที่สำรวจได้

ในการถอดข้อมูลภาคสนามที่สำรวจได้จากบริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี และบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร เพื่อนำมาใช้ศึกษาวิเคราะห์ถึงการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการจัดเตรียม และคัดแยกม้วนวิดีโอเทปบันทึกภาพตามวันที่เก็บข้อมูลภาคสนามของพื้นที่ทำการศึกษาในแต่ละแห่งให้พร้อม ซึ่งการบันทึกภาพบนช่วงถนนแต่ละครั้งจะประกอบด้วยม้วนวิดีโอเทปจำนวน 4 ม้วนตามตำแหน่งของจุดติดตั้งกล้องวิดีโอทัศนวิสัยดังตารางที่ 3.3

2. นำม้วนวิดีโอเทปที่บันทึกภาพจากกล้องวิดีโอทัศนวิสัยตัวที่ 1 และตัวที่ 4 ในบริเวณทางแยกทั้งสองแห่ง มาเปิดหารอบเวลาสัญญาณไฟแดง และไฟเขียว เพื่อกำหนดรอบเวลาสัญญาณไฟจราจรที่ทำการศึกษา

3. ทำการเปิดคู่มือวีดิโอเทปที่บ้านที่ภภาพจากกล้องวิดีโอที่ตัวที่ 1 และตัวที่ 4 อีกครั้ง เพื่อจำแนกประเภทของรถ และนับปริมาณการจราจรทุกๆ 15 นาทีในแต่ละทิศทางที่บริเวณทางแยก ขั้นตอนนี้ต้องอาศัยเครื่องมือวัดค่านับปริมาณรถ และผู้ปฏิบัติงานจำนวน 4 คน ซึ่งผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนจะมีหน้าที่คอยค่านับปริมาณรถ พร้อมกับทำการจำแนกประเภทของรถ ออกเป็น 4 ประเภท คือ รถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถยนต์โดยสารประจำทาง และ รถยนต์บรรทุกตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไปที่แล่นผ่านบริเวณทางแยกทุกๆ 15 นาทีในแต่ละทิศทางด้วย

4. กำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานหนึ่งคนคอยสังเกตนับจำนวนรถจักรยานยนต์ที่แล่นผ่านเส้นหยุดในแต่ละรอบสัญญาณไฟจราจร จากเทปบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอที่ตัวที่ 1

5. ขั้นตอนการจับเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันขณะแล่นผ่านที่เส้นหยุด และระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 1,400 เมตร ตามลำดับจากทางแยก โดยขั้นตอนนี้ ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานจำนวน 3 คนในการจับเวลาการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในทิศทางจากทางแยกปากเกร็ดมุ่งหน้ามายังทางแยกเมืองทองธานีบนถนนแจ้งวัฒนะ และการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในทิศทางจากทางแยกจันทน์นทรีมุ่งหน้ามายังทางแยกนรินทร ในแต่ละรอบเวลาของสัญญาณไฟจราจรที่กำหนดจากขั้นตอนที่ 2 เริ่มแรกทำการวัดเทียบสเกลของระยะทางบนช่วงถนนที่ปรากฏในจอโทรทัศน์ กับแผนที่ทำการสำรวจจากภาคสนาม เพื่อกำหนดจุดที่ใช้จับเวลาบนหน้าจอด้วยเทปขาว หลังจากนั้นทำการเปิดเทปที่บ้านที่ภภาพได้จากกล้องวิดีโอที่ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 ให้พร้อมกัน เมื่อถึงรอบเวลาของสัญญาณไฟจราจรที่กำหนด ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนต้องทำการจับเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถขณะแล่นผ่านตามจุดต่างๆ ที่กำหนดด้วยเทปขาว โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เก็บค่าเวลา (Time record program) ที่เขียนขึ้นจากภาษาปาสคาล ซึ่งมีความละเอียดของเวลาที่บันทึกประมาณ 1/100 วินาที พร้อมกับทำการจดบันทึกตำแหน่งช่องทางเดินทาง ตำแหน่งของรถในแถวคอย ประเภทของรถ การเปลี่ยนช่องทางเดินทาง และลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนด้วย เช่น การกลับรถ การหยุดจอดรถ และการเลี้ยวออกจากถนน

ในส่วนบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงระยะทางระหว่าง 1,200 ถึง 1,400 เมตรที่บ้านที่ภภาพได้จากกล้องวิดีโอที่ตัวที่ 4 นั้น ต้องทำการถอดข้อมูลแยกต่างหาก ภายหลังจากการถอดข้อมูลที่บันทึกภาพได้จากกล้องตัวที่ 2 และตัวที่ 3 เสร็จสิ้นแล้ว เนื่องจากต้องอาศัยข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคัน ประเภทของรถ ตำแหน่งของช่องทางเดินทางที่ระยะทาง 1,000 เมตร มาช่วยประกอบในการถอดข้อมูลที่ระยะ 1,200 และ 1,400 เมตร ซึ่งแตกต่างกับใน

บริเวณถนนแจ้งวัฒนะที่สามารถมองเห็นระยะทางของช่วงถนนตั้งแต่เส้นหยุดจนถึงระยะทาง 1,400 เมตรจากทางแยก ภายในกล้องตัวที่ 2 และตัวที่ 3

6. นำข้อมูลตำแหน่งช่องทางเดินรถ ตำแหน่งของรถในแถวคอย ประเภทของรถ การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนของแต่ละรอบสัญญาณไฟที่เก็บรวบรวมได้จากเทปบันทึกภาพทั้งหมดมาจัดสร้างตารางข้อมูลดิบในโปรแกรม Excel เพื่อความสะดวกรวดเร็วต่อการนำข้อมูลไปใช้ปฏิบัติงานในขบวนการวิเคราะห์

7. ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคันที่เก็บรวบรวมได้จากขั้นตอนที่ 5 จะถูกนำมาจัดเรียงค่า เพื่อตรวจนับหาข้อมูลปริมาณการจราจรทุก ๆ 4 วินาทีของแต่ละรอบสัญญาณไฟจราจร ณ ตำแหน่งต่างๆ บนช่วงถนน

3.7 สรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

ในการดำเนินงานสำรวจ และเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามสำหรับใช้วิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน จะประกอบด้วยข้อมูลลักษณะทางกายภาพ และข้อมูลการจราจรของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษทั้งสองแห่ง ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

ข้อมูลภาคสนามที่สำรวจได้ในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีจำนวนกลุ่มรถที่ทำการศึกษารวมทั้งสิ้น 83 กลุ่ม ทิศทางการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถจะพิจารณาตั้งแต่ช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานีที่มีความยาว 3,520.61 เมตร ควบคุมการจราจรด้วยระบบสัญญาณไฟแบบไม่คงที่ ซึ่งมีรอบเวลาของสัญญาณไฟผันแปรตั้งแต่ 95 ถึง 655 วินาที ช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวตั้งแต่ 30 ถึง 165 วินาทีตามลำดับ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะในช่วงเวลาปกติ (Off-Peak) พบว่ามีปริมาณการจราจรเฉลี่ย 318 คัน/ชั่วโมง จำแนกออกเป็นสัดส่วนของรถยนต์ส่วนบุคคล 77 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนของของรถบรรทุก (> 6 ล้อ) 2 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนของรถโดยสารประจำทาง 21 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณของรถจักรยานยนต์มีค่าเท่ากับ 73 คัน/ชั่วโมง

การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถที่เคลื่อนตัวออกจากบริเวณทางแยกปากเกร็ดถึงช่วงระยะทาง 1,400 เมตรบนถนนแจ้งวัฒนะมีจำนวนทั้งหมด 2,753 ครั้ง คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ของ

จำนวนรถทั้งหมด โดยมีสัดส่วนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของจำนวนรถในช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวาที่เคลื่อนตัวออกจากทางแยกเท่ากับ 0.4, 41.4 และ 58.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนจะประกอบด้วยจำนวนรถที่หยุดจอด 149 คัน และจำนวนรถที่เลี้ยวรถออกจากถนน 183 คัน คิดเป็น 44.9 และ 55.1 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมด เมื่อพิจารณาแยกประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนตามจำนวนรถในช่องทางเดินรถที่บริเวณทางแยก จะพบว่า เปอร์เซ็นต์ของการหยุดจอดรถที่ช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวา มีค่าเท่ากับ 0.7, 69.8 และ 29.5 ส่วนเปอร์เซ็นต์ของรถที่เลี้ยวออกจากถนนที่ช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวามีค่าเท่ากับ 2.2, 52.5 และ 45.3 ตามลำดับ

สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์มีจำนวนกลุ่มรถที่สำรวจได้ทั้งหมด 106 กลุ่ม ทิศทางการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถจะพิจารณาตั้งแต่ช่วงทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทรที่มีความยาว 1,677.30 เมตร และควบคุมการจราจรด้วยระบบสัญญาณไฟแบบคงที่ซึ่งมีรอบเวลาของสัญญาณไฟ 125 และ 150 วินาที ช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียว 35 และ 50 วินาทีตามลำดับ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลาปกติบนถนนราธิวาสราชนครินทร์ จะพบว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ย 1,207 คัน/ชั่วโมง จำแนกออกเป็นสัดส่วนของรถยนต์ส่วนบุคคล 94.4 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนของของรถบรรทุก (> 6 ล้อ) 3.8 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนของรถโดยสารประจำทาง 1.3 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณของรถจักรยานยนต์มีค่าเท่ากับ 466 คัน/ชั่วโมง

การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถที่เคลื่อนตัวออกจากบริเวณทางแยกจันทน์นนท์ถึงช่วงระยะทาง 1,400 เมตรบนถนนราธิวาสราชนครินทร์ มีจำนวนทั้งหมด 4,291 ครั้ง คิดเป็น 16.4 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรถทั้งหมด โดยมีสัดส่วนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของจำนวนรถในช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวา และช่องทางรถโดยสารที่เคลื่อนตัวออกจากทางแยกเท่ากับ 26.6, 38.8, 32.4 และ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนจะประกอบด้วยจำนวนรถที่กลับรถ 408 คัน จำนวนรถที่หยุดจอด 9 คัน และจำนวนรถที่เลี้ยวรถออกจากถนน 588 คัน คิดเป็น 40.6 0.9 และ 58.5 เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมด เมื่อพิจารณาแยกประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนตามจำนวนรถในช่องทางเดินรถที่ทางแยก จะพบว่า เปอร์เซ็นต์ของการกลับรถที่ช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวา และช่องรถโดยสารมีค่าเท่ากับ 7.6, 13.3, 78.4 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ของการหยุดจอดรถที่ช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวา มีค่าเท่ากับ 55.6, 33.3 และ 11.1 แต่จะไม่มีกิจกรรมการหยุดจอดรถที่ช่องรถโดยสารเลย ส่วนเปอร์เซ็นต์ของรถที่เลี้ยวออกจากถนนที่ช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง ช่องทางขวา และช่องรถโดยสารมีค่าเท่ากับ 33.6, 4.6, 16.7 และ 0.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.5 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	ปริมาณรถ จักรยานยนต์ (คัน/ชั่วโมง)	ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (คัน/ชั่วโมง)			
		รถยนต์ ส่วนบุคคล (> 6 ล้อ)	รถบรรทุก (> 6 ล้อ)	รถโดยสาร ประจำทาง	รวม ทั้งหมด
ถนนแจ้งวัฒนะ	73	246	5	67	318
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	466	1,146	46	15	1,207

ตารางที่ 3.6 จำนวนครั้งในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนน				
	ช่องทาง ซ้าย	ช่องทาง กลาง	ช่องทาง ขวา	ช่องทาง รถโดยสาร	รวม ทั้งหมด
ถนนแจ้งวัฒนะ	10	1,140	1,603	-	2,753
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	1,143	1,663	1,391	94	4,291

ตารางที่ 3.7 ประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนของบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	ประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (คัน)			
	การกลับรถ	การหยุดจอดรถ	การเลี้ยวออก	รวมทั้งหมด
ถนนแจ้งวัฒนะ	-	149	181	330
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	408	9	588	1,005

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้สำรวจจากพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่า ปริมาณการจราจรเฉลี่ย และปริมาณรถจักรยานยนต์ของบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์จะมีค่ามากกว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะถึง 889 คัน/ชั่วโมง และ 393 คัน/ชั่วโมงตามลำดับ ขณะที่สัดส่วนของรถยนต์ส่วนบุคคล และรถบรรทุกเมื่อเทียบกับปริมาณการเฉลี่ยบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่ามากกว่าถนนแจ้งวัฒนะ 17.4 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมีสัดส่วนของรถโดยสารประจำทางที่น้อยกว่าถึง 19.7 เปอร์เซ็นต์

พฤติกรรมการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถจากบริเวณทางแยกถึงช่วงระยะทาง 1,400 เมตรบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนที่มากกว่า 3.6 เปอร์เซ็นต์ของช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ ส่วนกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะคิดเป็น 15.2 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรถทั้งหมด ซึ่งมีค่าน้อยกว่าถึง 6.2 เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

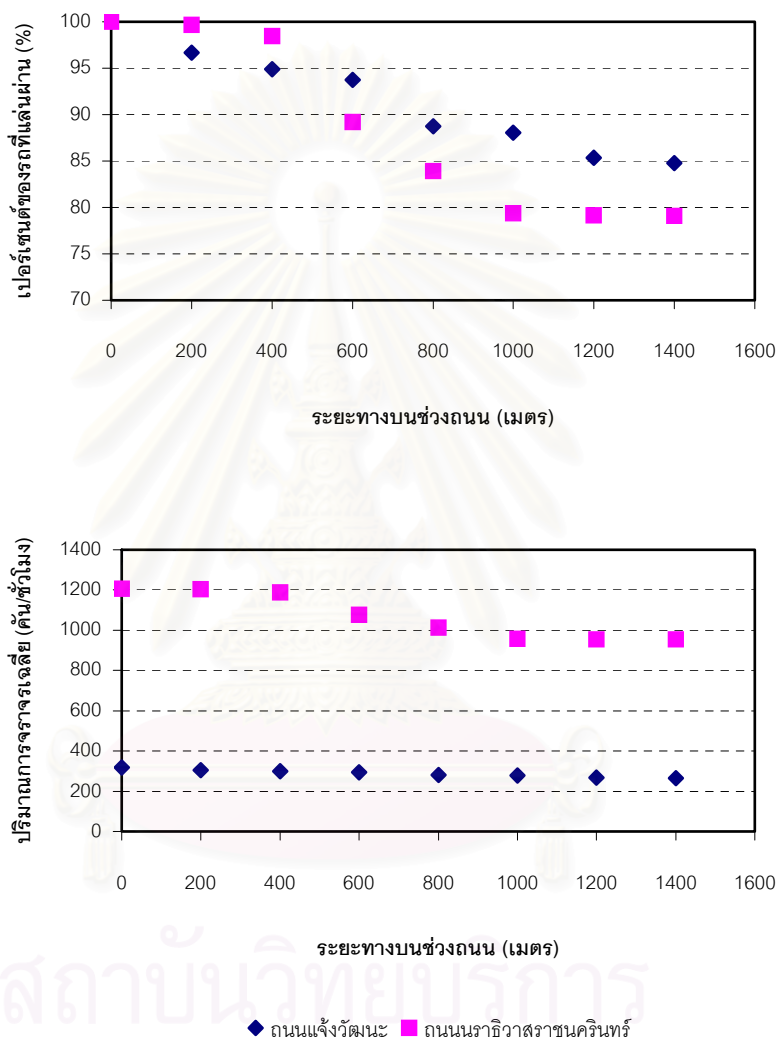
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4.1.1 ปริมาณการจราจร

ข้อมูลที่สำคัญได้ในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี มีปริมาณการจราจรเฉลี่ยที่เคลื่อนตัวผ่านเส้นหยุด 318 คัน/ชั่วโมง แยกเป็นปริมาณการจราจรในช่องทางซ้าย 1 คัน/ชั่วโมง ช่องทางกลาง 120 คัน/ชั่วโมง และช่องทางขวา 197 คัน/ชั่วโมง สาเหตุที่ปริมาณการจราจรในช่องทางซ้ายมีค่าต่ำมากนั้น เกิดจากสัดส่วนของปริมาณรถที่เคลื่อนตัวเดี่ยวซ้ายบริเวณทางแยกปากเกร็ดมีสูงกว่าปริมาณรถในทิศทางตรง ขณะที่ช่องทางเดินรถเพียงช่องทางเดียว จึงทำให้ปริมาณรถที่เคลื่อนตัวในทิศทางตรงมีน้อย แต่ถ้าแยกตามประเภทของรถมีปริมาณการจราจรของรถยนต์ส่วนบุคคล 246 คัน/ชั่วโมง รถบรรทุก 5 คัน/ชั่วโมง รถโดยสาร 67 คัน/ชั่วโมง เมื่อพิจารณาการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนจะเห็นได้ว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยมีค่าลดลงถึง 52 คัน/ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์ของการลดลงที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตร จากทางแยกคิดเป็น 25.0, 11.5, 7.7, 28.8, 3.9, 19.2 และ 3.9 ตามลำดับ มีสัดส่วนการลดลงในช่องทางกลางคิดเป็น 59.6 เปอร์เซ็นต์ และช่องทางขวา 40.4 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สัดส่วนการลดลงแยกตามประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคลคิดเป็น 42.3 เปอร์เซ็นต์ รถบรรทุก 1.9 เปอร์เซ็นต์ และรถโดยสารประจำทาง 55.8 เปอร์เซ็นต์

สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทรมีปริมาณการจราจรเฉลี่ยที่เคลื่อนตัวผ่านเส้นหยุด 1,207 คัน/ชั่วโมง แยกเป็นปริมาณการจราจรในช่องทางซ้าย 211 คัน/ชั่วโมง ช่องทางกลาง 491 คัน/ชั่วโมง ช่องทางขวา 489 คัน/ชั่วโมง และช่องทางเดินรถโดยสารประจำทาง 16 คัน/ชั่วโมง แต่ถ้าแยกตามประเภทของรถมีปริมาณการจราจรของรถยนต์ส่วนบุคคล 1,146 คัน/ชั่วโมง รถบรรทุก 4.6 คัน/ชั่วโมง รถโดยสาร 15 คัน/ชั่วโมง เมื่อพิจารณาการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนจะเห็นได้ว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยมีค่าลดลงถึง 252 คัน/ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์ของการลดลงที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตร จากทางแยกคิดเป็น 1.6, 6.0, 44.4, 25.4,

21.8, 0.8 และ 0 ตามลำดับ มีสัดส่วนการลดลงในช่องทางซ้ายคิดเป็น 29.8 เปอร์เซ็นต์ ช่องทางกลาง 32.1 เปอร์เซ็นต์ ช่องทางขวา 36.9 เปอร์เซ็นต์ และช่องทางเดินรถโดยสาร 1.2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สัดส่วนการลดลงแยกตามประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคลคิดเป็น 94.0 เปอร์เซ็นต์ รถบรรทุก 5.2 เปอร์เซ็นต์ และรถโดยสารประจำทาง 0.8 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ของรถที่แล่นผ่านบนช่วงถนน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการจราจรของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีปริมาณการจราจรเฉลี่ย และสัดส่วนการลดลงของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนที่ต่ำกว่าถนนนราธิวาสราชนครินทร์ 4.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุดของบริเวณถนนแจ้งวัฒนะที่ช่วงระยะทาง 600 ถึง 800 เมตร และบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์เกิดขึ้นที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตร เนื่องจากตำแหน่งของจุดสังเกตดังกล่าวมีปริมาณรถที่เลี้ยวออก

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (คัน/ชั่วโมง)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)							
		เส้นหยุด	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	1	1	1	1	1	1	1	1
	ช่องทางกลาง	120	109	106	104	95	94	90	89
	ช่องทางขวา	197	195	193	191	184	183	177	176
	รวม	318	305	299	295	280	278	268	266
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	246	238	237	236	234	233	225	224
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	5	5	5	5	5	5	4	4
	รถโดยสาร	67	62	57	54	41	40	39	38
	รวม	318	305	299	295	280	278	268	266

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (คัน/ชั่วโมง)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)							
		เส้นหยุด	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	211	207	197	186	164	152	136*	136*
	ช่องทางกลาง	491	491	487	471	437	408	410*	410*
	ช่องทางขวา	489	489	488	404	396	383	396*	396*
	ช่องรถโดยสาร	16	16	16	15	15	14	13	13
	รวม	1,207	1,203	1,188	1,076	1,012	957	955*	955*
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	1,146	1,142	1,138	1,028	965	911	909*	909*
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	46	46	35	33	33	32	33*	33*
	รถโดยสาร	15	15	15	15	14	14	13*	13*
	รวม	1,207	1,203	1,188	1,076	1,012	957	955*	955*

หมายเหตุ * จำนวนกลุ่มรถที่ทำการศึกษามีบริเวณตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงระยะทาง 1,200 และ 1,400 เมตร มีจำนวน 70 กลุ่ม จาก 106 กลุ่มที่มีบริเวณตำแหน่งเส้นหยุด ถึงช่วงระยะทาง 1,000 เมตร

จากถนนแจ้งวัฒนะ และปริมาณรถที่กลับรถบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์มากที่สุด เมื่อพิจารณาปริมาณการจราจรที่ลดลงตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถ พบว่า บริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีส่วนการลดลงในช่องทางกลางมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากถนนนราธิวาสราชนครินทร์ที่มีส่วนการลดลงในช่องทางขวามากที่สุด ขณะที่ส่วนการลดลงของเปอร์เซ็นต์รถโดยสารประจำทางบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะมีค่าสูงกว่าบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ แต่จะมีสัดส่วนของ

รถยนต์ส่วนบุคคล และรถบรรทุกที่ลดลงต่ำกว่า จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนรถ และกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถทั้งหมด เช่น การกักตัวรถ การหยุดจอดรถ และการเลี้ยวรถ เป็นต้น

4.1.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะตามลักษณะช่องทางเดินรถที่เคลื่อนตัวออกจากทางแยก พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยตลอดช่วงระยะทางของถนนในช่องทางขวามีค่าต่ำสุด รองลงมาคือช่องทางกลาง และช่องทางซ้าย ยกเว้นที่บริเวณตำแหน่งเส้นหยุด ส่วนเมื่อพิจารณาตามประเภทของรถจะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าต่ำกว่ารถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางตามลำดับ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบค่าทางสถิติ t ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของช่องทางซ้ายมีค่าไม่แตกต่างกันกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของช่องทางกลางที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 1,400 เมตร และช่องทางขวาที่ช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าไม่แตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถบรรทุก แต่จะมีค่าแตกต่างจากเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถโดยสารประจำทางที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนที่ช่องทางขวาใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยต่ำสุด รองลงมาคือช่องทางกลาง ช่องทางซ้าย และช่องรถโดยสาร ยกเว้นบริเวณตำแหน่งเส้นหยุด และตำแหน่งของจุดสังเกตที่ช่วงระยะทาง 200 เมตรจากทางแยก ส่วนเมื่อพิจารณาตามประเภทของรถจะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนของรถโดยสารประจำทางมีค่าสูงกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล และรถบรรทุก ภายหลังจากดำเนินการทดสอบค่าทางสถิติ t ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยตามลักษณะช่องทางเดินรถ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของช่องทางซ้ายมีค่าไม่แตกต่างกันกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของช่องทางกลางที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 1,400 เมตร และช่องรถโดยสารที่ช่วงระยะทาง 400 กับ 600 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนของช่องทางขวามีค่าแตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของช่องทางซ้าย ช่องทางกลาง และช่องรถโดยสารทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ เว้นเพียงแต่ช่องรถโดยสารที่ช่วงระยะทาง 400 เมตรเท่านั้น แต่เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติ t ตาม

ประเภทของรถทำให้ทราบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าแตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถบรรทุกที่ระยะทาง 200 เมตรเท่านั้น และรถโดยสารประจำทางตลอดช่วงระยะทางบนถนนที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.3 เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)							
		เส้นหยุด	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
		29.79	55.94	72.64	84.63	95.98	106.94	119.51	130.87
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	13.44	66.19	88.30	106.23	117.00	128.35	141.21	152.87
	ช่องทางกลาง	28.40	57.72	75.92	89.12	102.05	114.02	128.26	140.04
	ช่องทางขวา	30.69	54.90	70.76	82.09	92.70	103.17	114.91	126.04
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	29.20	53.83	69.79	81.35	91.90	102.41	114.13	125.09
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	28.44	53.32	70.28	83.15	91.36	106.28	118.95	131.58
	รถโดยสาร	31.99	64.18	84.49	98.75	118.61	132.56	149.90	163.49

ตารางที่ 4.4 เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)							
		เส้นหยุด	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
		16.63	43.89	60.65	78.23	93.31	106.85	119.12	134.91
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	14.34	43.94	62.53	80.93	97.11	111.33	124.29	139.63
	ช่องทางกลาง	17.67	45.06	62.41	80.28	95.80	109.57	121.91	137.93
	ช่องทางขวา	16.78	42.90	58.20	74.33	88.47	101.41	113.29	128.78
	ช่องทางรถโดยสาร	9.44	37.56	58.82	86.34	109.10	128.89	156.42	178.83
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	16.59	43.69	60.62	78.20	93.27	106.80	118.98	134.94
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	16.76	46.39	59.54	77.25	91.98	104.71	118.09	131.88
	รถโดยสาร	19.73	52.20	65.81	83.74	101.01	116.48	129.13	142.52

เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนถนนแจ้งวัฒนะจากตำแหน่งเส้นหยุดถึงช่วงระยะทาง 800 เมตรจะใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยมากกว่าถนนนราธิวาสราชนครินทร์ ส่วนตำแหน่งของจุดสังเกตที่ช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,400 เมตรมีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางใกล้เคียงกัน ผลจากการทดสอบค่าทางสถิติ t แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาทั้งสองบนตำแหน่งของจุด

สังเกตที่ช่วงระยะทาง 1,000 และ 1,200 เมตรเท่านั้นไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

4.1.3 การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ

ข้อมูลการเปลี่ยนช่องทางเดินรถที่สำรวจได้บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะเกิดขึ้นจำนวนทั้งหมด 2,753 ครั้ง คิดเป็นสัดส่วน 13.8, 23.2, 12.6, 10.9, 10.7, 11.9 และ 16.9 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรจากทางแยก ซึ่งจัดแบ่งตามลักษณะช่องทางเดินรถได้จำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถในช่องทางซ้าย 10 ครั้ง ช่องทางกลาง 1,140 ครั้ง และช่องทางขวา 1,603 ครั้ง โดยที่ช่องทางซ้าย และช่องทางกลางเกิดขึ้นมากที่สุดบนช่วงระยะทางจากเส้นหยุดถึง 200 เมตร ขณะที่ช่องทางขวาเกิดขึ้นมากที่สุดบนช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร ส่วนเมื่อพิจารณาตามประเภทของรถ พบว่าการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของรถยนต์ส่วนบุคคลมีสัดส่วนสูงสุด 78.2 เปอร์เซ็นต์ รถโดยสารประจำทาง 20.7 เปอร์เซ็นต์ และรถบรรทุก 1.1 เปอร์เซ็นต์ ประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางมีจำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเกิดขึ้นมากที่สุดบนช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร ขณะที่รถบรรทุกเกิดขึ้นมากที่สุดบนช่วงระยะทาง 1,200 ถึง 1,400 เมตร

สำหรับการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์มีจำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 4,291 ครั้ง คิดเป็นสัดส่วน 18.2, 15.8, 19.0, 13.4, 7.5, 12.3 และ 13.8 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรจากทางแยก ซึ่งจัดแบ่งตามลักษณะช่องทางเดินรถได้จำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถในช่องทางซ้าย 1,143 ครั้ง ช่องทางกลาง 1,663 ครั้ง ช่องทางขวา 1,391 ครั้ง และช่องรถโดยสาร 94 ครั้ง โดยที่ช่องทางซ้ายเกิดขึ้นมากที่สุด บนช่วงระยะทางจากเส้นหยุดถึง 200 เมตร ส่วนช่องทางกลาง ช่องทางขวา และช่องรถโดยสารเกิดขึ้นบนช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตรมากที่สุด ส่วนเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนช่องทางเดินรถตามประเภทของรถ พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีสัดส่วนสูงสุด 93.1 เปอร์เซ็นต์ รถบรรทุก 4.2 เปอร์เซ็นต์ รถโดยสารประจำทาง 2.7 เปอร์เซ็นต์ ประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางมีจำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเกิดขึ้นมากที่สุดบนช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตร ขณะที่รถบรรทุกเกิดขึ้นบนช่วงระยะทางจากเส้นหยุดถึง 200 เมตรมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถสูงกว่าบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์

นครินทร์ 3.6 เปอร์เซ็นต์ โดยที่มีการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเกิดขึ้นมากที่สุดของถนนแจ้งวัฒนะในช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร และถนนนราธิวาสราชนครินทร์ในช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตร

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (ครั้ง)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	4	1	0	2	2	1	0
	ช่องทางกลาง	294	225	144	106	101	113	157
	ช่องทางขวา	81	412	203	191	193	215	308
	รวม	379	638	347	299	296	329	465
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	277	506	252	234	234	265	386
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	4	5	5	2	2	5	7
	รถโดยสาร	98	127	90	63	60	59	72
	รวม	379	638	347	299	296	329	465

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (ครั้ง)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	391	236	168	113	58	87	90
	ช่องทางกลาง	275	225	327	224	115	235	262
	ช่องทางขวา	112	210	288	220	141	191	229
	ช่องทางรถโดยสาร	2	5	34	16	7	17	13
	รวม	780	676	817	573	321	530	594
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	695	648	769	551	308	472	551
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	82	23	14	6	6	21	29
	รถโดยสาร	3	5	34	16	7	37	14
	รวม	780	676	817	573	321	530	594

เนื่องจากบริเวณช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตรของถนนแจ้งวัฒนะมีการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่องทางกลาง และช่องทางขวาซึ่งมีปริมาณรถที่มากกว่าไปสู่ช่องทางซ้ายที่มีปริมาณรถออกจากทางแยกน้อยกว่า แต่บริเวณช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตรของถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีตำแหน่งของจุดกลับรถตั้งอยู่ทำให้การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถมีการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเพื่อหลีกเลี่ยงการชะลอตัวของแถวคอยรถที่กลับรถ ขณะที่พิจารณาเปรียบเทียบตามลักษณะช่องทาง

เดินรถ และประเภทของรถ พบว่าการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเกิดขึ้นมากที่สุดในช่องทางขวาของถนนแจ้งวัฒนะ และช่องทางกลางของถนนนราธิวาสราชนครินทร์ ส่วนประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคลมีสัดส่วนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถสูงกว่ารถบรรทุก และรถโดยสารประจำทาง เพราะรถยนต์ส่วนบุคคลมีอัตราเร่งของเครื่องยนต์สูงกว่ารถประเภทอื่นๆ ส่งผลทำให้สามารถใช้ความเร็วในการสับเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนนได้มากกว่าด้วย

4.1.4 กิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน

ในการเก็บบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะตั้งแต่บริเวณทางแยกปากเกร็ดถึงตำแหน่งของจุดสังเกตที่ระยะทาง 1,400 เมตร พบว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถบนช่วงถนนประกอบด้วยประเภทของการหยุดจอดรถ และการเลี้ยวรถออกจากถนน โดยมีปริมาณรถหยุดจอดจำนวน 149 คัน คิดเป็นสัดส่วน 45.6, 21.5, 11.4, 8.1, 2.7, 6.0 และ 4.7 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรจากทางแยก ปริมาณรถที่เลี้ยวออกมีจำนวน 183 คัน คิดเป็นสัดส่วนตามตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน 2.2, 4.4, 4.4, 52.4, 6.5, 26.8 และ 3.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อพิจารณากิจกรรมที่เกิดขึ้นตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถ พบว่าสัดส่วนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนในช่องทางกลางมีมากที่สุด 60.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือช่องทางขวา 38.3 เปอร์เซ็นต์ และช่องทางซ้าย 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ในช่องทางกลาง และช่องทางขวามีจำนวนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 600 ถึง 800 เมตร ส่วนในช่องทางซ้ายเกิดขึ้นในช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,200 เมตร ขณะที่สัดส่วนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางมีค่าเท่ากับ 42.8, 1.5 และ 55.7 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคลมีจำนวนกิจกรรมเกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,200 เมตร ประเภทของรถบรรทุกเกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร และประเภทของรถโดยสารประจำทางเกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 600 ถึง 800 เมตร

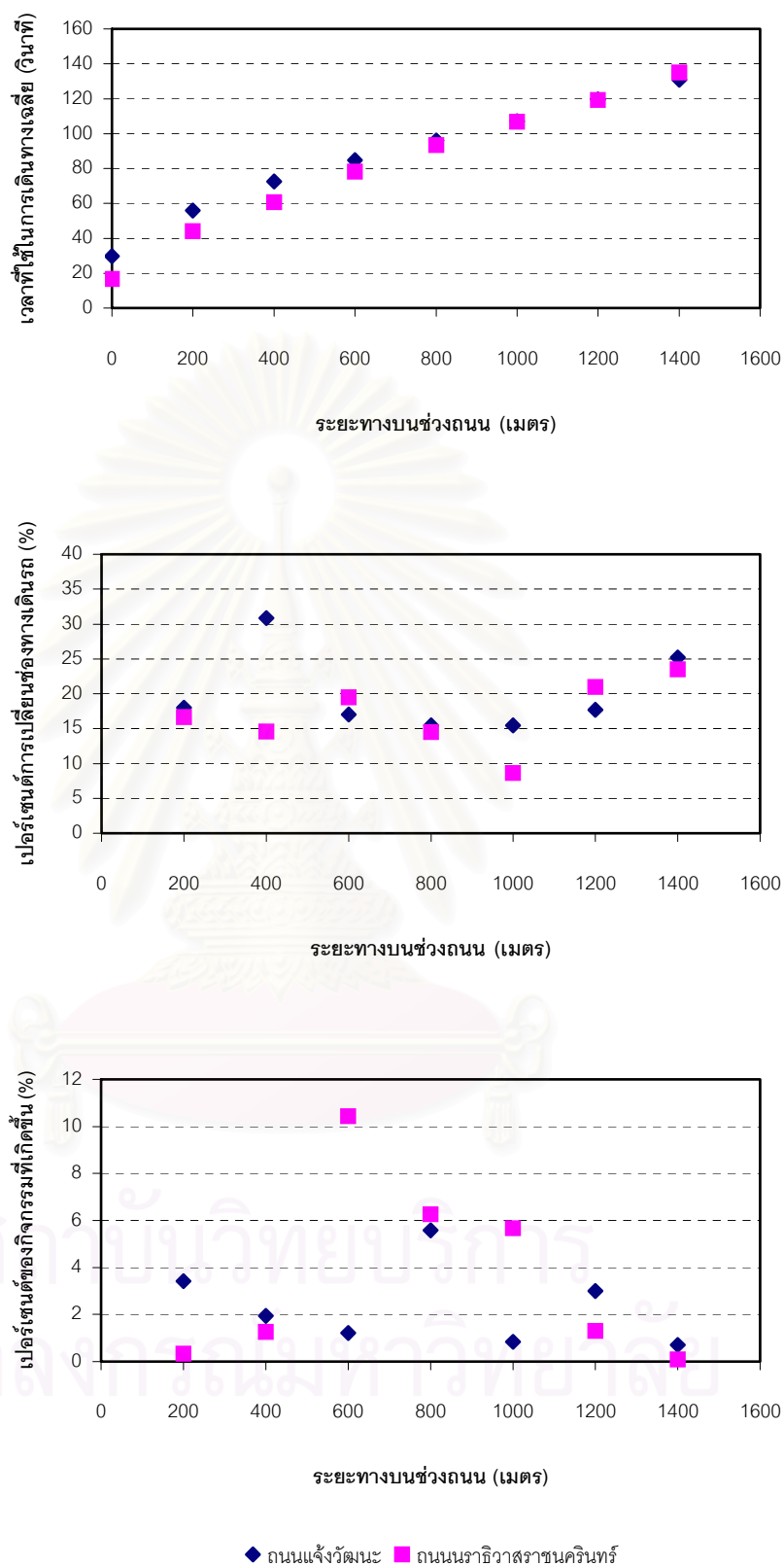
สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ตั้งแต่ทางแยกจันทน์นรินทร์ถึงตำแหน่งของจุดสังเกตที่ระยะทาง 1,400 เมตร พบว่าประเภทของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถบนช่วงถนนประกอบด้วยลักษณะการกลับรถ การหยุดจอดรถ และการเลี้ยวรถออกจากถนน โดยมีปริมาณรถที่กลับรถจำนวน 408 คัน เกิดขึ้นบนตำแหน่งของจุดสังเกตที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตรทั้งหมด ปริมาณรถหยุดจอดจำนวน 9 คัน เกิดขึ้นบนตำแหน่งของจุดสังเกตที่ช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตรมากที่สุด และปริมาณรถที่เลี้ยวออกมีจำนวน 588 คัน คิดเป็นสัดส่วน 2.6,

ตารางที่ 4.7 ลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถ (คัน)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ประเภทของกิจกรรม	การหยุดจอดรถ	68	32	17	12	4	9	7
	การเลี้ยวรถ	4	8	8	96	12	49	6
	รวม	72	40	25	108	16	58	13
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	1	0	0	0	1	3	0
	ช่องทางกลาง	61	24	14	57	13	28	3
	ช่องทางขวา	10	16	11	51	2	27	10
	รวม	72	40	25	108	16	58	13
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	40	7	8	23	5	50	9
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	0	2	0	0	1	1	1
	รถโดยสาร	32	31	17	85	10	7	3
	รวม	72	40	25	108	16	58	13

ตารางที่ 4.8 ลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถบนช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์

กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถ (คัน)		ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ประเภทของกิจกรรม	การกลับรถ	-	-	408	-	-	-	-
	การหยุดจอดรถ	0	5	1	2	0	1	0
	การเลี้ยวรถ	15	53	29	245	212	32	2
	รวม	15	58	438	247	212	33	2
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	13	41	40	87	45	8	0
	ช่องทางกลาง	2	16	62	129	114	20	2
	ช่องทางขวา	0	1	332	30	51	5	0
	ช่องทางโดยสาร	0	0	4	1	2	0	0
	รวม	15	58	438	247	212	33	2
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	14	17	429	242	207	32	2
	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	2	16	62	129	114	20	2
	รถโดยสาร	0	0	0	2	2	0	0
	รวม	15	58	438	247	212	33	2



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มรถกับระยะทางบนช่วงถนน

9.0, 4.9, 41.7, 36.1, 5.4 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรจากทางแยก เมื่อพิจารณาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถ พบว่าสัดส่วนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่องทางขวามีมากที่สุด 41.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือช่องทางกลาง 34.3 เปอร์เซ็นต์ ช่องทางซ้าย 23.3 เปอร์เซ็นต์ และช่องทางรถโดยสาร 0.7 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ในช่องทางซ้าย และช่องทางกลางมีจำนวนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 600 ถึง 800 เมตร ส่วนในช่องทางขวา และช่องทางรถโดยสารเกิดขึ้นในช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตร ขณะที่สัดส่วนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก และรถโดยสารประจำทางมีค่าเท่ากับ 93.8, 5.8 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ประเภทของรถยนต์ส่วนบุคคลมีจำนวนกิจกรรมเกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตร ประเภทของรถบรรทุกเกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร และประเภทของรถโดยสารประจำทางเกิดขึ้นสูงสุดที่ช่วงระยะทาง 600 ถึง 1,000 เมตร

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน พบว่าพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่งมีสัดส่วนของปริมาณรถที่เลี้ยวออกจากถนนมากที่สุด และเกิดขึ้นบนตำแหน่งของจุดสังเกตที่ช่วงระยะทาง 600 ถึง 800 เมตร สัดส่วนของการหยุดจอดรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะมีค่าสูงกว่าบนถนนราธิวาสราชนครินทร์มาก เนื่องจากบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีพื้นที่ใหญ่สำหรับการหยุดจอดรถตลอดแนวความยาวของถนนต่างจากบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ที่พื้นที่ใหญ่ทางได้ถูกปรับเปลี่ยนเป็นทางเดินเท้า ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อจำกัดในการหยุดจอดรถบนช่วงถนนซึ่งจะกีดขวางการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ ส่งผลทำให้ปริมาณการหยุดจอดรถมีค่าต่ำกว่าถนนแจ้งวัฒนะ โดยที่ปริมาณการหยุดจอดรถเกิดขึ้นสูงสุดที่ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงระยะทางจากเส้นหยุดถึง 200 เมตรในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะ และบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์เกิดขึ้นที่ช่วงระยะทาง 200 ถึง 400 เมตร ขณะที่สัดส่วนของการกลับรถจากบริเวณทางแยกถึงระยะทาง 1,400 เมตรเกิดขึ้นบนถนนราธิวาสราชนครินทร์ที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 600 เมตรเพียงแห่งเดียว เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถ พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนมากที่สุดในช่องทางกลาง และประเภทรถโดยสารประจำทาง ซึ่งแตกต่างจากถนนราธิวาสราชนครินทร์ที่มีสัดส่วนมากที่สุดในช่องทางขวา และประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล สาเหตุเป็นเพราะถนนแจ้งวัฒนะมีปริมาณการหยุดจอดรถตามป้ายรับส่งผู้โดยสาร และปริมาณการเลี้ยวรถออกจากถนน เพื่อเข้าจอดที่สถานีของรถโดยสารประจำทางที่ส่วนใหญ่วิ่งอยู่ในช่องทางกลางเป็นจำนวนมาก ส่วนถนนราธิวาสราชนครินทร์มีตำแหน่งของจุดกลับรถตั้งอยู่ ทำให้มีปริมาณรถที่กลับรถในช่องทางขวา และรถยนต์ส่วนบุคคลคิดเป็นอัตราส่วนที่สูง

4.2 การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถ

การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และ ถนนนราธิวาสราชนครินทร์นี้ได้พิจารณาศึกษาตามลักษณะความสัมพันธ์ของรอบเวลาสัญญาณไฟ ปริมาณการจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และ เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน เพื่อเรียนรู้ถึงความผันแปรของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการดำเนินการวางแผนปฏิบัติการจราจรต่อไปในอนาคต

1. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับรอบเวลาสัญญาณไฟของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถมีค่าผันแปรโดยตรงกับรอบเวลาสัญญาณไฟ กล่าวคือ การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถที่รอบเวลาสัญญาณไฟต่ำจะใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนน้อยกว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถที่รอบเวลาสัญญาณไฟสูง สาเหตุเป็นเพราะที่รอบเวลาสัญญาณไฟต่ำมีปริมาณรถที่เคลื่อนตัวผ่านน้อยกว่าที่รอบเวลาสัญญาณไฟสูงนั่นเอง

ในการวิเคราะห์ที่ได้ทำการจัดแบ่งข้อมูลของรอบเวลาสัญญาณไฟบริเวณถนนแจ้งวัฒนะ ออกเป็น 4 ชุด คือ รอบเวลาสัญญาณไฟ 200 – 300 วินาที, 301 – 400 วินาที, 401 – 500 วินาที และ 501 – 600 วินาทีตามลำดับ ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์จัดแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ รอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาที และ 150 วินาที เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติ t พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 301 – 400 วินาที กับรอบเวลาสัญญาณไฟ 401 – 500 วินาทีใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในช่วงระยะทาง 200 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 400 และ 600 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ขณะที่การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาทีใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยที่แตกต่างกันกับการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 150 วินาที

2. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับปริมาณการจราจรของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถมีค่าผันแปรโดยตรงกับปริมาณการจราจร กล่าวคือ การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถขณะที่ปริมาณการจราจรต่ำ

จะใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนที่น้อยกว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถเมื่อปริมาณการจราจรสูง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะความเป็นจริงที่ว่าสภาพการจราจรบนถนนเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของกลุ่มรถ

ในการวิเคราะห์ที่ได้ทำการจัดแบ่งข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณถนนแจ้งวัฒนะเป็น 3 ชุด คือ ปริมาณการจราจร 100 – 250 คัน/ชั่วโมง, 251 – 400 คัน/ชั่วโมง และ 401 – 550 คัน/ชั่วโมง ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์จัดแบ่งเป็น 3 ชุด คือ ปริมาณการจราจร 500 – 1,000 คัน/ชั่วโมง, 1,000 – 1,500 คัน/ชั่วโมง และ 1,500 – 2,000 คัน/ชั่วโมง เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติ t พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะในช่วงปริมาณการจราจร 251 – 400 คัน/ชั่วโมง กับปริมาณการจราจร 401 – 550 คัน/ชั่วโมงใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในช่วงระยะทาง 200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะทาง 400 ถึง 800 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่บริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยที่ช่วงระยะทาง 1,200 เมตรของชุดข้อมูลปริมาณการจราจร 1,000 – 1,500 คัน/ชั่วโมง กับปริมาณการจราจร 1,500 – 2,000 คัน/ชั่วโมงเท่านั้นที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์

3. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับจำนวนรถจักรยานยนต์ของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าจำนวนรถจักรยานยนต์มีผลกระทบโดยตรงต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน โดยที่การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถขณะที่มีจำนวนรถจักรยานยนต์น้อยจะใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนต่ำกว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถขณะที่มีจำนวนรถจักรยานยนต์มาก เนื่องจากพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์ที่หยุดจอดรอสัญญาณไฟจราจรในบริเวณทางแยกมีลักษณะของแถวคอยออกันอยู่ที่บริเวณหัวแถวของกลุ่มรถยนต์ เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเขียวกลุ่มรถจักรยานยนต์จะสามารถเคลื่อนตัวออกไปก่อนกลุ่มรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังของแถวคอย ซึ่งถ้าหากจำนวนรถจักรยานยนต์มีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นยิ่งเป็นการรบกวนต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ ส่งผลทำให้เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ในการวิเคราะห์ที่ได้ทำการจัดแบ่งข้อมูลจำนวนรถจักรยานยนต์บริเวณถนนแจ้งวัฒนะเป็น 3 ชุด คือ จำนวนรถจักรยานยนต์ 0 – 5 คัน, 6 – 10 คัน และ 11 – 15 คัน ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์จัดแบ่งเป็น 2 ชุด คือ จำนวนรถจักรยานยนต์ 0 – 20 คัน และ 21 – 40 คัน เมื่อทำการ

ทดสอบค่าทางสถิติ t พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะในช่วงจำนวนรถจักรยานยนต์ 0 – 5 คัน กับ 6 – 10 คันใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 200 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะทาง 400 600 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 800 ถึง 1,000 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงจำนวนรถจักรยานยนต์ 6 – 10 คัน กับ 11 – 15 คันมีค่าเวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 1,400 เมตรเท่านั้นที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่บริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยตลอดช่วงระยะทางบนถนนของชุดข้อมูลจำนวนรถจักรยานยนต์ 0 – 20 คัน กับจำนวนรถจักรยานยนต์ 21 – 40 คันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นช่วงระยะทาง 400 เมตรเท่านั้นที่ไม่มีความแตกต่างกันของเวลาในการเดินทางเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์

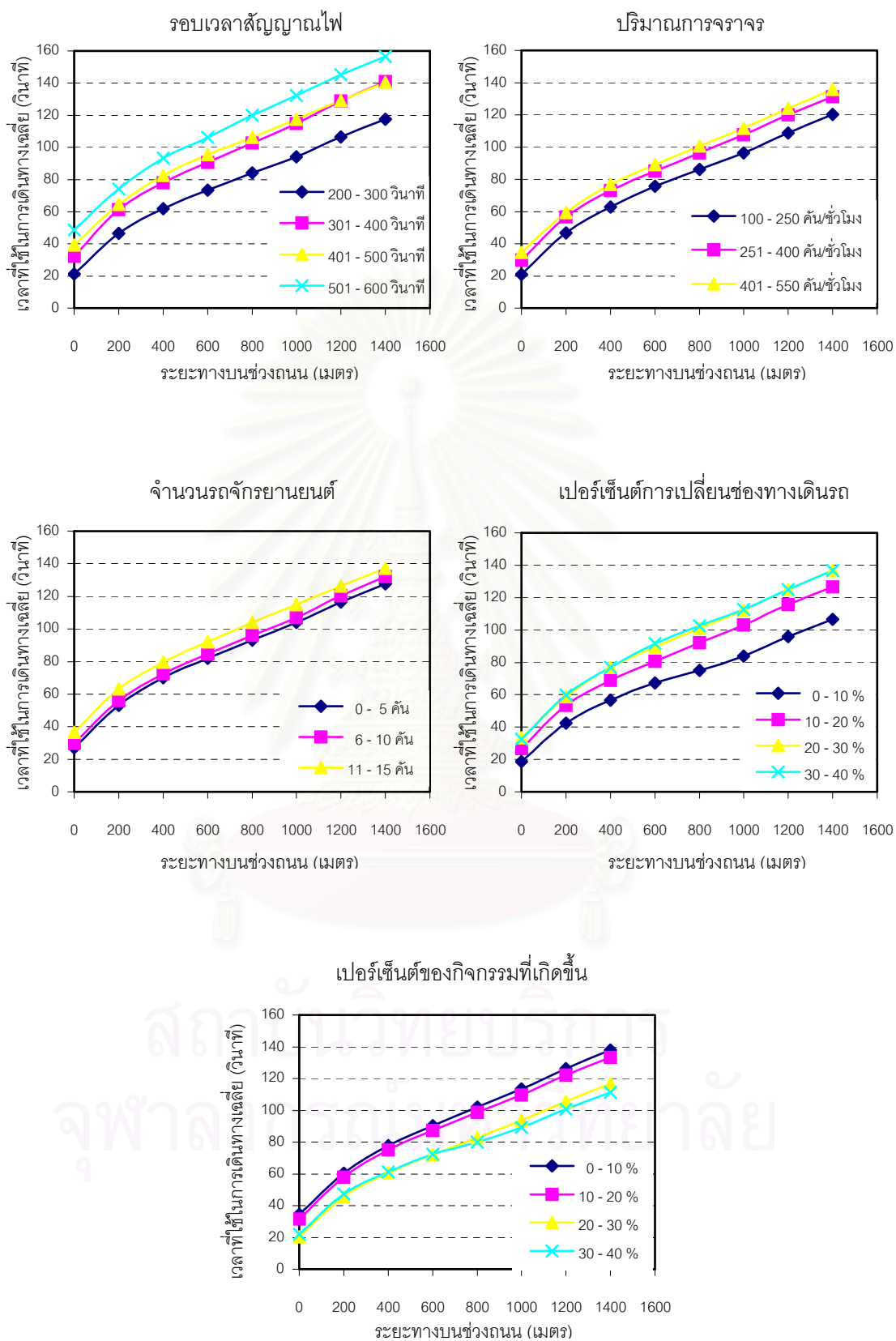
4. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนที่มีสภาพการจราจรเบาบางมีค่าผันแปรตามสัดส่วนของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ขณะที่ในบริเวณถนนที่มีสภาพการจราจรหนาแน่นจะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เนื่องจากบริเวณที่มีสภาพการจราจรเบาบาง กลุ่มรถสามารถเคลื่อนตัวได้อย่างเป็นอิสระมากกว่าบริเวณที่มีสภาพการจราจรหนาแน่น ด้วยเหตุนี้เมื่อสภาพการจราจรเบาบาง และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนของกลุ่มรถมีค่าลดลง แต่เมื่อสภาพการจราจรหนาแน่น การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถจะถูกจำกัดความเร็วโดยปริมาณรถบนช่วงถนน จึงทำให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถได้

ในการวิเคราะห์ที่ได้ทำการจัดแบ่งข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์เป็น 4 ชุด คือ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 0 – 10 เปอร์เซ็นต์, 10 – 20 เปอร์เซ็นต์, 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติ t พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ตำแหน่งเส้นหยุด 200 และ 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ

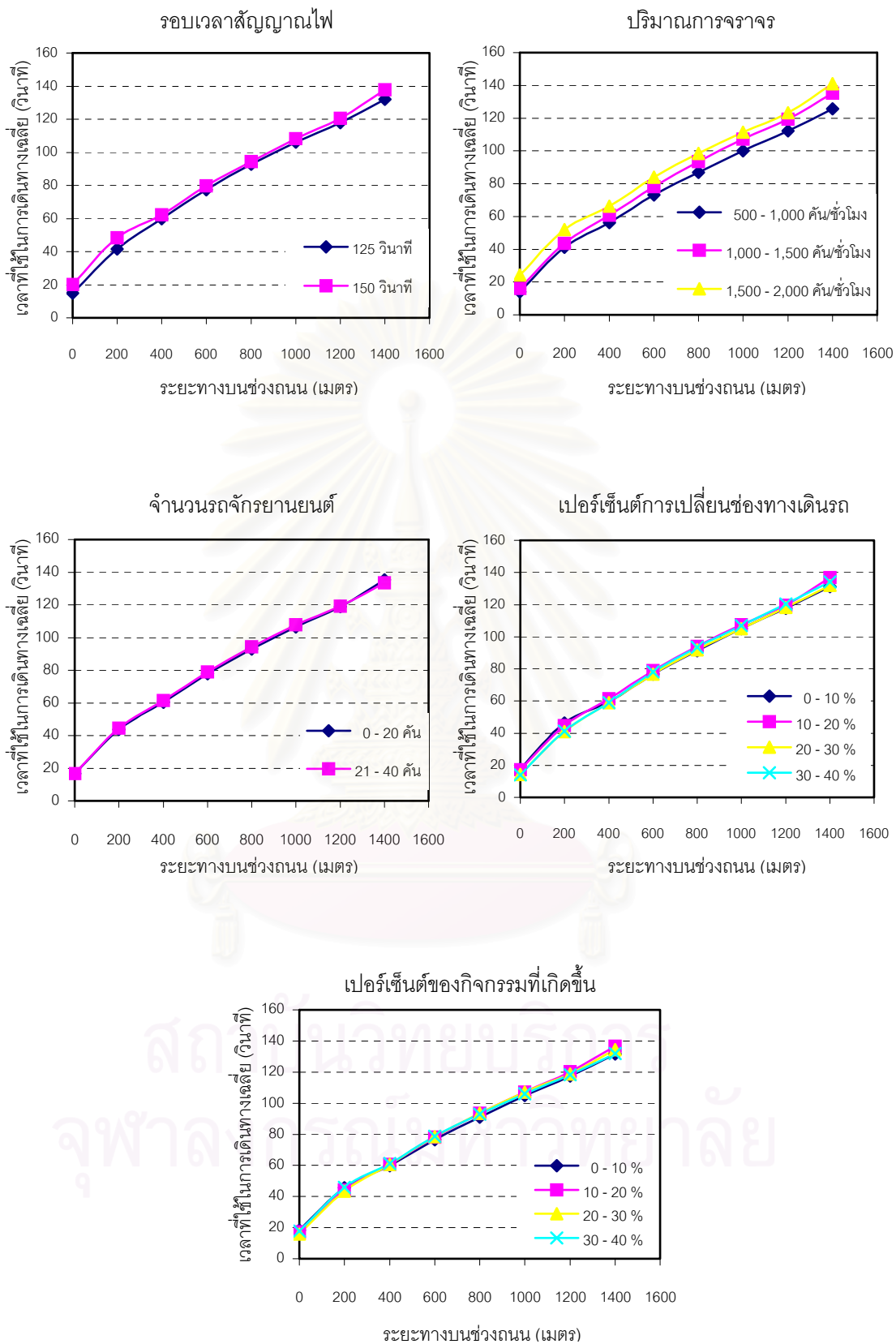
20 – 30 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันตลอดช่วงระยะทางบนถนนที่ระดับระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 0 – 10 เปอร์เซ็นต์ กับ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ตำแหน่งเส้นหยุด และ 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะทาง 200 600 1,000 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 800 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 0 – 10 เปอร์เซ็นต์กับ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์นั้นมีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะ 400 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 1,200 เมตรเท่านั้นที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าเวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 600 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่หากเปรียบเทียบการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันตลอดช่วงระยะทางบนถนนที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

5. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนที่มีสภาพการจราจรเบาบางมีค่าแปรผกผันกับสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะที่ในบริเวณถนนที่มีสภาพการจราจรหนาแน่นไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากในบริเวณถนนที่มีสภาพการจราจรเบาบางเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนเป็นตัวกำหนดจำนวนรถของกลุ่มรถให้มีปริมาณลดต่ำลง ส่งผลทำให้การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนมีความรวดเร็วเพิ่มมากขึ้นด้วยส่วนบริเวณถนนที่มีสภาพการจราจรหนาแน่น เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนมีค่าคิดเป็นสัดส่วนที่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการจราจรบนถนน ทำให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นได้



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

ในการวิเคราะห์ที่ได้ทำการจัดแบ่งข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนแฉ่งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์เป็น 4 ชุด คือ เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์, 10 – 20 เปอร์เซ็นต์, 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติ t พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแฉ่งวัฒนะในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์ กับ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ตำแหน่งเส้นหยุดที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะทาง 200 ถึง 800 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ตำแหน่งเส้นหยุดถึงระยะทาง 800 เมตร และในช่วงระยะทาง 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่วงระยะทาง 1,000 1,400 เมตรมีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์

สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์ กับ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ตำแหน่งเส้นหยุดถึงระยะทาง 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์ กับ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 400 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันตลอดช่วงระยะทางบนถนนที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 200 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระยะทาง 400 ถึง 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ถ้าพิจารณาในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์มีค่าเวลาในการเดินทางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันที่ตำแหน่งเส้นหยุด ช่วงระยะทาง 400 ถึง 1,200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงระยะทาง 200 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 98 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ กับ

30 – 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันที่ช่วงระยะทาง 400 ถึง 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

4.3 การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ

การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนในการศึกษานี้ได้ดำเนินการพิจารณาออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งมีรายละเอียดที่จะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

4.3.1 การกระจายตัวของปริมาณการจราจร

ในการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนราชมรรคาชนครินทร์นี้ได้พิจารณาใช้แบบจำลองของ Robertson สำหรับการคาดการณ์เปรียบเทียบกับรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนเนื่องจากแบบจำลองของ Robertson ให้ผลที่มีความน่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในการพัฒนาใช้เป็นพื้นฐานของโปรแกรมการจัดตั้งสัญญาณไฟมากกว่าวิธีอื่นๆ ที่ใช้ในการคาดการณ์ ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธีดังที่ได้กล่าวมาในบทที่ 2

แบบจำลองของ Robertson นี้เป็นวิธีการที่อาศัยข้อมูลปริมาณการจราจรที่เส้นหยุดมาใช้คาดการณ์ปริมาณการจราจรที่เคลื่อนตัวผ่านจุดสังเกตบนช่วงถนน จากสมการที่ (4.1) จะเห็นได้ว่าแบบจำลองของ Robertson นั้นประกอบไปด้วยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ตามลักษณะการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาดังนั้นในการวิเคราะห์จึงต้องทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวก่อน เพื่อให้ผลการคาดการณ์การกระจายตัวของปริมาณการจราจรมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่เก็บบันทึกได้จากภาคสนาม

$$q_2(i+t) = F * q_1(i) + (1-F) * q_2(i+t-1) \quad (4.1)$$

โดยที่ $q_1(i)$ = ปริมาณจราจรที่ช่วงเวลา i ขณะที่กลุ่มรถเคลื่อนตัวผ่านเส้นหยุด
 $q_2(i+t)$ = ปริมาณจราจรที่ช่วงเวลา $(i+t)$ ขณะที่กลุ่มรถเคลื่อนตัวผ่านจุดสังเกต
 F = ค่าปรับแก้สมการ (Smoothing factor)

$$= \frac{1}{(1 + \alpha(t))} = \frac{1}{(1 + \alpha(\beta T))} = \frac{1}{(1 + K \cdot T)}$$

α = ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (Dispersion factor)
 β = ค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel - time factor)
 T = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย

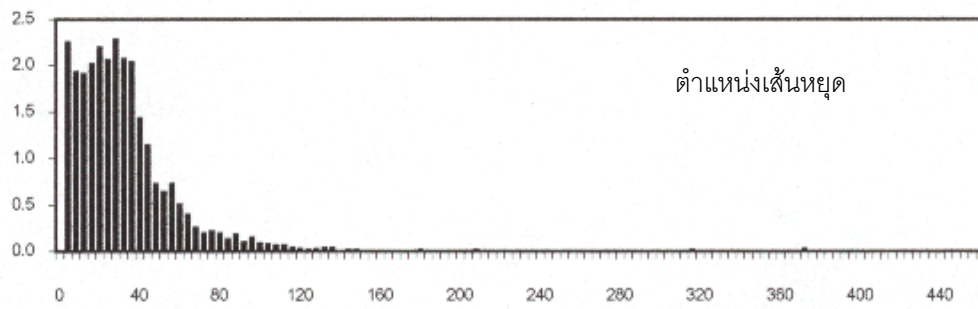
ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) และค่าการกระจายตัว (K) ของแบบจำลอง Robertson ในพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่า บริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่า α เฉลี่ยเท่ากับ 0.321 ค่า β เฉลี่ยเท่ากับ 0.758 และค่า K เฉลี่ยเท่ากับ 0.242 ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่า α เฉลี่ยเท่ากับ 0.201 ค่า β เฉลี่ยเท่ากับ 0.833 และค่า K เฉลี่ยเท่ากับ 0.167 ตลอดช่วงความยาวของถนน ซึ่งแตกต่างจากค่าที่ Robertson ได้แนะนำไว้ กล่าวคือ ค่า α เท่ากับ 0.5 ค่า β เท่ากับ 0.8 และค่า $K = \alpha \cdot \beta$ เท่ากับ 0.4 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ α และ β ในแบบจำลองของ Robertson ควรจะมีค่าผันแปรเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษาในแต่ละแห่ง เพื่อให้ผลการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรมีความถูกต้องมากขึ้น

ตารางที่ 4.9 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson ในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่ง

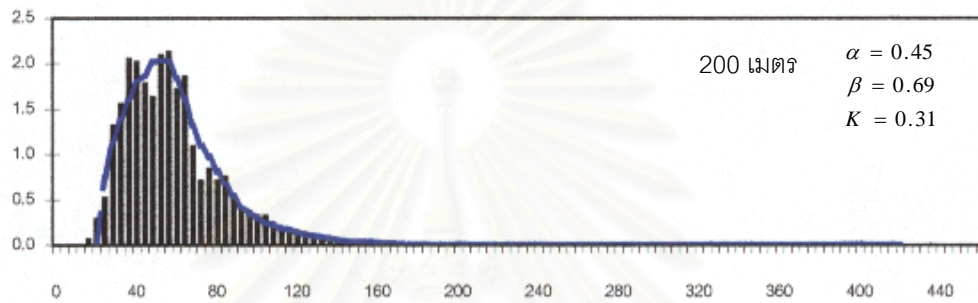
พื้นที่ทำการศึกษา	ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson							
	ระยะทาง	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ถนนแจ้งวัฒนะ	α	0.45	0.32	0.29	0.31	0.30	0.30	0.28
	β	0.69	0.76	0.78	0.76	0.77	0.77	0.78
	K	0.31	0.24	0.22	0.24	0.23	0.23	0.22
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	α	0.21	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.20
	β	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.85	0.84
	K	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.16

เมื่อเปรียบเทียบค่าการกระจายตัว (K) จะเห็นได้ว่า ค่า K เฉลี่ยในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่ามากกว่าบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ เพราะบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนของปริมาณการจราจร และเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนต่ำกว่าบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ แต่มีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนนที่สูงกว่า ส่งผลทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถมากกว่าด้วย เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่า K

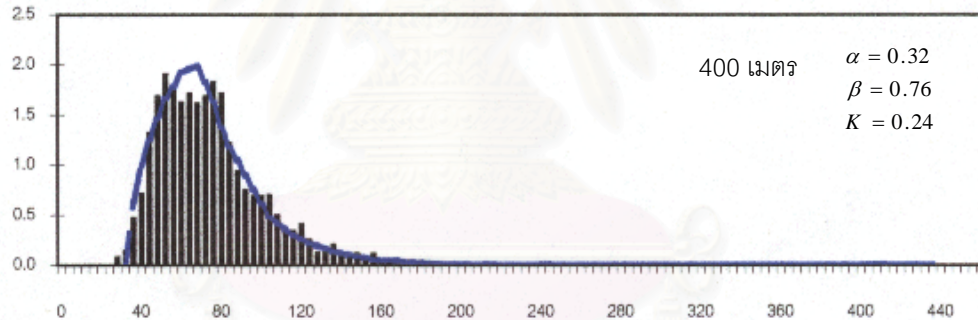
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



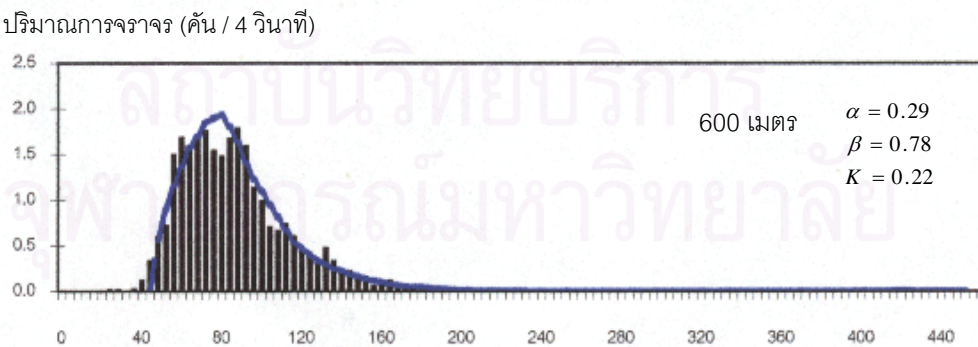
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)



ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)



ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

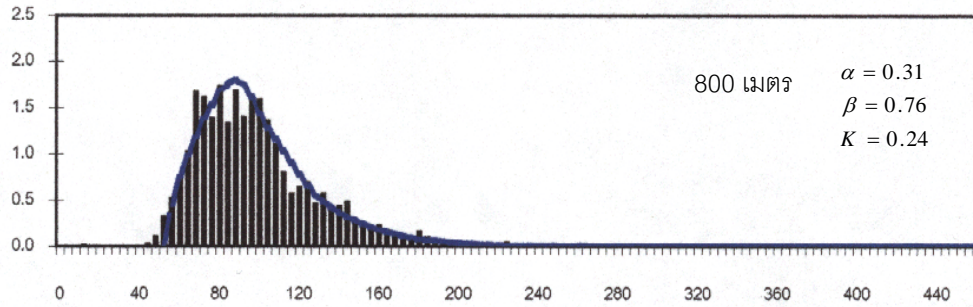


ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

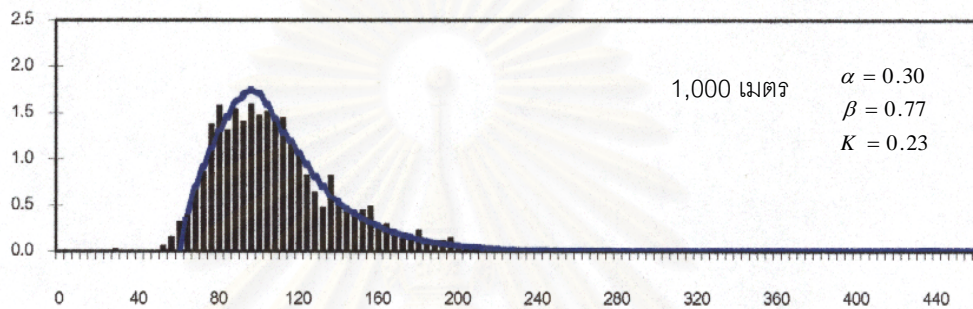
ข้อมูลจากการสังเกต — แบบจำลอง Robertson

รูปที่ 4.5 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

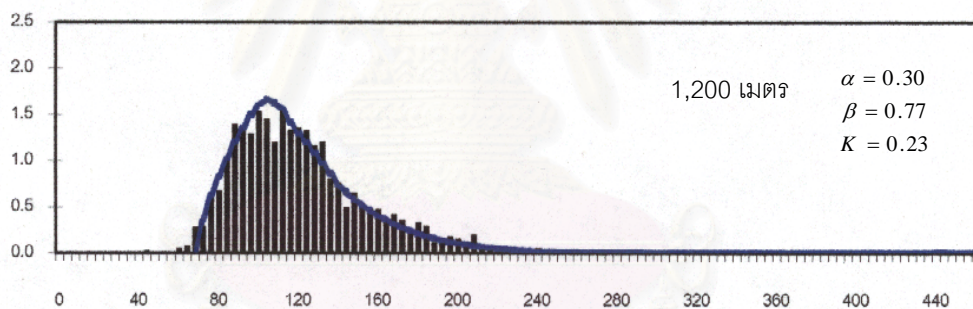
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



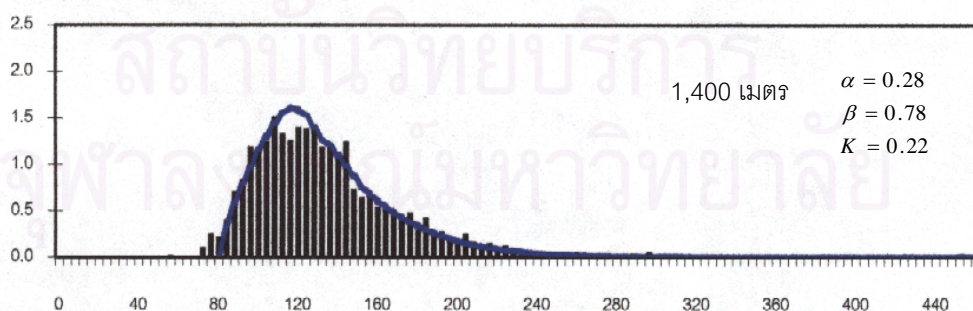
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)



ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)



ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที) เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

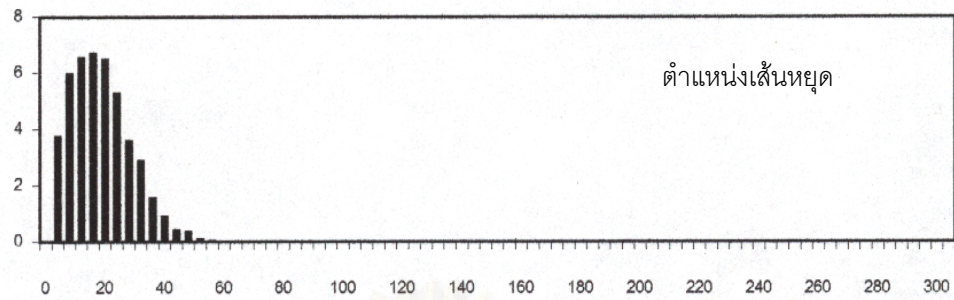


ข้อมูลจากการสังเกต — แบบจำลองของ Robertson

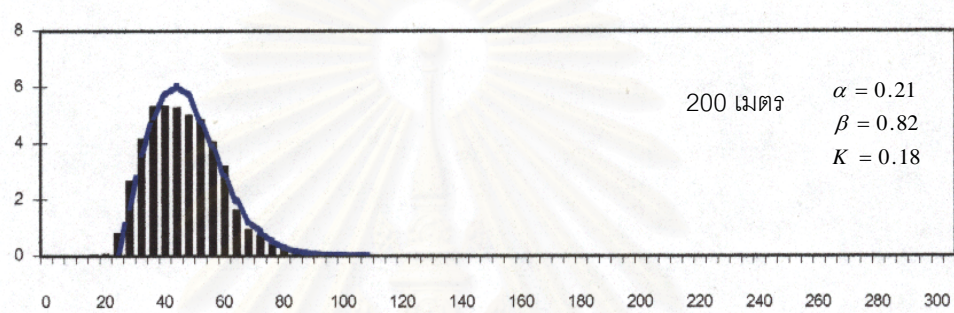
รูปที่ 4.5 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

(ต่อ)

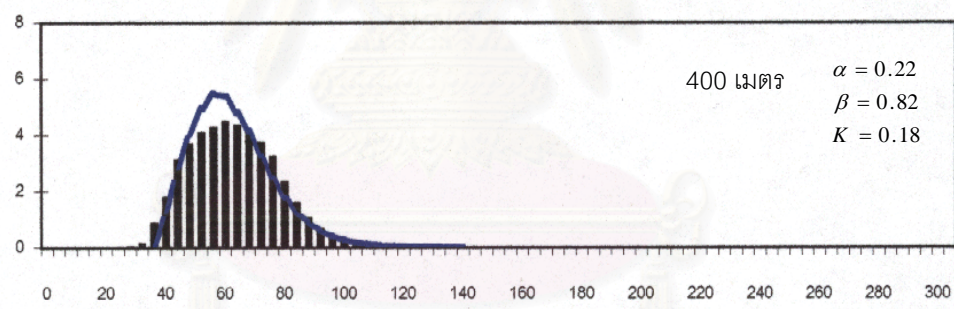
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



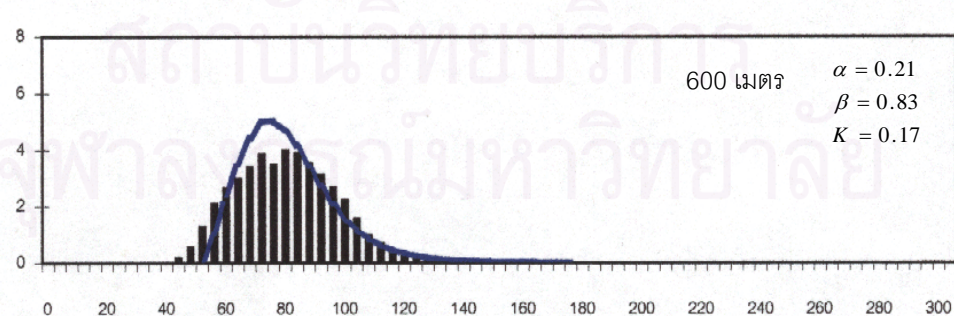
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



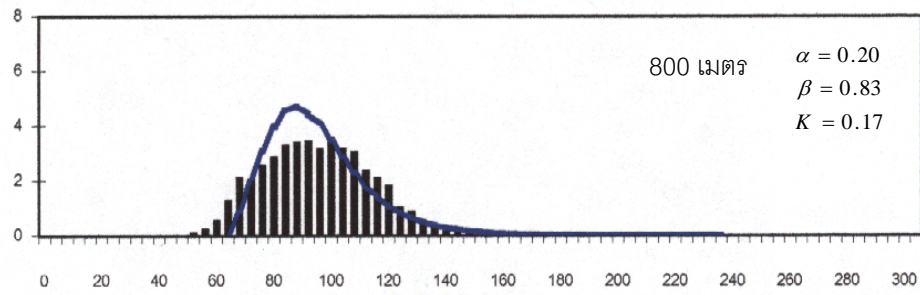
ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



ข้อมูลจากการสังเกต แบบจำลอง Robertson

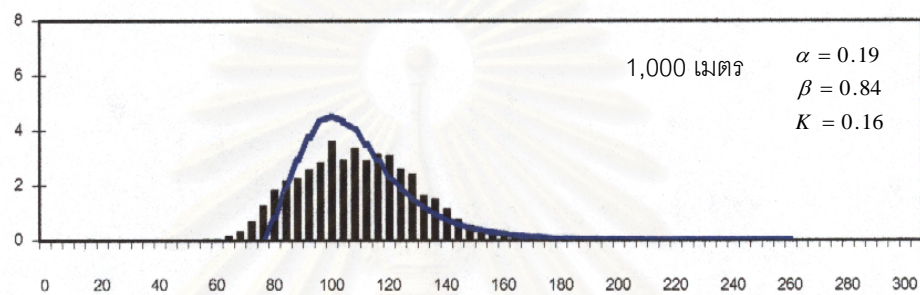
รูปที่ 4.6 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนราวิวาสราชนครินทร์

ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



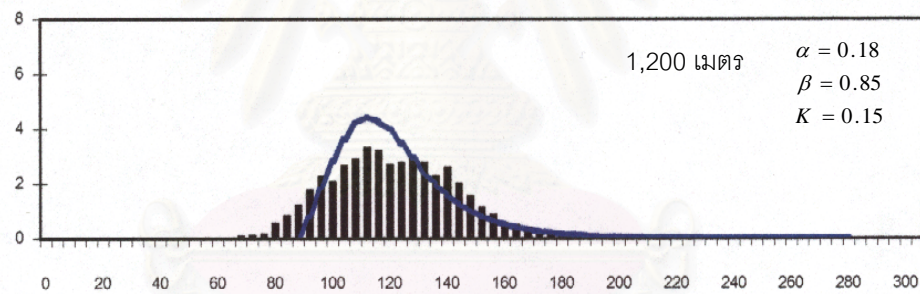
เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



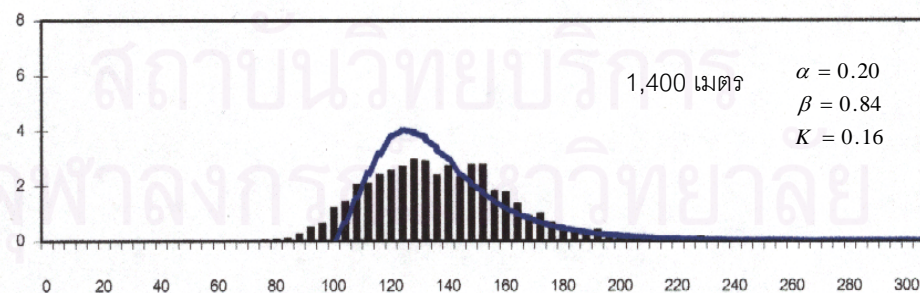
เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

ปริมาณการจราจร (คัน / 4 วินาที)



เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

ข้อมูลจากการสังเกต แบบจำลอง Robertson

รูปที่ 4.6 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์

(ต่อ)

กับตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนนในตารางที่ 4.9 พบว่า ขณะที่ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนนมีระยะทางเพิ่มมากขึ้น ค่า K จะมีค่าลดต่ำลง และมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วงระยะทาง 1,000 ถึง 1,400 เมตร

รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นบนช่วงระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตรของถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์กับผลที่คาดการณ์โดยใช้แบบจำลองของ Robertson สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov แล้ว พบว่า แบบจำลองของ Robertson ให้ผลการคาดการณ์ที่ไม่แตกต่างกันกับลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นตลอดช่วงความยาวของถนนที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

4.3.2 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

สำหรับการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์นี้จะดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางจำนวนสี่แบบ คือ การกระจายตัวแบบ Normal แบบ Transformed Normal แบบ Geometric และแบบ Rectangular ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Normal

$$f(t_j) = \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} * \exp \left[\frac{-(t_j - \bar{t}_j)^2}{2\sigma_t^2} \right] \quad (4.2)$$

โดยที่ t_j = เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคัน (วินาที)
 \bar{t}_j = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของรถทั้งหมด (วินาที)
 σ_t = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

2. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal

$$f(t) = \frac{x}{T^2 \sigma_v \sqrt{2\pi}} * \exp \left[\frac{-((x/T) - v)^2}{2\sigma_v^2} \right] \quad (4.3)$$

โดยที่ x = ระยะทางที่รถเคลื่อนตัวระหว่างจุดสังเกตทั้งสอง (เมตร)

- T = เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถแต่ละคัน (วินาที)
 v = ความเร็วของรถแต่ละคัน (เมตร / วินาที)
 \bar{v} = ความเร็วเฉลี่ยของรถทั้งหมด (เมตร / วินาที)
 σ_v = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วรถแต่ละคัน (เมตร / วินาที)

3. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric

$$P(j) = F * (1 - F)^{j-1} \quad (4.4)$$

โดยที่ $P(j)$ = ความน่าจะเป็นของรถที่แล่นผ่านจุดสังเกตที่หนึ่งในช่วงเวลา i มายังจุดสังเกตที่สองในช่วงเวลา j

t = 0.8 เท่าของเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของขบวน

F = ค่าปรับแก้สมการ (Smoothing Factor)

4. การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular

กรณีที่ $(t_1 - 0.5) \leq t_j \leq (t_2 + 0.5)$

$$f(t_j) = F_d = \frac{1}{(t_2 + 0.5) - (t_1 - 0.5)} \quad (4.5)$$

กรณีที่ $t_j < (t_1 - 0.5)$ และ $t_j > (t_2 + 0.5)$

$$f(t_j) = 0 \quad (4.6)$$

โดยที่ $t_1 = 0.5(2 - a_d) * \bar{t}_j$; $t_1 = 1, 2, 3, \dots$

$t_2 = 0.5(2 + a_d) * \bar{t}_j$; $t_2 = 1, 2, 3, \dots$

F_d = ค่าปรับแก้การกระจายตัว (Dispersion Factor) = $\frac{1}{(1 + a_d \bar{t}_j)}$

\bar{t}_j = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย

a_d = ค่าสัมประสิทธิ์ที่ให้การเข้ารูปที่ดีที่สุด

จากการเปรียบเทียบข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถจากตารางที่ 4.10 และ 4.11 พบว่า เวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถจากเส้นหยุดถึงตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วง

ถนนแจ้งวัฒนะมีค่าแตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์ โดยที่การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบริเวณถนนแจ้งวัฒนะใช้เวลาในการเดินทางที่ต่ำกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (\mathcal{E}_i) ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางสูงกว่าบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของลักษณะการกระจายตัวแบบ Rectangular พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ a_d เฉลี่ยบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะเท่ากับ 0.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ส่วนถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่า a_d เฉลี่ยเท่ากับ 0.56 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ซึ่งจะให้ค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Tracz(1975) บนถนน Krasicki ที่มีค่า a_d เท่ากับ 0.64 และ 0.57

ตารางที่ 4.10 เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตจากเส้นหยุด (เมตร)						
	200	400	600	800	1000	1,200	1,400
จำนวนกลุ่มรถที่ทำการศึกษา	83	83	83	83	83	83	83
จำนวนของรถทั้งหมด (คัน)	2,106	2,066	2,041	1,933	1,917	1,859	1,846
เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	26.14	42.83	55.04	66.20	77.21	89.70	101.09
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.64	10.80	12.79	16.18	18.27	21.05	22.55
ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว $\mathcal{E}_i = S.D./Mean$	0.33	0.25	0.23	0.24	0.24	0.23	0.22

ตารางที่ 4.11 เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตจากเส้นหยุด (เมตร)						
	200	400	600	800	1000	1,200	1,400
จำนวนกลุ่มรถที่ทำการศึกษา	106	106	106	106	106	70	70
จำนวนของรถทั้งหมด (คัน)	4,688	4,630	4,195	3,945	3,732	2,528	2,526
เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)	27.25	44.02	61.63	76.69	90.33	102.34	118.14
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.29	8.52	11.01	13.17	14.73	15.99	19.90
ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว $\mathcal{E}_i = S.D./Mean$	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.17

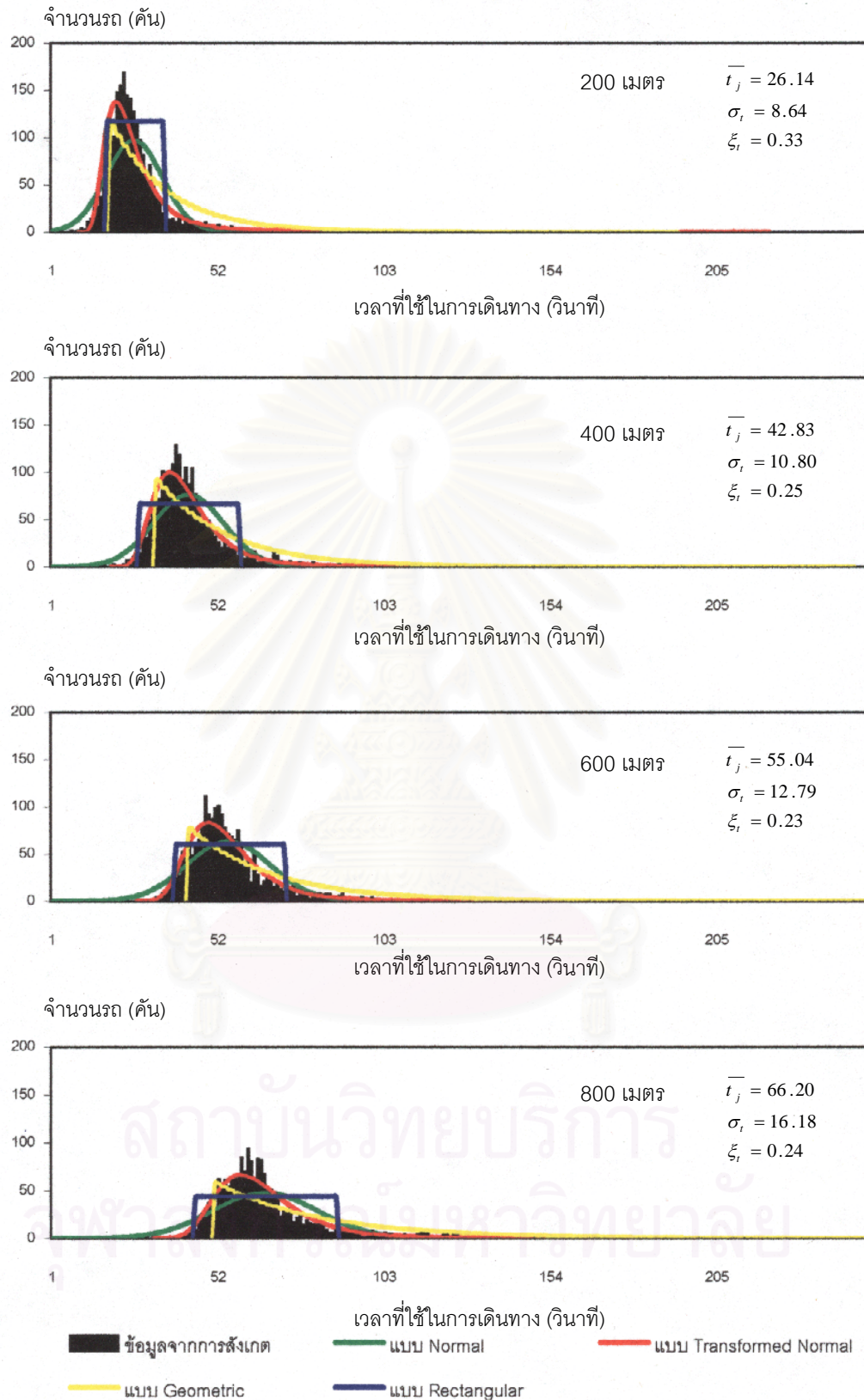
ผลการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบัส ช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์ที่ระยะทาง 200 400 600 800 1,000 1,200 และ 1,400 เมตร ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากภาคสนามกับผลที่คาดการณ์โดยใช้รูปแบบการกระจายตัวแบบ Normal แบบ Transformed Normal แบบ Geometric และแบบ Rectangular สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติของความแตกต่างระหว่างความถี่ที่สังเกตได้กับความถี่ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov พบว่า การกระจายตัวแบบ Transformed Normal ให้ผลการคาดการณ์ที่ไม่แตกต่างกับข้อมูลที่สังเกตได้ในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะบนช่วงระยะทาง 600 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 99 เปอร์เซ็นต์ และบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์บนช่วงระยะทาง 400 1,200 และ 1,400 เมตรที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งสี่แบบ พบว่า การกระจายตัวแบบ Transformed Normal ให้ผลการคาดการณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่สังเกตได้มากที่สุด รองลงมาคือ การกระจายตัวแบบ Normal การกระจายตัวแบบ Rectangular และการกระจายตัวแบบ Geometric ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ค่าทดสอบทางสถิติของรูปแบบการกระจายตัวบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

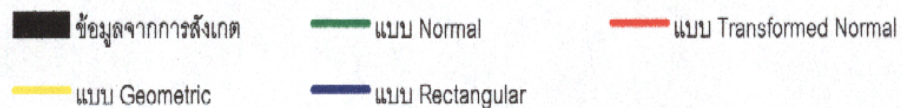
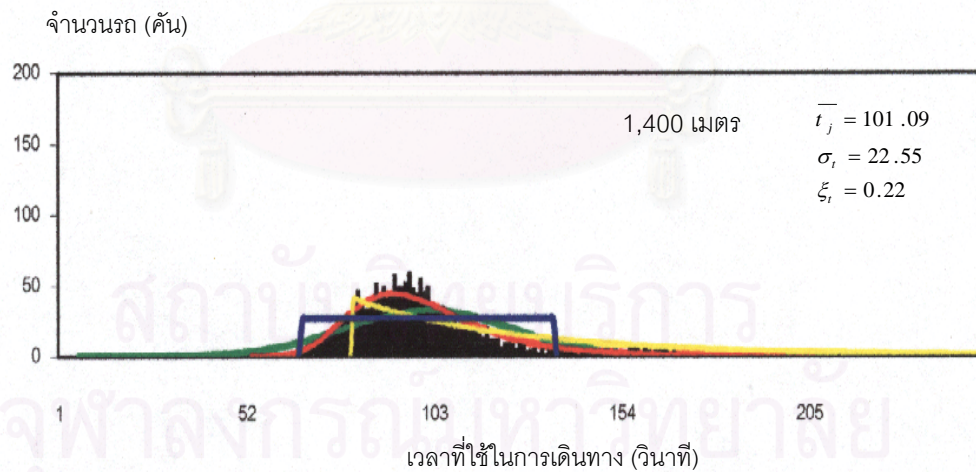
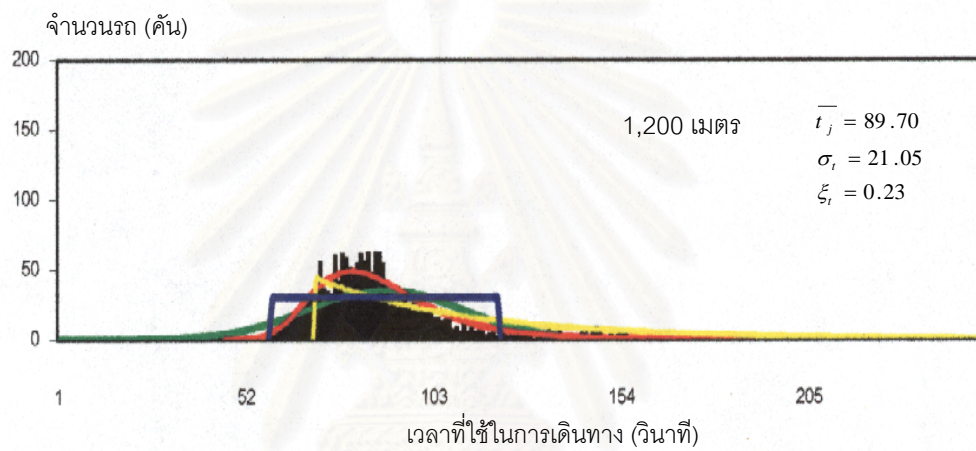
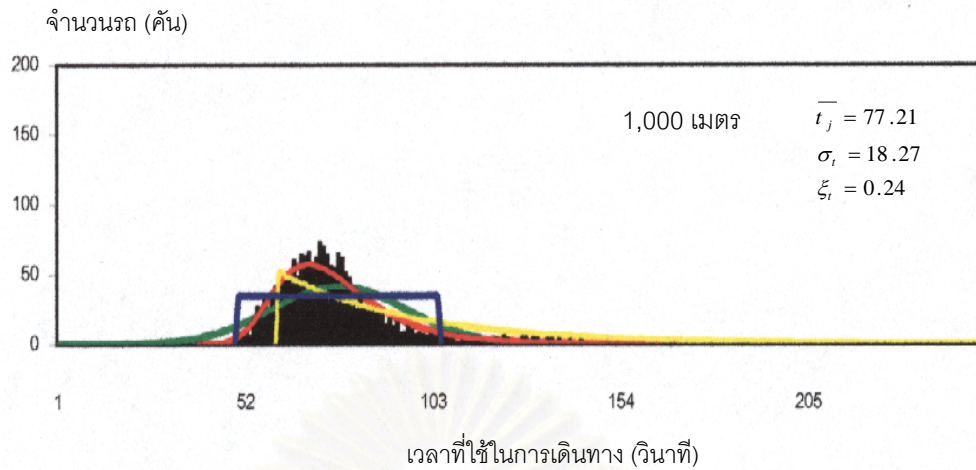
รูปแบบการกระจายตัว	ค่าทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov						
	200	400	600	800	1000	1,200	1,400
แบบ Normal	0.125	0.120	0.117	0.148	0.143	0.141	0.129
แบบ Transformed Normal	0.078	0.038	0.034	0.052	0.049	0.049	0.044
แบบ Geometric	0.306	0.271	0.268	0.288	0.295	0.305	0.302
แบบ Rectangular	0.128	0.136	0.136	0.161	0.151	0.146	0.144

ตารางที่ 4.13 ค่าทดสอบทางสถิติของรูปแบบการกระจายตัวบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

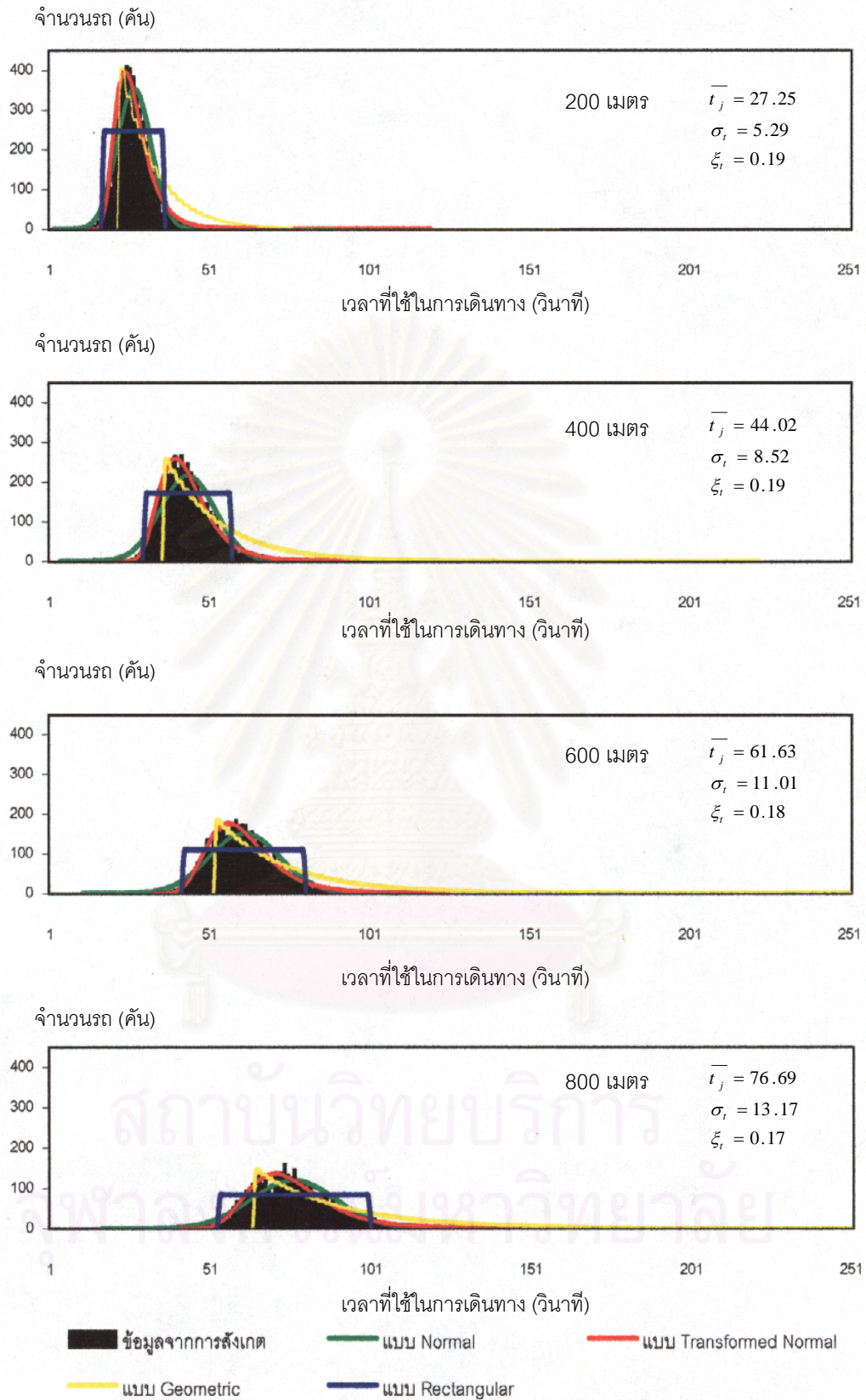
รูปแบบการกระจายตัว	ค่าทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov						
	200	400	600	800	1000	1,200	1,400
แบบ Normal	0.060	0.067	0.056	0.057	0.053	0.049	0.070
แบบ Transformed Normal	0.030	0.017	0.026	0.028	0.033	0.025	0.012
แบบ Geometric	0.249	0.260	0.266	0.239	0.238	0.230	0.240
แบบ Rectangular	0.112	0.092	0.093	0.101	0.107	0.081	0.089



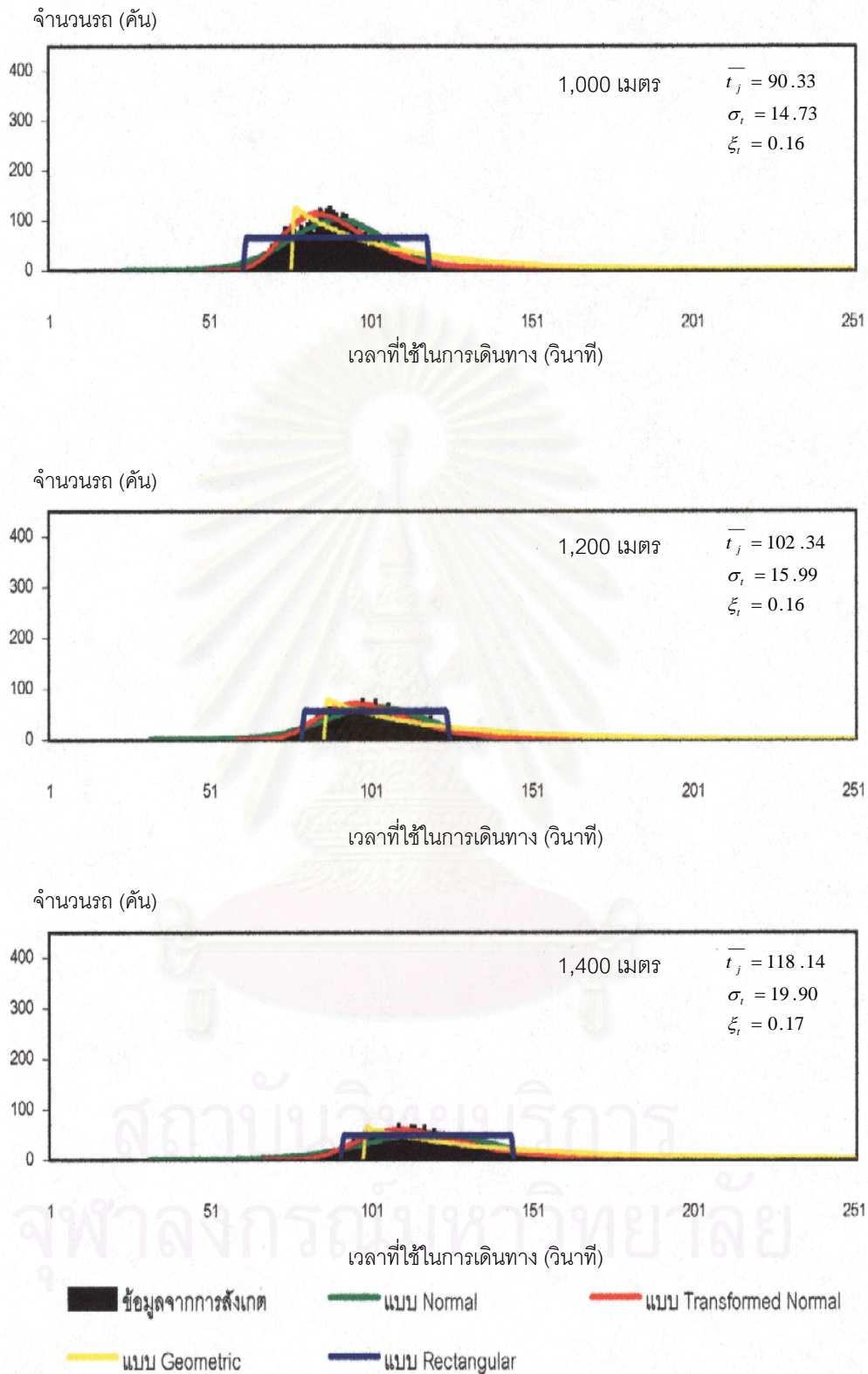
รูปที่ 4.7 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ



รูปที่ 4.7 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ
(ต่อ)



รูปที่ 4.8 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์



รูปที่ 4.8 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

(ต่อ)

4.4 การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนราธิวาสราชนครินทร์ตามลักษณะความสัมพันธ์ของรอบสัญญาณไฟ ปริมาณการจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น เพื่อเรียนรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถจากความผันแปรของปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 4.14 และ ตารางที่ 4.15

1. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ของแบบจำลอง Robertson กับรอบเวลาสัญญาณไฟของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันกับรอบเวลาสัญญาณไฟ เนื่องจากขณะที่รอบเวลาสัญญาณไฟต่ำจะมีปริมาณการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถที่ออกจากทางแยกน้อยกว่ารอบเวลาสัญญาณไฟสูง ส่งผลทำให้เกิดความหนาแน่นของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนที่ลดลงด้วย ดังนั้นค่าการกระจายตัวของกลุ่มรถจึงมีค่าที่สูงกว่านั่นเอง เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ t ของความแตกต่างค่าการกระจายตัวในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าค่าการกระจายตัวบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 200 – 300 วินาที, 301 – 400 วินาที, 401 – 500 วินาที และ 501 – 600 วินาที ไม่มีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์ที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาที และ 150 วินาที ก็ไม่มีค่าความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

2. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ของแบบจำลอง Robertson กับปริมาณการจราจรของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าค่าการกระจายตัวบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะที่มีสภาพการจราจรเบาบางมีค่าแปรผกผันกับปริมาณการจราจร ขณะที่ค่าการกระจายตัวบนช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์ที่มีสภาพการจราจรหนาแน่นกว่ามีค่าแปรผันตามกับปริมาณการจราจร เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการกระจายตัวบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะในช่วงระหว่างปริมาณการจราจร 100 – 250 คัน/ชั่วโมง, 251 – 400 คัน/ชั่วโมง และ 401 – 550 คัน/ชั่วโมง พบว่าค่าการกระจายตัวของข้อมูลปริมาณการจราจร 100 – 250 คัน/ชั่วโมง กับ 401 – 550 คัน/ชั่วโมงที่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนบริเวณถนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่าการกระจายตัวในช่วงระหว่างปริมาณการจราจร 500 – 1,000 คัน/

ชั่วโมง, 1,000 – 1,500 คัน/ชั่วโมง และ 1,500 – 2,000 คัน/ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันเลยที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.14 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการกระจายตัว		ค่าการกระจายตัว (K)		
		ค่าเฉลี่ย	จำนวนจุดสังเกต	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบเวลาสัญญาณไฟ (วินาที)	200 – 300	0.247	7	0.041
	301 – 400	0.227	7	0.021
	401 – 500	0.241	7	0.033
	501 - 600	0.216	7	0.022
ปริมาณการจราจร (คัน/ชั่วโมง)	100 - 250	0.259	7	0.035
	251 – 400	0.247	7	0.031
	401 - 550	0.216	7	0.029
จำนวนรถจักรยานยนต์ (คัน)	0 – 5	0.261	7	0.034
	6 – 10	0.231	7	0.034
	11 - 15	0.200	7	0.022
เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนช่องทางเดินรถ (%)	0 – 10	0.248	7	0.088
	10- 20	0.228	7	0.027
	20 – 30	0.248	7	0.037
	30 – 40	0.260	7	0.025
เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรม ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (%)	0 – 10	0.244	7	0.033
	10 – 20	0.246	7	0.033
	20 – 30	0.234	7	0.036
	30 – 40	0.158	7	0.029

3. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ของแบบจำลอง Robertson กับจำนวนรถจักรยานยนต์ของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันกับจำนวนรถจักรยานยนต์ กล่าวคือ เมื่อจำนวนรถจักรยานยนต์เพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนลดลง สาเหตุเป็นเพราะการเคลื่อนตัวของรถจักรยานยนต์จะกีดขวางทางเดิน และจำกัดการใช้ความเร็วของกลุ่มรถที่เคลื่อนที่ตามมา หลังจากได้รับสัญญาณไฟเขียว ภายหลังจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการกระจายตัวของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะที่ช่วงระหว่างจำนวนรถจักรยานยนต์ 0 – 5 คัน กับ 10 – 15 คันมีค่าการกระจายตัวแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์เท่านั้น

ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ไม่มีความแตกต่างกันของค่าการกระจายตัวในช่วงระหว่างจำนวนรถจักรยานยนต์ 0 – 20 คัน กับ 21 – 40 คันเลยที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.15 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการกระจายตัว		ค่าการกระจายตัว (K)		
		ค่าเฉลี่ย	จำนวนจุดสังเกต	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รอบเวลาสัญญาณไฟ (วินาที)	125	0.169	7	0.010
	150	0.159	7	0.020
ปริมาณการจราจร (คัน/ชั่วโมง)	500 – 1,000	0.160	7	0.014
	1,000 – 1,500	0.166	7	0.011
	1,500 – 2,000	0.172	7	0.028
จำนวนรถจักรยานยนต์ (คัน)	0 – 20	0.169	7	0.011
	21 – 40	0.159	7	0.015
เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนช่องทางเดินรถ (%)	0 – 10	0.142	7	0.022
	10 – 20	0.167	7	0.013
	20 – 30	0.174	7	0.013
	30 – 40	0.153	7	0.004
เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรม ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (%)	0 – 10	0.210	7	0.027
	10 – 20	0.161	7	0.009
	20 – 30	0.167	7	0.015
	30 – 40	0.157	7	0.019

4. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ของแบบจำลอง Robertson กับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผันตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ โดยที่เมื่อเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนนมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนนมีค่าลดต่ำลงจะทำให้พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถมีแนวโน้มลดลงด้วย เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวตามช่วงของข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 0 – 10 เปอร์เซ็นต์, 10 – 20 เปอร์เซ็นต์, 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ในพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่าการกระจายตัวไม่แตกต่างกันทุกช่วงข้อมูลที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่าการกระจายตัวไม่แตกต่างกันในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 0 – 10 เปอร์เซ็นต์ กับ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์การ

เปลี่ยนช่องทางเดินรถ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

5. ทำการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ของแบบจำลอง Robertson กับเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น เนื่องจากสัดส่วนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนซึ่งประกอบด้วยประเภทการกลับรถ การหยุดจอดรถ และการเลี้ยวรถออกจากถนนจะมีผลโดยตรงต่อการกีดขวางการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ ส่งผลให้การเคลื่อนตัวของกลุ่มรถมีการชะลอความเร็วลง ดังนั้นพฤติกรรมของการกระจายตัวของกลุ่มรถย่อมมีลักษณะที่ลดลงด้วย เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าการกระจายตัวตามช่วงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์, 10 – 20 เปอร์เซ็นต์, 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่าการกระจายตัวไม่แตกต่างกันในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 0 – 10 เปอร์เซ็นต์, 10 – 20 เปอร์เซ็นต์, 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 10 – 20 เปอร์เซ็นต์ กับ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณถนนราชมรรคาชนครินทร์มีค่าการกระจายตัวไม่แตกต่างกันในช่วงระหว่างเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น 10 – 20 เปอร์เซ็นต์, 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ และ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

จากผลการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะและถนนราชมรรคาชนครินทร์ พบว่าค่าการกระจายตัว (K) ของกลุ่มรถบนช่วงถนนมีค่าผันแปรเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษาในแต่ละแห่ง รายละเอียดของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของกลุ่มรถสามารถจัดแบ่งตามลักษณะค่ากีดขวางการกระจายตัว (Friction) ได้เป็น 2 ประเภท คือ ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน (Internal friction) และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก (External friction) โดยที่ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องปริมาณการจราจร จำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และจำนวนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนทั้งหมด เช่น การกลับรถ การหยุดจอดรถ การเลี้ยวรถออกจากถนน เป็นต้น ส่วนค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกจะมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น ความกว้าง ความลาดชัน จำนวนช่องทางเดินรถ และสิ่งที่มีผลต่อการรบกวนการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน รายละเอียดของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกของพื้นที่ทำการศึกษานี้ทั้งสองแห่งจะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.16 และตารางที่ 4.17 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	ปริมาณจราจร (คัน/ชั่วโมง)				การเปลี่ยน ช่องทาง เดินรถ (%)	กิจกรรมที่เกิดขึ้น (คัน/ชั่วโมง)		
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ส่วนบุคคล (>6 ล้อ)	รถบรรทุก (>6 ล้อ)	รถโดยสาร		การกลับรถ	การหยุดจอด	การเลี้ยวรถ
ถนนแจ้งวัฒนะ	0 - 184	91 - 682	0 - 31	0 - 227	6.1 - 35.3	0	0 - 106	0 - 152
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	86 - 864	547-1,752	0 - 173	0 - 86	5.6 - 34.0	0 - 259	0 - 48	0 - 403

ตารางที่ 4.17 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	ความลาดชัน	ช่องทางเดินรถ			สิ่งที่รบกวนต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถ				
		จำนวน (ช่อง)	กว้าง (เมตร)	บัลเลน (ช่อง)	เส้นหยุด	คนเดินถนน	การกลับรถ	การหยุดจอด	การเลี้ยวรถ
ถนนแจ้งวัฒนะ	ราบเรียบ	3	3.45	-	มี	มี	ไม่มี	มี	มี
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	ราบเรียบ	4	3.20	1	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	มี

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวในพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีส่วนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในที่ต่ำกว่าบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ แต่ในขณะเดียวกันจะมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกที่มากกว่า หลังจากการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ากีดขวางการกระจายตัวแล้วจึงดำเนินการกำหนดค่ากีดขวางการกระจายตัวของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่งโดยใช้แบบจำลองของ Manar and Baass(1996) ดังสมการที่ 4.7 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก ในลักษณะของกราฟรูปพาราโบลา

$$\alpha = f_e \cdot \frac{v}{s} \left(1 - \frac{v}{s}\right) \quad (4.7)$$

- โดยที่ f_e = ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก (External friction)
 v = ปริมาณการจราจร ; คัน/ชั่วโมง
 s = ปริมาณการจราจรอิ่มตัวที่เส้นหยุด (Saturation flow) ; คัน/ชั่วโมง
 α = ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (Dispersion factor)

ผลการวิเคราะห์ค่ากีดขวางการกระจายตัวของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในเท่ากับ 0.088 และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกเท่ากับ 3.983 ส่วนบริเวณถนนราชมรรคาธรรมศาสตร์มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในเท่ากับ 0.201 และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกเท่ากับ 1.248 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน กล่าวคือ บริเวณถนนราชมรรคาธรรมศาสตร์มีส่วนของปริมาณการจราจรที่สูงกว่าถนนแจ้งวัฒนะมาก ส่งผลทำให้มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในสูงด้วย ในขณะที่บริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีปัจจัยที่รบกวนต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนที่มากกว่าถนนราชมรรคาธรรมศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรบกวนจากแถวคอยของกลุ่มรถบนถนนแจ้งวัฒนะในทิศทางเลี้ยวขวามุ่งเข้าสู่ถนนติวานนท์ที่ขวางกั้นการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในทิศทางที่ศึกษา ส่งผลทำให้มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกที่สูงตามไปด้วย

ตารางที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson กับค่ากีดขวางการกระจายตัวในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง

พื้นที่ทำการศึกษา	จำนวนกลุ่มรถ	ค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง Robertson			ค่ากีดขวางการกระจายตัว (Friction)	
		$\alpha_{เฉลี่ย}$	$\beta_{เฉลี่ย}$	$K_{เฉลี่ย}$	ภายใน (v/s)	ภายนอก (f_e)
ถนนแจ้งวัฒนะ	83	0.321	0.758	0.242	0.088	3.983
ถนนราชมรรคาธรรมศาสตร์	106	0.201	0.833	0.167	0.201	1.248

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม TRANSYT-7F

ภายหลังจากการดำเนินการพิจารณาค่าการกระจายตัว (K) บนช่วงถนนของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่งแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการศึกษาข้อมูลด้วยโปรแกรม TRANSYT-7F รุ่นที่ 8 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ค่าการกระจายตัวที่ต่างกัน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงแนวทางในการเลือกใช้ค่าการกระจายตัวได้อย่างถูกต้อง ส่งผลทำให้การประมวลผลของโปรแกรมมีค่าที่สอดคล้องกับลักษณะการจราจรที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวค่าการกระจายตัวนี้ได้พิจารณาเลือกใช้พื้นที่ทำการศึกษารoadบริเวณถนนราชมรรคาธรรมศาสตร์ช่วงทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทรมาทำการทดสอบผลกระทบที่เกิดขึ้น เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีการควบคุมรอบเวลาสัญญาณไฟจราจรที่

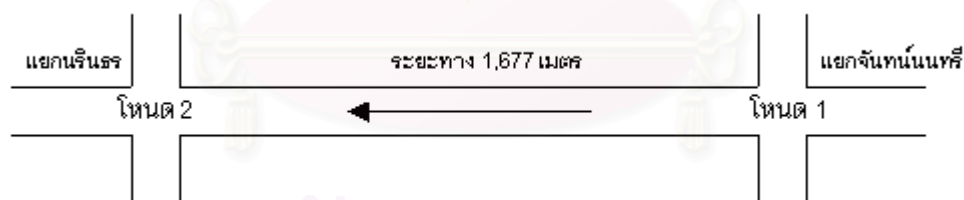
บริเวณทางแยกแบบคองที่ จึงสะดวกต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประมวลผลด้วยโปรแกรม TRANSYT

4.5.1 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

ในการศึกษาวิเคราะห์ความอ่อนไหวของความผันแปรค่าการกระจายตัวของกลุ่มรถที่มีต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นบนถนนโดยโปรแกรม TRANSYT นั้นจะประกอบด้วยขั้นตอนการเขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

- การกำหนดโหนด (Node) ของโครงข่ายถนน

ในการกำหนดโหนดของโครงข่ายถนนที่ทำการศึกษานั้นต้องทำการกำหนดโหนดทุกจุดของบริเวณทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟ ซึ่งจากข้อมูลที่ทำการศึกษาเก็บรวบรวมบนถนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทร พบว่าโครงข่ายของถนนที่ทำการศึกษาในโปรแกรม TRANSYT นี้จะประกอบด้วยโหนดจำนวนทั้งหมด 2 โหนด กล่าวคือ โหนดที่ 1 ถูกกำหนดตำแหน่งให้เป็นบริเวณทางแยกจันทน์นนทบุรี และโหนดที่ 2 ถูกกำหนดตำแหน่งให้เป็นบริเวณทางแยกนรินทร โดยมีทิศทางการเคลื่อนตัวของปริมาณการจราจรจากโหนดที่ 1 ไปยังโหนดที่ 2 ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 4.9

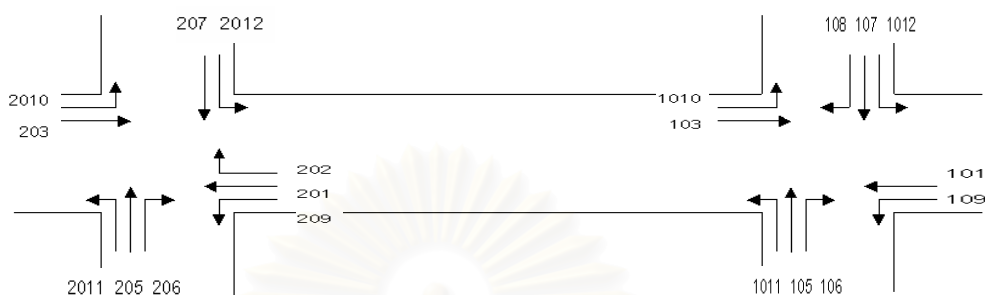


รูปที่ 4.9 การกำหนดโหนดที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม TRANSYT บนถนนราธิวาสราชนครินทร์

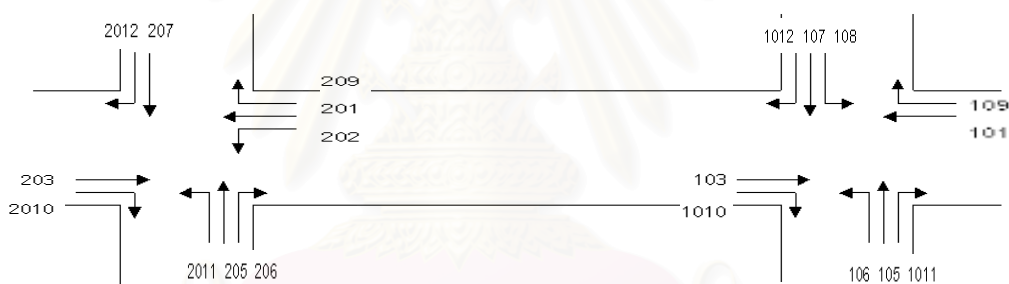
- การกำหนดหมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวของการจราจร

เมื่อทำการกำหนดโหนดของโครงข่ายถนนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปก็จะทำการกำหนดหมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวของการจราจรที่บริเวณทางแยก เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปใช้ประมวลผลของโปรแกรม TRANSYT ซึ่งในการกำหนดหมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวนี้มีวิธีการกำหนดสองวิธี คือ วิธีการกำหนดแบบมาตรฐาน (Standard) และแบบ NEMA โดยการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้พิจารณาเลือกใช้วิธีการกำหนดแบบมาตรฐานดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 4.10 แต่เนื่องจากโปรแกรม TRANSYT นี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มี

ทิศทางการจราจรซ้ำชีในช่องทางเดินรถด้านขวาแตกต่างจากประเทศไทยที่มีทิศทางการจราจรซ้ำชีในช่องทางเดินรถด้านซ้าย ดังนั้นจึงต้องทำการกลับทิศทางการจราจรที่บริเวณทางแยกจากการเก็บข้อมูลภาคสนามก่อนที่จะนำมาประมวลผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.10 หมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวของจราจรบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (เมื่อยังไม่ปรับเปลี่ยนช่องทางเดินรถตามโปรแกรม TRANSYT-7F)

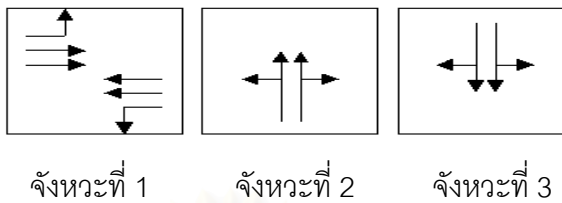


รูปที่ 4.11 หมายเลขทิศทางการเคลื่อนตัวของจราจรบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ (เมื่อปรับเปลี่ยนช่องทางเดินรถตามโปรแกรม TRANSYT-7F)

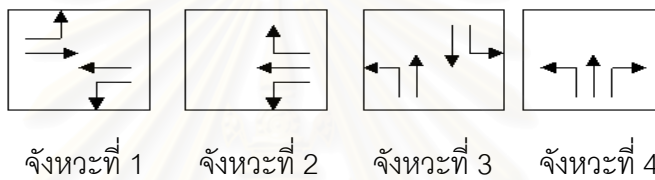
- วิธีการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม

เมื่อกำหนดโหนด และทิศทางการเคลื่อนตัวของจราจรที่บริเวณทางแยกแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการดำเนินการเขียนข้อมูลลงในโปรแกรม TRANSYT ตามประเภทของเรคคอร์ด (Record Type) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการจราจรที่ทำการศึกษา ซึ่งรายละเอียดของการป้อนข้อมูลลงในเรคคอร์ดต่างๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง. ในการศึกษาความผันแปรค่าการกระจายตัวต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์นี้จะประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญในการเขียนโปรแกรม TRANSYT ดังนี้ คือ ปริมาณการจราจร (Volume) ในแต่ละทิศทางการเคลื่อนตัว, รอบเวลาและจังหวะสัญญาณไฟที่บริเวณทางแยก, ปริมาณการจราจรอิ่มตัวที่เส้นหยุด (Saturated Flow), ความเร็วเฉลี่ย และค่าการกระจายตัว (K) ของกลุ่มรถบนช่วงถนน โดยที่สัญญาณไฟจราจร

ที่บริเวณทางแยกจันทน์นนทรี และทางแยกนรินทรจะถูกควบคุมด้วยจังหวะสัญญาณไฟ 3 และ 4 จังหวะดังรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ลำดับของจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่บริเวณทางแยกจันทน์นนทรี



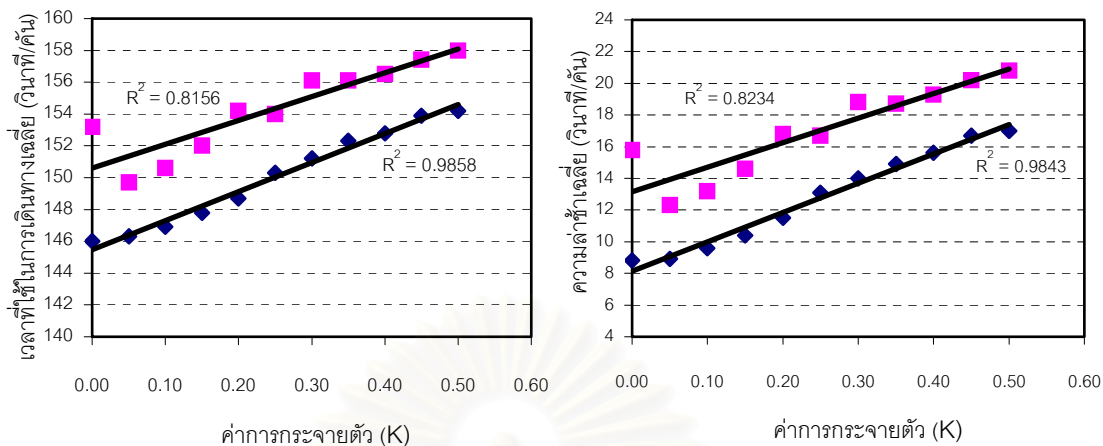
รูปที่ 4.13 ลำดับของจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่บริเวณทางแยกนรินทร

4.5.2 การประมวลผลโปรแกรม

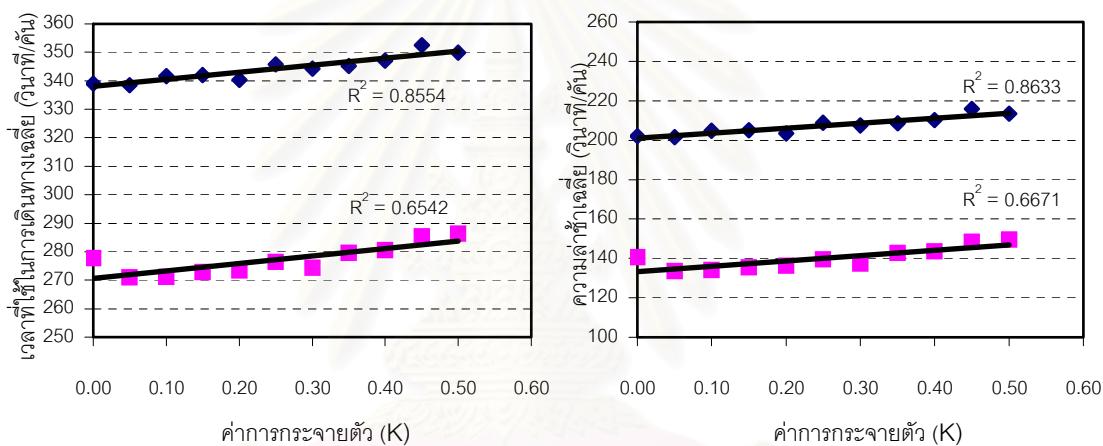
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความผันแปรค่ากระจายตัวนี้ จะพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลแบบการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) จากโปรแกรม TRANSYT-7F โดยการทดสอบนี้ได้เลือกใช้เวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยบนลิงค์ 201 202 และ 209 ที่บริเวณทางแยกนรินทร รวมทั้งค่าออฟเซต และค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (Disutility Index , D.I.) ของโครงข่ายที่พิจารณา เนื่องจากสามารถเป็นตัวแทนของความล่าช้ารวมที่เกิดขึ้น และจำนวนรถที่หยุด ซึ่งน่าจะแสดงถึงคุณลักษณะของการจราจรที่เกิดขึ้นได้ดีในระดับหนึ่ง กล่าวคือ เมื่อค่า D.I. นี้มากจะหมายถึงรถจะต้องหยุดมากขึ้น ส่งผลทำให้มีความล่าช้ารวมที่เกิดขึ้นมาก แสดงว่ามีสภาพการจราจรที่ติดขัดขึ้นกว่าเดิม แต่ถ้าค่า D.I. ลดลงก็แสดงว่าสภาพการจราจรดีขึ้น

ในการศึกษาความผันแปรของค่าการกระจายตัวที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยบนลิงค์ (Link) ที่บริเวณทางแยกนรินทร รวมทั้งค่าออฟเซต และค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (D.I.) ที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายนี้ ในการวิเคราะห์ได้ทำการจัดแบ่งข้อมูลวิเคราะห์ตามรอบเวลาสัญญาณไฟออกเป็น 2 ชุด คือ รอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาที และ

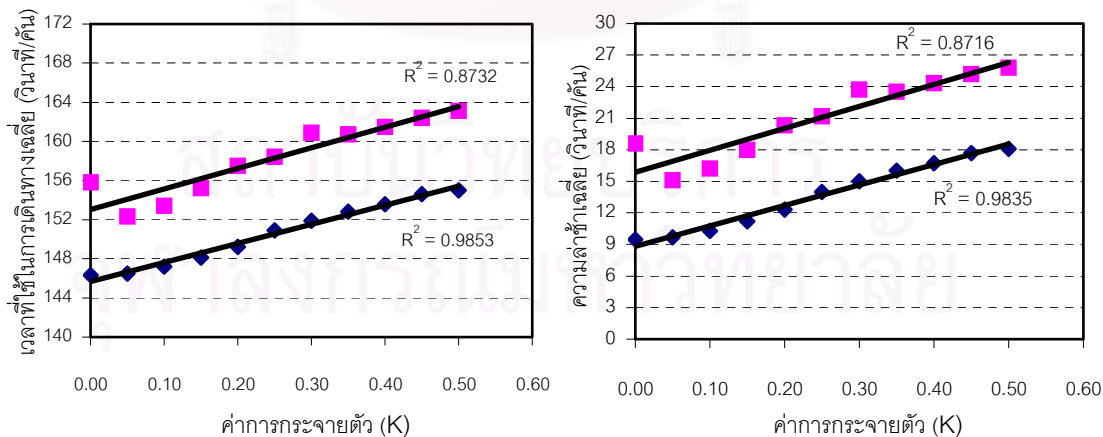
ลิ่งค์ 201 (การเคลื่อนตัวในทิศทางตรง)



ลิ่งค์ 202 (การเคลื่อนตัวในทิศทางเลี้ยวซ้าย)

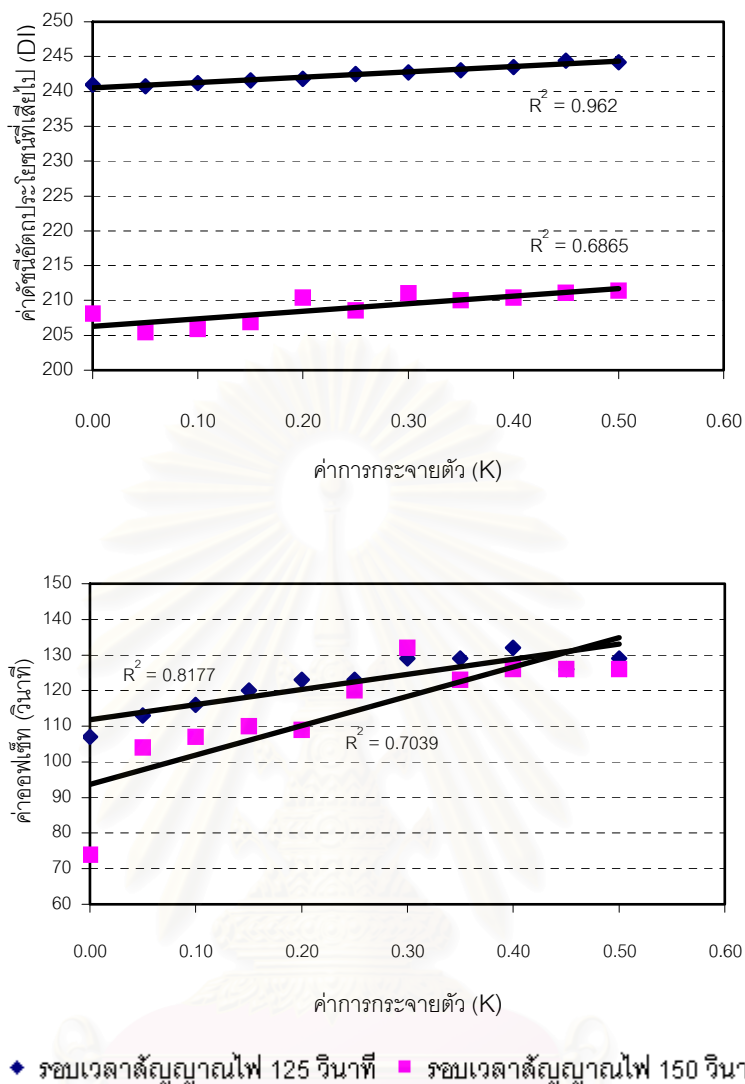


ลิ่งค์ 209 (การเคลื่อนตัวในทิศทางเลี้ยวขวา)



◆ รอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาที ■ รอบเวลาสัญญาณไฟ 150 วินาที

รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าการกระจายตัวต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และ ความล่าช้าเฉลี่ยบนลิ่งค์ 201 202 และ 209 ในบริเวณทางแยกนรินทร



รูปที่ 4.15 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าการกระจายตัวต่อค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (D.I.) และค่าออฟเซ็ทที่เกิดขึ้นช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทร

150 วินาทีตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบค่าทางสถิติ R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว กับเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยบนลิงค์ 201 202 และ 209 พบว่าความผันแปรของค่าการกระจายตัวมีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยดังรายละเอียดที่ได้แสดงในรูปที่ 4.14 โดยเมื่อพิจารณาลิงค์ 201 ที่มีการเคลื่อนตัวในทิศทางตรง และลิงค์ 209 ที่มีการเคลื่อนตัวในทิศทางเลี้ยวขวานั้น พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นบนลิงค์ที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาทีมีค่าต่ำกว่าที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 150 วินาที ส่วนลิงค์ 202 ที่มีการเคลื่อนตัวในทิศทางเลี้ยวซ้ายจะมีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นสูงกว่าที่รอบเวลาสัญญาณไฟ 150 วินาที

เมื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป และค่าออฟเซ็ทระหว่างทางแยกจันทน์นทรีกับทางแยกนรินทรจากความผันแปรของค่าการกระจายตัว พบว่าค่าการกระจายตัวมีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป และค่าออฟเซ็ทที่เกิดขึ้นระหว่างทางแยกดังกล่าวจะเห็นได้จากค่าทางสถิติ R^2 ในรูปที่ 4.15 โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลวิเคราะห์ตามรอบเวลาสัญญาณไฟ พบว่ารอบเวลาสัญญาณไฟ 125 วินาทีที่มีค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป และค่าออฟเซ็ทมากกว่ารอบเวลาสัญญาณไฟ 150 วินาที

ผลการศึกษาวិเคราะห์ความอ่อนไหวของความผันแปรค่าการกระจายตัวที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย ความล่าช้าเฉลี่ย ค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป และค่าออฟเซ็ทจากโปรแกรม TRANSYT-7F นี้เป็นเพียงแนวทางที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญต่อการพิจารณาใช้ค่าการกระจายตัวซึ่งจะมีนัยสำคัญต่อตัวบ่งชี้ (Indicator) ดัชนีต่างๆ ของสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจากโปรแกรม ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าค่าการกระจายตัวของแบบจำลอง Robertson มีนัยสำคัญต่อผลการคาดการณ์รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกำหนดประสิทธิภาพในการจัดระบบการจราจรที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายของถนนให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาแบ่งเป็นประเด็นต่างๆ ดังนี้

- เพื่อทำการศึกษา ทบทวนทฤษฎี แนวความคิด และการศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการคาดการณ์พฤติกรรมการกระจายตัวของกลุ่มรถระหว่างทางแยก
- เพื่อพิจารณาถึงแนวทาง และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก
- เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถที่เปลี่ยนแปลงไปบนช่วงถนน
- เพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ในการกระจายตัว (Dispersion factor) กับค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel-time factor) ของแบบจำลอง Robertson บนช่วงระยะทางระหว่างทางแยก
- เพื่อศึกษาหาผลกระทบของลักษณะการกระจายตัวของกลุ่มรถต่อการจัดตั้งสัญญาณไฟจราจร

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ถึงการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนที่ระยะจากเส้นหยุดจนถึงระยะทาง 1,400 เมตรของจุดสังเกต ดังนั้นจึงได้ทำการสำรวจและเลือกใช้พื้นที่ศึกษาบริเวณถนนแจ้งวัฒนะช่วงทางแยกปากเกร็ดถึงทางแยกเมืองทองธานี และบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงทางแยกจันทน์นนทบุรีถึงทางแยกนรินทรที่มีหลักเกณฑ์สอดคล้องกับข้อกำหนดและสะดวกต่อการจัดเก็บข้อมูลภาคสนาม ขั้นตอนในการดำเนินงานวิเคราะห์ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์หาลักษณะที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถ การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ การวิเคราะห์หาลักษณะที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม TRANSYT-7F ดังรายละเอียดถึงในหัวข้อต่อไป

5.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลที่สำรวจได้จากภาคสนามในช่วงเวลาปกติของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่งสามารถนำสรุปผลการวิเคราะห์เบื้องต้นได้ดังต่อไปนี้

- ปริมาณการจราจรเฉลี่ย และปริมาณรถจักรยานยนต์ในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะ มีค่าน้อยกว่าบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ถึง 889 คัน/ชั่วโมง และ 393 คัน/ชั่วโมง อีกทั้งยังมีสัดส่วนการลดลงของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนที่ต่ำกว่า 4.5 เพอร์เซ็นต์
- เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่าไม่แตกต่างกันในช่วงระยะทาง 1,000 และ 1,200 เมตรเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เพอร์เซ็นต์
- การเปลี่ยนช่องทางเดินรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนมากกว่าถนนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ถึง 3.6 เพอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดเทียบจำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของรถหนึ่งคันในช่วงระยะทางหนึ่งกิโลเมตร พบว่าจำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของถนนแจ้งวัฒนะมีค่าเท่ากับ 0.89 ครั้ง/(คัน - กิโลเมตร) ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์เท่ากับ 0.65 ครั้ง/(คัน - กิโลเมตร)
- กิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนน้อยกว่าถนนนราธิวาสราชนครินทร์ 6.2 เพอร์เซ็นต์

5.1.2 การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถ

ในการศึกษาถึงสิ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบนถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์ตามลักษณะของรอบเวลาสัญญาณไฟ ปริมาณการจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ เพอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และเพอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

- เวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถมีค่าผันแปรตามกับรอบเวลาสัญญาณไฟ
- เวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถมีค่าผันแปรตามกับปริมาณการจราจร
- เวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถมีค่าผันแปรตามกับจำนวนรถจักรยานยนต์
- เวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถมีค่าผันแปรตามกับตามสัดส่วนของเพอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถเมื่อสภาพการจราจรเบาบาง ขณะที่สภาพการจราจร

หนาแน่นจะไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถกับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถได้

- เวลาที่ใช้ในการเดินทางของกลุ่มรถบางมีค่าแปรผกผันกับสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อสภาพการจราจรเบาบาง แต่จะไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างกันได้เมื่อสภาพการจราจรบนถนนหนาแน่น

5.1.3 การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ

ในการศึกษารูปแบบการกระจายของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชนครินทร์นี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ห้ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การกระจายตัวของปริมาณการจราจร และการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งในการวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณการจราจรได้พิจารณาเลือกใช้แบบจำลองของ Robertson มาใช้ในการคาดการณ์เปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้น ส่วนการวิเคราะห์การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้พิจารณาเปรียบเทียบกับลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เกิดขึ้นกับรูปแบบการกระจายตัวจำนวนสี่รูปแบบ คือ การกระจายตัวแบบ Normal แบบ Transformed Normal แบบ Geometric และแบบ Rectangular

จากผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนช่วงถนนสรุปได้ว่าแบบจำลองของ Robertson สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นบนถนนได้อย่างถูกต้องที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (α) ค่าพารามิเตอร์เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (β) และค่าการกระจายตัว (K) ในแบบจำลองของ Robertson พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่า α , β และ K เฉลี่ยเท่ากับ 0.321, 0.758 และ 0.242 ขณะที่บริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่าพารามิเตอร์ α , β และ K เฉลี่ยเท่ากับ 0.201, 0.833 และ 0.167 ตลอดช่วงความยาวของถนน ซึ่งมีค่าที่แตกต่างจากการดำเนินการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ ของนักวิจัยหลายๆ ท่าน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าค่าพารามิเตอร์ α , β และ K มีค่าผันแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะทางกายภาพ และสภาพการจราจรของพื้นที่ศึกษา

สาเหตุที่ทำให้ค่าการกระจายตัวในบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่ามากกว่าบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์ เนื่องมาจากบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีสัดส่วนของปริมาณการจราจร และเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนที่ต่ำกว่า ขณะที่สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ในการเปลี่ยน

ช่องทางเดินรถมีค่าสูงกว่าบริเวณนราธิวาสราชชนครินทร์ จึงส่งผลทำให้เกิดการกระจายตัวของกลุ่มรถที่มากกว่า เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัวกับตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวมีค่าลดลง และมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อระยะทางบนถนนเพิ่มมากขึ้น

ส่วนผลการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงถนน สรุปได้ว่าการกระจายตัวแบบ Transformed Normal สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เกิดขึ้นบนถนนได้ใกล้เคียงมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การกระจายตัวแบบ Normal การกระจายตัวแบบ Rectangular และการกระจายตัวแบบ Geometric ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถ พบว่าการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่แตกต่างกับบริเวณนราธิวาสราชชนครินทร์ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่บริเวณถนนแจ้งวัฒนะใช้เวลาในการเดินทางที่ต่ำกว่า แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (ϵ) ของเวลาที่ใช้ในการเดินทางสูงกว่าบริเวณนราธิวาสราชชนครินทร์

5.1.4 การวิเคราะห์สิ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ

ในการศึกษาสิ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถบนถนนแจ้งวัฒนะ และถนนนราธิวาสราชชนครินทร์ตามลักษณะความสัมพันธ์ของรอบสัญญาณไฟ ปริมาณการจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้น สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

- ค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันกับรอบเวลาสัญญาณไฟ
- ค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันกับปริมาณการจราจรเมื่อสภาพการจราจรเบาบาง ในขณะที่สภาพการจราจรหนาแน่นค่าการกระจายตัวจะมีค่าแปรผันตามกับปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้น
- ค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันกับจำนวนรถจักรยานยนต์
- การกระจายตัวมีค่าแปรผันตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ
- ค่าการกระจายตัวมีค่าแปรผกผันเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของกลุ่มรถสามารถจัดจำแนกตามแบ่งตามลักษณะค่ากีดขวางการกระจายตัว (Friction) ได้เป็น 2 ประเภท คือ ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน (Internal friction) ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปริมาณการจราจร จำนวนการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และจำนวนของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนทั้งหมด ส่วนค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก (External friction) จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น ความกว้าง ความลาดชัน จำนวนช่องทางเดินรถ และสิ่งที่มีผลต่อการรบกวนการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน ในการศึกษาได้พิจารณาใช้แบบจำลองของ Manar and Baass ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว ค่ากีดขวางการกระจายตัวภายใน และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอก ในลักษณะของกราฟรูปพาราโบลา

ผลการวิเคราะห์ค่ากีดขวางการกระจายตัวของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าบริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในเท่ากับ 0.088 และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกเท่ากับ 3.983 ส่วนบริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในเท่ากับ 0.201 และค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกเท่ากับ 1.248 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ชัดว่ามีความสอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนน กล่าวคือ บริเวณถนนนราธิวาสราชนครินทร์มีส่วนของปริมาณการจราจรที่สูงกว่าถนนแจ้งวัฒนะมาก ส่งผลทำให้มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายในสูงด้วย ในขณะที่บริเวณถนนแจ้งวัฒนะมีปัจจัยที่รบกวนต่อการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนที่มากกว่าถนนนราธิวาสราชนครินทร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรบกวนจากแถวคอยของกลุ่มรถบนถนนแจ้งวัฒนะในทิศทางเลี้ยวขวามุ่งเข้าสู่ถนนติวานนท์ที่ขวางกั้นการเคลื่อนตัวของกลุ่มรถในทิศทางที่ศึกษา ส่งผลทำให้มีค่ากีดขวางการกระจายตัวภายนอกที่สูงตามไปด้วย

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม TRANSYT-7F

ขั้นตอนการศึกษานี้เป็นแนวทางที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของความผันแปรค่าการกระจายตัวที่มีต่อความอ่อนไหวของตัวบ่งชี้ (Indicator) ดัชนีต่างๆ ของสภาพการจราจรที่ได้จากการประมวลผลแบบการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ในโปรแกรม TRANSYT-7F ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวบ่งชี้ดัชนีต่างๆ บนลิงค์ และโครงข่ายบนถนนนราธิวาสราชนครินทร์ช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร พบว่าความผันแปรของค่าการกระจายตัวมีรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้าเฉลี่ยบนลิงค์ที่บริเวณทางแยกนรินทร รวมทั้งค่าออฟเซต และค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (D.I.) ของ

โครงข่ายที่พิจารณาอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะเห็นได้จากค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ R^2 มีค่าอยู่ในระดับสูง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความผันแปรของค่ากระจายตัวมีนัยสำคัญต่อการกำหนดประสิทธิภาพในการจัดระบบการจราจรที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด นอกไปจากใช้คาดการณ์รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจรบนถนน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือในการเก็บรวบรวม และถอดข้อมูลภาคสนามให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งจะทำให้สามารถลดระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาได้มาก
2. ควรทำการศึกษาการกระจายตัวของกลุ่มรถบนช่วงถนนในสภาพพื้นที่หลายๆ ลักษณะ เพื่อเป็นแนวทางในการอ้างอิงสำหรับนำไปใช้ในประเทศไทย
3. ควรทำการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการกระจายตัวของกลุ่มรถ นอกเหนือไปจากรอบเวลาสัญญาณไฟ ปริมาณการจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และเปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนน
4. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของความผันแปรค่าการกระจายตัวที่มีต่อความอ่อนไหวของตัวบ่งชี้ดัชนีต่างๆ ระหว่างข้อมูลที่สามารถได้จากภาคสนาม และการประมวลผลจากโปรแกรม TRANSYT-7F

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

อนุศักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา และสรวิศ นฤปิติ. 2541. แบบจำลองการกระจายตัวของกลุ่มรถ. ทูลส่งเสริมการวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Axhausen, K.W.; and Korling, H.G. 1987. Some Measurements of Robertson's Platoon Dispersion Factor. Transportation Research Record 1112, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. pp.71-77.

Baass, K.G.; and Lefebvre, S. 1988. Analysis of Platoon Dispersion with Respect to Traffic Volume. Transportation Research Record 1194, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. pp.64-76.

Castle, D.E.; and Bonnville, J.W. 1985. Platoon Dispersion over Long Road Links. Transportation Research Record 1021, Transportation Research Board, National Research Council Washington, D.C. pp.36-44.

El-Reedy, T.Y.; and Ashworth, R. 1978. Platoon Dispersion along a Major Road in Sheffield. Traffic Engineering Control Vol 19 No 12 : 186-189.

Graham, E.F.; and Chenu, D.C. 1962. A Study of Unrestricted Platoon Movement of Traffic. Traffic Engineering Vol 32 No 7 : 11-13.

Hillier, J.A.; and Rothery, R.W. 1967. The Synchronization of Traffic Signals for Minimum Delay. Transportation Science Vol 1 No 2 : 81-94.

Huddart, K.W.; and Turner, E.D. 1969. Traffic Signal Progressions - G.L.C. Combination Method. Traffic Engineering Control Vol 11 No 7 : 320-322,327.

Lam, J.K. 1977. Studies of a Platoon Dispersion Model and Its Practical Implication. Proceedings Seventh International Symposium on Transportation and Traffic

- Theory, Kyoto, Japan, pp.119–144.
- Lewis, B.J. 1958. Platoon Movements of Traffic from an Isolated Signalized Intersection. Bulletin No 178, Highway Research Board, Washington, D.C. pp.1-11.
- Manar, A.; and Baass, K.G. 1996. Traffic Platoon Dispersion Modeling on Arterial Streets. Transportation Research Record 1566, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. pp.49-53.
- McCoy, P.T.; Balderson, E.A.; Hsueh, R.T.; and Mohaddes, A.K. 1983. Calibration of TRANSYT Platoon Dispersion Model for Passenger Cars Under Low – Friction Traffic Flow Condition. Transportation Research Record 905, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. pp.48-52.
- Rodriguez, J.L.; and Loutzenheiser, R.C. 1977. Vehicle Platoon Parameters: Methodology for Traffic Control. Transportation Research Record 644, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. pp.62-64.
- Rumsey, A.F.; and Hartley, M.G. 1972. Simulation of a Pair of Intersections. Traffic Engineering Control Vol 13 No 11/12 : 522-525.
- Seddon, P.A. 1971. Another Look at Platoon : 1 The Kinematic Wave Theory. Traffic Engineering Control Vol 13 No 8 : 332-336.
- Seddon, P.A. 1972a. Another Look at Platoon : 2 The Diffusion Theory. Traffic Engineering Control Vol 13 No 9 : 388-390.
- Seddon, P.A. 1972b. Another Look at Platoon : 3 The Recurrence Relationship. Traffic Engineering Control Vol 13 No 10 : 442-444.
- Seddon, P.A. 1972. The Prediction of Platoon Dispersion in the Combinaton Methods of Linking Traffic Signals. Transportation Research 6 : 125-130.
- Seddon, P.A.; and Dixon, M.L. 1973. The Distribution of Journey Times for Vehicles Leaving Traffic Signals. Traffic Engineering Control Vol 15 No 7 : 345-347.
- Tracz, D.M. 1975. The Prediction of Platoon Dispersion Based on Rectangular Distribution of Journey Time. Traffic Engineering Control Vol 17 No 7 : 490-492.
- Transportation Research Center, TRANSYT-7F Users Guide : Volume 4 in a Series - Methodology for Optimizing Signal Timing. University of Florida, Gainesville, Florida 1998.
- Tyh-Ming, L. 1981. Dispersion of Platoon of Vehicles in Bangkok Traffic. Master's Thesis,

School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology.

Vecellio, R.L. 1976. Platoon Dispersion Characteristics on One-Way Signalized Arterials. Transportation Research Record 597, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. pp.42-43.

Yu, L. 1997. Platoon Dispersion and Calibration Under Advanced Traffic Control Strategies. Conference Proceeding Traffic Congestion and Traffic Safety in the 21st Century : Challenges, Innovatons, and Opportunities : pp.507-513.

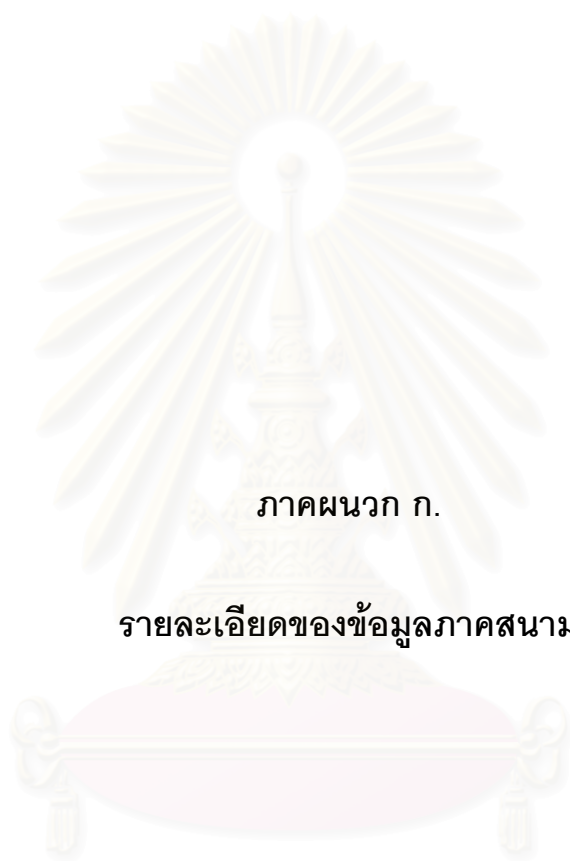


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

รายละเอียดของข้อมูลภาคสนาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.1 รายละเอียดข้อมูลประเภทของยวดยาน และลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้น

ตารางที่ ก.1 ประเภทของยวดยาน และลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ข้อมูลชุดที่ 1

หมายเลข กลุ่มรถ	รอบเวลา สัญญาณไฟ (วินาที)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เลี้ยวออก (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของยวดยาน			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
					รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	237	0	0	3	15	2	4	21	318
2	238	1	2	2	10	2	9	21	318
3	233	0	2	6	11	0	5	16	247
4	241	0	1	5	11	1	3	15	224
5	235	0	1	5	11	0	5	16	245
6	240	0	6	4	15	1	7	23	345
7	233	0	1	7	25	2	0	27	417
8	234	0	1	4	11	0	1	12	185
9	238	0	3	6	6	0	6	12	182
10	235	0	4	7	14	1	3	18	276
11	240	0	1	6	7	1	6	14	210
12	234	0	1	6	13	0	5	18	277
13	235	0	1	3	12	1	4	17	260
14	235	0	3	5	9	1	6	16	245
15	236	0	2	6	8	1	7	16	244
16	305	3	3	3	17	2	5	24	283
17	330	0	3	5	21	2	4	27	287
18	229	0	0	6	13	0	7	20	314
19	242	0	4	3	30	0	3	33	491
20	234	2	1	4	14	0	5	19	292
21	238	1	1	0	20	0	4	24	363
22	580	0	3	4	31	1	14	46	286
23	474	0	2	4	36	3	8	45	342

ข้อมูลชุดที่ 2

หมายเลข กลุ่มรถ	รอบเวลา สัญญาณไฟ (วินาที)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เลี้ยวออก (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของยวดยาน			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
					รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	331	2	3	4	27	2	10	39	424
2	405	1	2	3	32	0	5	37	329
3	489	0	4	2	17	0	7	24	177
4	298	1	1	3	22	0	4	26	314
5	95	2	4	4	18	0	6	24	908
6	249	0	1	5	20	1	4	25	361
7	470	0	3	9	20	1	8	29	222
8	450	0	1	11	33	1	5	39	312
9	325	0	5	5	24	0	6	30	332
10	325	2	2	7	29	1	7	37	410
11	315	1	1	10	38	0	9	47	537
12	255	2	3	13	15	1	4	20	282
13	655	4	3	15	23	0	8	31	170
14	300	3	3	7	32	0	4	36	432
15	390	0	2	14	34	0	5	39	360
16	350	4	3	8	27	0	9	36	370

ข้อมูลชุดที่ 3

หมายเลข กลุ่มรถ	รถเวลา ต้นยุคเวลาใหม่ (วินาที)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เสียของรถ (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของอุบัติเหตุ			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
					รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	345	2	1	10	10	0	2	12	125
2	415	1	6	5	35	0	9	45	350
3	445	3	6	11	38	0	14	52	421
4	485	1	4	5	29	0	9	38	282
5	585	1	3	10	34	0	12	46	283
6	480	3	5	8	45	0	10	55	413
7	460	2	6	8	18	2	8	28	219
8	525	1	4	10	42	1	12	55	377
9	590	3	3	15	41	0	13	54	329
10	430	2	3	11	38	0	12	50	419

ข้อมูลชุดที่ 4

หมายเลข กลุ่มรถ	รถเวลา ต้นยุคเวลาใหม่ (วินาที)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เสียของรถ (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของอุบัติเหตุ			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
					รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	235	2	3	9	16	0	4	22	337
2	238	5	5	9	17	0	6	23	348
3	237	7	0	5	25	0	3	28	425
4	232	4	0	3	14	0	5	19	295
5	237	5	2	4	15	0	5	20	304
6	237	2	2	3	25	0	3	28	425
7	237	2	1	4	15	0	4	19	286
8	347	1	3	4	26	0	6	32	332
9	272	1	1	6	20	0	4	24	318
10	233	2	0	5	12	0	3	15	232
11	237	2	2	1	15	0	4	19	288
12	237	3	1	6	13	0	0	13	197
13	237	6	0	5	13	0	3	16	243
14	237	5	0	4	13	0	3	16	243

ข้อมูลชุดที่ 5

หมายเลข กลุ่มรถ	รถเวลา ต้นยุคเวลาใหม่ (วินาที)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เสียของรถ (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของอุบัติเหตุ			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
					รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	235	3	2	9	13	0	6	19	287
2	237	0	1	5	12	0	2	14	213
3	237	1	1	5	13	1	4	18	273
4	237	4	2	7	20	1	4	25	380
5	232	3	1	2	18	0	5	21	325
6	237	2	2	6	15	0	5	20	304
7	237	2	2	5	19	0	3	22	334
8	237	4	3	6	16	0	5	21	319
9	185	4	2	4	22	0	3	25	485
10	237	5	2	2	16	0	3	19	289
11	237	5	1	2	15	0	6	21	319
12	237	1	1	2	13	0	5	18	273
13	237	3	2	6	19	0	3	22	334
14	232	3	2	3	12	0	8	18	279
15	237	4	1	6	19	0	3	22	334
16	237	1	3	5	12	0	5	17	258
17	232	2	3	4	15	0	6	21	328
18	237	2	0	7	18	0	3	19	289
19	305	2	3	6	27	0	7	34	335
20	420	3	1	12	28	0	5	34	291

ตารางที่ ก.2 ประเภทของขบวนการ และลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนราวิวาส
ราชนครินทร์

ข้อมูลชุดที่ 1

หมายเลข กลุ่มรถ	รอบเวลา สัญญาณไฟ (วินาที)	จำนวนรถ ที่กลับรถ (คัน)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เลี้ยวออก (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของขบวนการ			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
						รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	125	3	0	6	9	42	1	0	43	1238
2	125	4	0	8	22	38	3	0	41	1181
3	125	7	0	3	14	37	3	1	41	1181
4	125	5	1	5	16	36	6	0	42	1210
5	125	4	0	8	24	41	0	1	42	1210
6	125	1	0	9	18	36	2	1	39	1123
7	125	3	0	3	12	32	2	0	34	979
8	125	4	0	12	21	47	1	0	48	1382
9	125	8	0	4	9	40	0	2	42	1210
10	125	3	0	2	11	29	3	0	32	922
11	125	5	0	5	12	39	3	1	43	1238
12	125	2	0	4	7	33	2	0	35	1008
13	125	4	0	4	20	35	2	0	37	1066
14	125	2	0	4	17	50	0	0	50	1440
15	125	4	0	7	18	43	3	3	49	1411
16	125	2	0	3	11	38	1	0	39	1123
17	125	2	0	10	10	49	1	1	51	1469
18	125	7	0	5	18	45	2	0	47	1354
19	125	2	1	4	5	36	0	1	37	1066
20	125	5	0	7	13	39	2	0	41	1181
21	125	3	0	6	13	34	1	1	36	1037
22	125	2	0	1	11	19	0	1	20	576
23	125	4	0	3	3	47	0	1	48	1382
24	125	2	0	5	17	40	0	0	40	1152
25	125	6	0	4	11	43	0	2	45	1296
26	125	5	0	5	18	35	2	0	37	1066
27	125	7	0	4	27	51	0	0	51	1469
28	125	4	0	6	24	40	2	0	42	1210
29	125	7	0	6	25	44	2	1	47	1354
30	125	5	0	2	21	39	0	0	39	1123
31	125	6	0	4	17	35	1	1	37	1066
32	125	4	0	3	24	43	2	1	46	1325
33	125	6	0	8	29	50	0	0	50	1440
34	125	5	0	4	20	45	1	0	46	1325
35	125	9	0	0	12	45	1	0	46	1325
36	125	5	0	4	14	42	3	1	46	1325

ข้อมูลชุดที่ 2

หมายเลข กลุ่มรถ	รอบเวลา สัญญาณไฟ (วินาที)	จำนวนรถ ที่กลับรถ (คัน)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เลียขาออก (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของยาน			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
						รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	125	1	0	4	11	36	1	1	38	1094
2	125	1	0	9	16	37	0	2	39	1123
3	125	2	0	7	23	38	4	0	42	1210
4	125	0	0	14	26	40	2	1	43	1238
5	125	3	0	2	26	32	4	1	37	1066
6	125	0	0	4	24	31	1	0	32	922
7	125	3	0	6	20	34	1	1	36	1037
8	125	4	0	7	17	45	2	0	47	1354
9	125	4	0	3	17	39	2	1	42	1210
10	125	2	0	6	12	50	0	1	51	1469
11	125	3	0	6	26	40	0	2	42	1210
12	125	2	0	7	23	31	3	1	35	1008
13	125	5	0	4	13	42	3	0	45	1296
14	125	6	0	4	10	42	0	0	42	1210
15	125	2	0	4	17	41	1	1	43	1238
16	125	6	0	6	18	47	4	1	52	1498
17	125	5	0	5	25	41	1	0	42	1210
18	125	4	0	4	23	38	2	0	40	1152
19	125	5	0	6	20	47	0	1	48	1382
20	125	2	0	10	13	45	1	0	46	1325
21	125	2	0	5	11	30	0	1	31	893
22	125	2	0	5	8	43	3	0	46	1325
23	125	4	0	5	23	39	2	0	41	1181
24	125	3	0	8	14	43	0	1	44	1267
25	125	6	0	3	12	46	4	0	50	1440
26	125	3	0	4	30	42	1	0	43	1238
27	125	2	0	6	13	43	4	1	48	1382
28	125	3	0	10	11	46	3	1	50	1440
29	125	5	0	5	16	39	3	0	42	1210
30	125	4	0	8	18	39	2	0	41	1181
31	125	2	0	3	13	35	2	1	38	1094
32	125	2	0	3	25	23	1	0	24	691
33	125	3	0	7	15	30	3	0	33	950
34	125	2	0	4	16	33	3	0	36	1037
35	125	2	1	4	16	34	2	0	36	1037
36	125	3	0	3	11	33	0	1	34	979
37	125	7	0	11	18	43	0	0	43	1238
38	125	3	0	1	17	39	1	1	41	1181
39	125	2	0	4	11	26	2	1	29	835
40	125	1	0	12	18	46	2	1	49	1411

ข้อมูลชุดที่ 3

หมายเลข กลุ่มรถ	รอบเวลา สัญญาณไฟ (วินาที)	จำนวนรถ ที่กลับรถ (คัน)	จำนวนรถ ที่หยุดจอด (คัน)	จำนวนรถ ที่เลี้ยวออก (คัน)	จำนวนรถ จักรยานยนต์ (คัน)	ประเภทของยาน			จำนวน ทั้งหมด (คัน)	ปริมาณ การจราจร (คันชั่วโมง)
						รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	รถบรรทุก (คัน)	รถโดยสารประจำทาง (คัน)		
1	150	5	0	4	18	55	2	1	58	1392
2	150	1	0	3	26	40	2	0	42	1008
3	150	6	1	9	16	46	1	0	47	1128
4	150	5	0	6	19	45	5	0	50	1200
5	150	5	0	3	16	58	5	2	65	1560
6	150	4	0	7	24	63	0	1	64	1536
7	150	6	1	10	14	45	3	1	49	1176
8	150	2	0	12	17	56	1	0	57	1368
9	150	6	2	4	19	61	4	1	66	1584
10	150	5	0	6	16	45	1	2	48	1152
11	150	1	0	2	13	47	3	0	50	1200
12	150	3	0	5	14	53	2	1	56	1344
13	150	5	0	5	15	47	0	0	47	1128
14	150	4	0	5	17	56	2	0	58	1392
15	150	6	0	6	9	73	2	1	76	1824
16	150	1	1	2	17	42	6	1	49	1176
17	150	6	1	4	10	40	6	0	46	1104
18	150	4	0	8	18	41	1	1	43	1032
19	150	1	0	14	17	53	3	0	56	1344
20	150	3	0	4	13	43	1	0	44	1056
21	150	6	0	6	14	39	0	1	40	960
22	150	5	0	4	14	39	3	1	43	1032
23	150	3	0	3	18	48	0	0	48	1152
24	150	7	0	11	21	52	2	0	54	1296
25	150	5	0	8	12	38	1	0	39	936
26	150	2	0	7	26	41	2	1	44	1056
27	150	5	0	10	23	63	0	0	63	1512
28	150	6	0	3	24	41	0	0	41	984
29	150	7	0	4	22	48	0	0	48	1152
30	150	5	0	6	32	62	0	0	62	1488

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

รายละเอียดความสัมพันธ์รูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.1 รูปแบบการกระจายตัวของปริมาณการจราจร

ตารางที่ ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการจราจรที่สังเกตได้จากภาคสนาม กับค่าปริมาณการจราจรที่คำนวณจากแบบจำลองของ Robertson บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณจราจร (คัน / 4 วินาที)																
	สังเกต		200 เมตร		400 เมตร		600 เมตร		800 เมตร		1000 เมตร		1200 เมตร		1400 เมตร		
	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	
0 - 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4 - 8	2.253	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8 - 12	1.928	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12 - 16	1.904	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16 - 20	2.012	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 - 24	2.193	0.287	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 - 28	2.060	0.523	0.745	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28 - 32	2.277	1.321	1.136	0.076	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32 - 36	2.072	1.558	1.399	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36 - 40	2.036	2.056	1.695	0.470	0.631	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40 - 44	1.434	2.019	1.793	0.711	0.994	0.116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44 - 48	1.145	1.762	1.881	1.321	1.249	0.334	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000
48 - 52	0.723	1.632	2.012	1.689	1.463	0.591	0.559	0.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52 - 56	0.639	2.033	2.032	1.905	1.667	0.720	0.899	0.326	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56 - 60	0.723	2.131	2.033	1.785	1.777	1.491	1.149	0.529	0.453	0.151	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000
60 - 64	0.506	1.719	1.835	1.626	1.917	1.684	1.363	0.747	0.750	0.315	0.000	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
64 - 68	0.398	1.857	1.607	1.715	1.961	1.594	1.569	1.032	0.982	0.383	0.414	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
68 - 72	0.253	1.096	1.315	1.613	1.962	1.671	1.691	1.670	1.189	0.684	0.662	0.268	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
72 - 76	0.193	0.710	1.091	1.689	1.628	1.761	1.837	1.615	1.391	0.849	0.915	0.282	0.366	0.100	0.000	0.000	0.000
76 - 80	0.217	0.847	0.970	1.629	1.637	1.543	1.895	1.385	1.526	1.369	1.117	0.607	0.620	0.242	0.000	0.000	0.000
80 - 84	0.193	0.710	0.816	1.715	1.361	1.479	1.930	1.738	1.677	1.574	1.315	0.663	0.628	0.213	0.000	0.000	0.000
84 - 88	0.133	0.780	0.678	1.219	1.173	1.671	1.807	1.330	1.756	1.300	1.452	1.016	1.020	0.398	0.343	0.000	0.000
88 - 92	0.181	0.536	0.536	0.940	1.047	1.767	1.642	1.683	1.813	1.533	1.603	1.383	1.211	0.697	0.565	0.000	0.000
92 - 96	0.096	0.386	0.424	0.749	0.895	1.594	1.414	1.398	1.736	1.396	1.690	1.313	1.349	0.824	0.786	0.000	0.000
96 - 100	0.146	0.299	0.355	0.686	0.756	1.131	1.222	1.629	1.617	1.588	1.753	1.265	1.499	1.160	0.973	0.000	0.000
100 - 104	0.084	0.324	0.302	0.686	0.615	0.990	1.098	1.598	1.437	1.465	1.695	1.524	1.592	1.166	1.159	0.000	0.000
104 - 108	0.072	0.324	0.246	0.699	0.497	0.707	0.951	1.368	1.277	1.506	1.593	1.440	1.665	1.237	1.296	0.000	0.000
108 - 112	0.060	0.167	0.224	0.495	0.418	0.669	0.813	1.100	1.165	1.437	1.433	1.186	1.627	1.507	1.446	0.000	0.000
112 - 116	0.080	0.174	0.182	0.343	0.365	0.733	0.674	0.801	1.033	1.437	1.287	1.553	1.549	1.322	1.541	0.000	0.000
116 - 120	0.036	0.137	0.170	0.343	0.293	0.604	0.555	0.570	0.905	1.150	1.184	1.327	1.415	1.251	1.617	0.000	0.000
120 - 124	0.024	0.126	0.141	0.406	0.261	0.463	0.471	0.636	0.774	1.027	1.059	1.341	1.289	1.393	1.589	0.000	0.000
124 - 128	0.012	0.062	0.119	0.254	0.215	0.399	0.402	0.692	0.657	0.821	0.937	1.313	1.197	1.379	1.521	0.000	0.000
128 - 132	0.024	0.112	0.099	0.127	0.195	0.309	0.335	0.462	0.568	0.630	0.812	1.157	1.085	1.422	1.399	0.000	0.000
132 - 136	0.036	0.075	0.086	0.127	0.164	0.476	0.297	0.570	0.493	0.465	0.696	1.200	0.973	1.180	1.283	0.000	0.000
136 - 140	0.036	0.075	0.070	0.203	0.139	0.334	0.247	0.394	0.420	0.608	0.609	0.790	0.856	1.166	1.198	0.000	0.000
140 - 144	0.000	0.050	0.055	0.089	0.117	0.180	0.221	0.434	0.372	0.493	0.633	0.748	0.748	1.068	1.093	0.000	0.000
144 - 148	0.012	0.026	0.041	0.089	0.101	0.219	0.187	0.486	0.317	0.452	0.459	0.460	0.662	1.237	0.987	0.000	0.000
148 - 152	0.012	0.000	0.036	0.114	0.083	0.154	0.159	0.258	0.282	0.411	0.408	0.635	0.586	0.725	0.875	0.000	0.000
152 - 156	0.000	0.037	0.035	0.051	0.068	0.154	0.134	0.244	0.242	0.438	0.351	0.622	0.512	0.640	0.771	0.000	0.000
156 - 160	0.000	0.012	0.036	0.114	0.051	0.051	0.116	0.190	0.208	0.479	0.313	0.466	0.456	0.640	0.688	0.000	0.000
160 - 164	0.000	0.025	0.024	0.038	0.044	0.090	0.098	0.231	0.178	0.233	0.271	0.466	0.400	0.526	0.611	0.000	0.000
164 - 168	0.000	0.012	0.020	0.038	0.041	0.116	0.078	0.176	0.155	0.287	0.234	0.367	0.356	0.512	0.538	0.000	0.000
168 - 172	0.000	0.000	0.017	0.000	0.040	0.077	0.062	0.136	0.131	0.206	0.202	0.409	0.314	0.498	0.484	0.000	0.000
172 - 176	0.000	0.025	0.012	0.026	0.029	0.064	0.052	0.098	0.108	0.192	0.176	0.339	0.275	0.412	0.425	0.000	0.000
176 - 180	0.000	0.000	0.008	0.013	0.024	0.039	0.048	0.061	0.090	0.110	0.150	0.184	0.240	0.469	0.382	0.000	0.000
180 - 184	0.012	0.000	0.006	0.025	0.021	0.013	0.045	0.163	0.077	0.219	0.127	0.325	0.211	0.284	0.337	0.000	0.000
184 - 188	0.000	0.012	0.003	0.000	0.015	0.026	0.034	0.065	0.068	0.082	0.106	0.262	0.182	0.412	0.296	0.000	0.000
188 - 192	0.000	0.000	0.002	0.013	0.011	0.026	0.029	0.014	0.062	0.096	0.091	0.099	0.157	0.227	0.260	0.000	0.000
192 - 196	0.000	0.000	0.002	0.000	0.008	0.026	0.025	0.014	0.049	0.110	0.081	0.141	0.133	0.270	0.230	0.000	0.000
196 - 200	0.000	0.000	0.001	0.013	0.006	0.013	0.018	0.045	0.042	0.137	0.073	0.169	0.115	0.185	0.200	0.000	0.000
200 - 204	0.000	0.000	0.005	0.000	0.004	0.013	0.014	0.027	0.036	0.014	0.059	0.141	0.103	0.171	0.173	0.000	0.000
204 - 208	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.010	0.020	0.029	0.055	0.051	0.071	0.092	0.242	0.149	0.000	0.000
208 - 212	0.012	0.000	0.002	0.013	0.002	0.000	0.008	0.027	0.023	0.014	0.044	0.184	0.077	0.156	0.130	0.000	0.000
212 - 216	0.000	0.012	0.001	0.000	0.005	0.000	0.006	0.014	0.016	0.055	0.036	0.071	0.066	0.128	0.116	0.000	0.000
216 - 220	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.004	0.009	0.015	0.027	0.029	0.042	0.058	0.142	0.103	0.000	0.000
220 - 224	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.013	0.003	0.014	0.012	0.027	0.024	0.042	0.043	0.071	0.068	0.000	0.000
224 - 228	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.041	0.009	0.014	0.019	0.000	0.040	0.114	0.076	0.000	0.000
228 - 232	0.000	0.000	0.004	0.000	0.001	0.013	0.004	0.008	0.007	0.000	0.016	0.042	0.034	0.043	0.066	0.000	0.000

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการจราจรที่สังเกตได้จากภาคสนาม กับค่า
ปริมาณการจราจรที่คำนวณจากแบบจำลองของ Robertson บนช่วงถนน
แจ้งวัฒนะ

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณจราจร (คัน / 4 วินาที)																
	สังเกต		200 เมตร		400 เมตร		600 เมตร		800 เมตร		1000 เมตร		1200 เมตร		1400 เมตร		
	สังเกต	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson		
232	-	236	0.000	0.012	0.008	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.008	0.000	0.013	0.042	0.028	0.057	0.056
236	-	240	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.007	0.014	0.011	0.014	0.024	0.043	0.048
240	-	244	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.002	0.000	0.005	0.014	0.011	0.042	0.020	0.043	0.040
244	-	248	0.000	0.000	0.001	0.013	0.003	0.000	0.001	0.014	0.004	0.000	0.009	0.014	0.017	0.028	0.034
248	-	252	0.000	0.000	0.001	0.013	0.002	0.000	0.001	0.014	0.003	0.027	0.007	0.000	0.016	0.026	0.029
252	-	256	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.013	0.014	0.025
256	-	260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.003	0.000	0.002	0.014	0.005	0.014	0.011	0.014	0.021
260	-	264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000	0.004	0.000	0.009	0.043	0.020
264	-	268	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.002	0.000	0.003	0.014	0.003	0.000	0.006	0.000	0.017
268	-	272	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.003	0.000	0.005	0.014	0.007	0.000	0.014
272	-	276	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.004	0.014	0.005	0.014	0.012
276	-	280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.002	0.014	0.003	0.000	0.007	0.000	0.010
280	-	284	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.001	0.014	0.003	0.000	0.005	0.000	0.009
284	-	288	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.005	0.000	0.007
288	-	292	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.002	0.014	0.004	0.028	0.008
292	-	296	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.007
296	-	300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.043	0.006
300	-	304	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.002	0.000	0.005
304	-	308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.004
308	-	312	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.003
312	-	316	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003
316	-	320	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003
320	-	324	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002
324	-	328	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002
328	-	332	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002
332	-	336	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
336	-	340	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
340	-	344	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
344	-	348	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
348	-	352	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
352	-	356	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
356	-	360	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
360	-	364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
364	-	368	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
368	-	372	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
372	-	376	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
376	-	380	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
380	-	384	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
384	-	388	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.009	0.002	0.000	0.000
388	-	392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000
392	-	396	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
396	-	400	0.000	0.012	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002
400	-	404	0.009	0.000	0.004	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002
404	-	408	0.009	0.000	0.002	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001
408	-	412	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
412	-	416	0.000	0.000	0.001	0.013	0.004	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
416	-	420	0.000	0.012	0.001	0.000	0.003	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
420	-	424	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
424	-	428	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.003	0.014	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
428	-	432	0.000	0.000	0.000	0.013	0.001	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
432	-	436	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.014	0.003	0.014	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
436	-	440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
440	-	444	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000
444	-	448	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.014	0.002	0.014	0.003	0.000	0.000
448	-	452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000
452	-	456	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.002	0.014	0.002	0.000	0.004
456	-	460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.001	0.000	0.002	0.014	0.003
460	-	464	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.014	0.003

ตารางที่ ข.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการจราจรที่สังเกตได้จากภาคสนาม กับค่าปริมาณการจราจรที่คำนวณจากแบบจำลองของ Robertson บนช่วงถนนราวิวาสราชนครินทร์

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณจราจร (คัน / 4 วินาที)																
	ไม่มีจุด		200 เมตร		400 เมตร		600 เมตร		800 เมตร		1000 เมตร		1200 เมตร		1400 เมตร		
	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	
0	-	4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	-	8	3.745	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	-	12	5.963	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	-	16	6.638	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	-	20	6.679	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	-	24	6.472	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	-	28	5.264	0.788	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	-	32	3.585	2.631	1.682	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	-	36	2.868	4.145	3.601	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	-	40	1.538	5.281	4.820	0.853	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	-	44	0.895	5.280	5.710	1.782	1.258	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44	-	48	0.406	5.243	6.052	3.114	2.832	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	-	52	0.340	4.988	5.998	3.670	4.075	0.561	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	-	56	0.065	4.827	4.749	4.073	4.949	1.280	0.000	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56	-	60	0.019	4.032	3.904	4.283	5.460	2.105	1.035	0.225	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	-	64	0.000	3.161	2.841	4.466	5.394	2.655	2.394	0.551	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
64	-	68	0.000	1.618	1.958	4.341	4.787	2.993	3.539	1.260	0.000	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
68	-	72	0.000	0.918	1.266	4.101	4.143	3.405	4.406	2.092	0.879	0.297	0.000	0.070	0.000	0.000	0.000
72	-	76	0.000	0.700	0.937	3.737	3.269	3.839	4.977	2.036	2.070	0.666	0.000	0.088	0.000	0.000	0.000
76	-	80	0.000	0.360	0.498	3.249	2.473	3.469	5.056	2.564	3.119	1.248	0.000	0.140	0.000	0.018	0.000
80	-	84	0.000	0.227	0.283	2.338	1.780	3.968	4.650	2.845	3.955	1.795	0.812	0.544	0.000	0.053	0.000
84	-	88	0.000	0.085	0.156	1.600	1.297	3.692	4.157	3.273	4.546	2.152	1.826	0.807	0.000	0.088	0.000
88	-	92	0.000	0.009	0.086	1.064	0.884	3.533	3.434	3.385	4.715	2.223	2.926	1.211	0.000	0.246	0.000
92	-	96	0.000	0.019	0.047	0.671	0.594	3.131	2.733	3.441	4.449	2.556	3.740	1.755	0.774	0.492	0.000
96	-	100	0.000	0.000	0.026	0.335	0.394	2.685	2.090	3.149	4.078	2.806	4.332	2.246	1.845	0.632	0.000
100	-	104	0.000	0.000	0.014	0.211	0.262	2.232	1.606	3.430	3.482	3.578	4.534	2.053	2.815	1.194	0.000
104	-	108	0.000	0.000	0.008	0.172	0.174	1.555	1.181	3.172	2.875	2.880	4.328	2.633	3.614	1.423	0.654
108	-	112	0.000	0.000	0.004	0.048	0.116	0.994	0.890	3.059	2.295	3.329	4.012	2.878	4.204	2.020	1.580
112	-	116	0.000	0.000	0.000	0.029	0.077	0.709	0.622	2.373	1.836	2.877	3.475	3.300	4.423	2.073	2.446
116	-	120	0.000	0.000	0.000	0.057	0.061	0.423	0.450	2.082	1.420	3.115	2.916	3.177	4.250	2.369	3.185
120	-	124	0.000	0.000	0.000	0.010	0.034	0.275	0.326	1.622	1.091	3.079	2.372	2.685	3.964	2.629	3.759
124	-	128	0.000	0.000	0.000	0.019	0.023	0.201	0.236	1.035	0.835	2.580	1.931	2.738	3.463	2.687	4.022
128	-	132	0.000	0.000	0.000	0.010	0.015	0.106	0.171	0.855	0.639	2.390	1.527	2.696	2.932	2.951	3.946
132	-	136	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.085	0.123	0.562	0.489	1.617	1.200	2.736	2.410	2.881	3.757
136	-	140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.621	0.089	0.394	0.374	1.474	0.940	2.282	1.982	2.371	3.370
140	-	144	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.811	0.085	0.304	0.286	1.106	0.736	2.580	1.586	2.722	2.938
144	-	148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.047	0.180	0.219	0.725	0.577	2.001	1.262	2.301	2.495
148	-	152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.034	0.090	0.168	0.523	0.452	1.509	1.001	2.758	2.119
152	-	156	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.022	0.128	0.357	0.354	1.106	0.794	2.758	1.760

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณการจราจรที่สังเกตได้จากภาคสนาม กับค่าปริมาณการจราจรที่คำนวณจากแบบจำลองของ Robertson บนช่วงถนน นราธิวาสราชนครินทร์

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณจราจร (คัน / 4 วินาที)															
	เส้นหยุด		200 เมตร		400 เมตร		600 เมตร		800 เมตร		1000 เมตร		1200 เมตร		1400 เมตร	
	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson	สังเกต	Robertson
156 - 180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.018	0.034	0.098	0.250	0.277	0.860	0.630	1.809	1.456
160 - 184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.034	0.075	0.285	0.217	0.544	0.500	1.756	1.202
184 - 188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.057	0.096	0.170	0.456	0.396	1.335	0.992
188 - 172	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.044	0.048	0.133	0.369	0.315	0.878	0.819
172 - 176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.006	0.011	0.034	0.058	0.104	0.193	0.250	1.001	0.876
176 - 180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.006	0.026	0.036	0.082	0.158	0.198	0.660	0.558
180 - 184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.064	0.158	0.157	0.404	0.460
184 - 188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.050	0.070	0.125	0.316	0.360
188 - 192	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.039	0.035	0.099	0.193	0.314
192 - 196	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.009	0.012	0.031	0.016	0.078	0.396	0.259
196 - 200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.024	0.053	0.062	0.228	0.214
200 - 204	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.019	0.000	0.049	0.183	0.176
204 - 208	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.012	0.015	0.000	0.039	0.063	0.145
208 - 212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.012	0.018	0.031	0.063	0.120
212 - 216	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.009	0.000	0.025	0.070	0.099
216 - 220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.007	0.000	0.020	0.070	0.082
220 - 224	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.015	0.018	0.058
224 - 228	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.012	0.053	0.056
228 - 232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.010	0.123	0.046
232 - 236	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.008	0.070	0.038
236 - 240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.006	0.070	0.031
240 - 244	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.035	0.026
244 - 248	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.021
248 - 252	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.018
252 - 256	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.015
256 - 260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.018	0.012
260 - 264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010
264 - 268	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.008
268 - 272	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007
272 - 276	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006
276 - 280	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005
280 - 284	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
284 - 288	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
288 - 292	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
292 - 296	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
296 - 300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
300 - 304	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
304 - 308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.2 รูปแบบการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

ตารางที่ ข.3 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เก็บรวบรวมได้จากภาคสนามบน
ช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ช่วงจราจร (วินาที)	ปริมาณการไหลผ่านหน่วยพื้นที่จราจรในทิศทางเดียวกัน (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0
9	2	0	0	0	0	0	0
10	4	0	0	0	0	0	0
11	3	0	0	0	0	0	0
12	11	0	0	0	0	0	0
13	14	0	0	0	0	0	0
14	26	0	0	0	0	0	0
15	27	0	0	0	0	0	0
16	37	0	0	0	0	0	0
17	52	1	0	0	0	0	0
18	73	6	0	0	0	0	0
19	85	1	0	0	0	0	0
20	101	3	0	0	0	0	0
21	148	1	0	0	0	0	0
22	155	1	0	0	0	0	0
23	169	3	0	0	0	0	0
24	145	7	2	0	0	0	0
25	141	7	0	0	0	0	0
26	128	10	0	0	0	0	0
27	117	14	0	0	0	0	0
28	97	14	0	0	0	0	0
29	82	21	1	0	0	0	0
30	65	30	0	1	0	0	0
31	71	49	1	0	0	0	0
32	48	55	1	1	0	0	0
33	36	62	4	0	0	0	0
34	34	72	4	0	0	0	0
35	20	101	9	0	0	0	0
36	28	100	7	0	0	0	0
37	19	93	20	0	0	0	0
38	14	109	21	0	0	0	0
39	10	129	24	0	1	0	0
40	18	119	27	1	0	0	0
41	6	91	50	3	0	0	0
42	11	105	50	4	0	0	0
43	8	87	63	9	1	0	0
44	7	104	49	5	0	0	0
45	7	77	68	8	0	0	0
46	7	38	65	17	0	0	0
47	9	46	79	26	2	0	0
48	10	49	111	21	2	0	0
49	8	49	92	37	3	0	0
50	5	40	87	43	4	0	0
51	3	32	99	32	7	0	0
52	8	26	101	62	8	0	0
53	4	29	92	57	6	0	1
54	5	28	79	61	14	0	0
55	2	20	71	55	27	2	0

ช่วงจราจร (วินาที)	ปริมาณการไหลผ่านหน่วยพื้นที่จราจรในทิศทางตรงกันข้าม (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
56	6	18	58	63	19	1	0
57	0	18	65	62	32	2	0
58	3	11	75	66	26	3	0
59	3	8	58	65	34	4	0
60	2	9	36	70	41	4	0
61	2	12	45	34	47	5	0
62	1	10	20	81	46	9	0
63	0	18	51	63	48	10	0
64	0	4	26	63	45	16	0
65	2	4	16	82	60	17	1
66	2	7	21	67	48	16	4
67	0	9	29	60	64	24	4
68	3	7	22	51	60	30	4
69	0	15	15	47	66	30	6
70	0	12	28	40	56	28	5
71	1	6	13	23	62	43	8
72	0	5	10	21	73	55	10
73	0	5	11	28	70	36	13
74	0	6	11	21	64	34	13
75	1	3	18	17	56	32	17
76	0	1	5	22	54	69	22
77	0	5	10	26	65	41	18
78	0	0	8	14	62	61	27
79	0	3	6	19	51	58	26
80	0	1	3	16	41	51	31
81	1	5	4	15	28	47	41
82	0	1	4	14	25	54	46
83	0	1	9	16	39	61	36
84	0	1	7	14	24	56	33
85	0	0	3	9	26	62	33
86	0	3	8	6	29	47	42
87	0	3	2	6	23	62	51
88	1	1	4	9	24	62	43
89	1	3	6	7	26	64	49
90	0	1	8	6	14	43	40
91	0	0	3	6	18	38	45
92	0	1	2	6	13	25	57
93	0	0	2	6	17	37	48
94	0	0	3	7	8	29	49
95	0	0	3	4	9	24	52
96	0	0	4	1	14	21	59
97	0	2	2	1	10	25	48
98	0	0	3	6	7	32	44
99	0	0	4	8	8	31	55
100	0	0	1	4	7	23	45
101	0	0	3	4	6	20	43
102	0	0	1	4	8	22	30
103	0	6	6	6	6	15	34
104	0	0	3	5	7	15	31
105	0	0	2	5	4	13	35
106	0	0	1	3	6	14	29
107	0	2	2	3	9	16	32
108	0	0	1	2	7	7	26
109	0	0	1	4	1	9	19
110	0	0	1	2	7	5	22

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เก็บรวบรวมได้จากภาคสนาม
บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

จำนวนรถ (ในนาที)	ปริมาณรถที่เดินผ่านช่วงถนนแจ้งวัฒนะจากสวนหจก. (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
111	0	0	0	0	5	11	29
112	0	0	0	2	4	5	28
113	0	0	0	4	1	8	21
114	0	0	1	6	5	5	22
115	0	0	0	6	2	6	15
116	0	0	0	5	5	5	13
117	0	0	1	2	2	3	20
118	0	0	0	2	4	4	12
119	0	0	0	1	5	5	12
120	0	0	1	2	5	2	12
121	0	0	0	5	1	5	6
122	0	0	1	5	6	6	9
123	0	0	0	2	4	2	9
124	0	0	0	3	2	3	8
125	0	0	1	5	0	3	5
126	0	0	0	1	3	2	6
127	0	0	0	0	6	4	7
128	0	0	0	2	5	4	9
129	0	0	1	1	2	5	4
130	0	0	0	0	5	2	5
131	0	0	0	0	5	4	2
132	0	0	0	1	2	4	4
133	0	0	0	0	1	5	1
134	0	0	0	0	4	6	7
135	0	0	0	0	6	3	4
136	0	0	0	1	0	3	0
137	0	0	0	2	4	6	3
138	0	0	0	0	2	1	4
139	0	0	0	1	2	1	3
140	0	0	0	1	4	1	5
141	0	0	0	0	0	3	1
142	0	0	0	0	1	2	0
143	0	0	0	0	3	4	7
144	0	0	0	1	0	4	7
145	0	0	0	1	3	3	1
146	0	0	0	0	2	6	5
147	0	0	0	0	0	9	4
148	0	0	0	0	2	4	4
149	0	0	0	0	0	5	4
150	0	0	0	0	2	2	2
151	0	0	0	0	1	3	3
152	0	0	0	0	0	1	1
153	0	0	0	0	1	3	0
154	0	0	0	1	0	3	0
155	0	0	0	0	0	6	3
156	0	0	0	0	1	8	7
157	0	0	0	0	1	3	4
158	0	0	0	0	0	0	5
159	0	0	0	0	0	1	2
160	0	0	0	0	1	1	4
161	0	0	0	0	0	9	3
162	0	0	0	0	1	2	2
163	0	0	0	0	0	0	4
164	0	0	0	0	0	0	3
165	0	0	0	0	0	0	4

จำนวนรถ (ในนาที)	ปริมาณรถที่เดินผ่านช่วงถนนแจ้งวัฒนะจากสวนหจก. (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
166	0	0	0	0	0	1	4
167	0	0	0	0	0	1	1
168	0	0	0	0	0	1	5
169	0	0	0	0	0	0	2
170	0	0	0	0	0	0	1
171	0	0	0	0	1	4	1
172	0	0	0	0	0	1	0
173	0	0	0	0	0	2	4
174	0	0	0	0	0	1	1
175	0	0	0	0	0	2	0
176	0	0	0	0	0	1	2
177	0	0	0	0	0	1	2
178	0	0	0	0	0	1	2
179	0	0	0	0	0	2	0
180	0	0	0	0	0	2	1
181	0	0	0	0	0	1	0
182	0	0	0	0	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	2
184	0	0	0	0	0	0	1
185	0	0	0	0	0	1	1
186	0	0	0	0	0	0	2
187	0	0	0	0	0	1	0
188	0	0	0	0	0	0	3
189	0	0	0	0	0	0	1
190	0	0	0	0	0	0	0
191	0	0	0	0	0	0	1
192	0	0	0	0	0	1	0
193	0	0	0	0	0	0	0
194	0	0	0	0	0	0	3
195	0	0	0	0	0	1	2
196	0	0	0	0	0	0	2
197	0	0	0	0	0	0	1
198	0	0	0	0	0	0	1
199	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0
201	0	0	0	0	0	0	0
202	0	0	0	0	0	0	0
203	0	0	0	0	0	0	0
204	0	0	0	0	0	0	1
205	0	0	0	0	0	0	0
206	0	0	0	0	0	0	0
207	0	0	0	0	0	0	1
208	0	0	0	0	0	0	1
209	0	0	0	0	0	0	0
210	0	0	0	0	0	0	0
211	0	0	0	0	0	0	0
212	0	0	0	0	0	0	0
213	0	0	0	0	0	0	0
214	0	0	0	0	0	0	0
215	0	0	0	0	0	0	0
216	0	0	0	0	0	0	1
217	0	0	0	0	0	0	0
218	0	0	0	0	0	0	0
219	0	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0
221	0	0	0	0	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เก็บรวบรวมได้จากภาคสนามบน
ช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณรถที่วิ่งผ่านจุดสำรวจจุดสังเกตจากเลนทาง (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	8	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0
13	2	0	0	0	0	0	0
14	5	0	0	0	0	0	0
15	9	0	0	0	0	0	0
16	20	0	0	0	0	0	0
17	26	0	0	0	0	0	0
18	37	0	0	0	0	0	0
19	76	0	0	0	0	0	0
20	105	0	0	0	0	0	0
21	180	0	0	0	0	0	0
22	297	0	0	0	0	0	0
23	357	0	0	0	0	0	0
24	396	3	0	0	0	0	0
25	411	1	0	0	0	0	0
26	406	3	0	0	0	0	0
27	384	7	0	0	0	0	0
28	327	14	0	0	0	0	0
29	302	20	0	0	0	0	0
30	271	30	0	0	0	0	0
31	219	50	0	0	0	0	0
32	187	67	0	0	0	0	0
33	140	107	0	0	0	0	0
34	116	119	0	0	0	0	0
35	90	180	0	0	0	0	0
36	40	204	1	0	0	0	0
37	69	197	0	0	0	0	0
38	47	219	1	0	0	0	0
39	32	249	7	0	0	0	0
40	31	265	9	0	0	0	0
41	24	233	12	0	0	0	0
42	14	267	20	0	0	0	0
43	7	237	29	0	0	0	0
44	10	247	33	1	0	0	0
45	4	223	32	1	0	0	0
46	8	203	55	2	0	0	0
47	7	137	78	0	0	0	0
48	8	144	90	4	0	0	0
49	3	137	92	1	0	0	0
50	2	147	136	3	0	0	0
51	5	125	109	6	0	0	0
52	0	177	131	6	0	0	0
53	1	199	130	17	2	0	0
54	1	70	193	19	1	0	0
55	2	57	189	29	0	0	0
56	3	67	144	92	1	0	0
57	0	42	197	24	3	0	0
58	0	93	174	51	2	0	0
59	0	29	186	67	4	0	0
60	0	20	171	64	3	0	0

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณรถที่วิ่งผ่านจุดสำรวจจุดสังเกตจากเลนทาง (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
61	0	30	176	67	8	0	0
62	0	17	172	98	4	1	0
63	0	20	145	85	12	1	0
64	0	13	158	111	9	2	0
65	0	14	128	160	22	0	0
66	0	13	132	121	25	1	0
67	0	15	180	111	22	3	0
68	0	9	99	119	27	1	0
69	0	7	75	96	37	1	0
70	0	4	85	85	50	2	0
71	0	5	105	131	50	5	1
72	0	3	84	135	45	5	0
73	0	5	95	138	63	7	2
74	0	7	58	180	86	12	0
75	0	3	54	133	85	15	2
76	0	5	47	127	82	12	0
77	0	2	46	147	80	16	0
78	0	2	30	166	72	19	2
79	0	3	28	117	90	21	1
80	0	1	28	112	83	24	3
81	0	1	24	92	93	24	2
82	0	0	21	107	101	33	2
83	0	1	11	88	75	35	4
84	0	3	15	80	104	48	6
85	0	1	19	74	123	39	10
86	0	1	10	78	114	57	9
87	0	0	14	76	122	38	16
88	0	0	10	64	127	63	11
89	0	1	7	70	119	55	19
90	0	2	11	61	114	50	16
91	0	1	2	58	98	50	14
92	0	3	4	47	114	58	27
93	0	2	5	41	110	46	22
94	0	1	5	37	97	72	23
95	0	0	4	40	99	60	39
96	0	0	6	28	93	70	25
97	0	0	4	30	78	73	41
98	0	1	2	25	67	82	39
99	0	0	4	19	74	87	47
100	0	0	5	15	46	58	52
101	0	0	6	19	68	65	45
102	0	0	0	24	62	76	48
103	0	0	2	12	57	66	47
104	0	0	1	10	44	66	54
105	0	0	2	5	46	93	56
106	0	0	1	5	52	70	62
107	0	0	5	12	62	62	60
108	0	0	2	8	42	47	49
109	0	0	0	3	36	52	71
110	0	0	2	5	28	55	54
111	0	0	2	7	26	50	58
112	0	0	0	6	31	37	53
113	0	0	0	9	18	43	65
114	0	0	2	7	30	33	66
115	0	0	1	7	21	39	60
116	0	0	0	3	16	39	55
117	0	0	0	5	8	29	66
118	0	0	1	2	13	35	55
119	0	0	1	5	13	44	48
120	0	0	0	3	9	29	60

ตารางที่ ข.4 (ต่อ) ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เก็บรวบรวมได้จากภาค
สนามบนช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์

ช่วงราคา (วินาที)	ปริมาณเวลาที่สัมพันธ์กับจำนวนรถของจุดสังเกตจากเงินลงทุน (วินาที)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
121	0	0	2	5	4	22	49
122	0	0	0	5	12	27	51
123	0	0	0	2	4	23	41
124	0	0	0	4	7	15	42
125	0	0	0	3	5	19	39
126	0	0	0	2	4	21	42
127	0	0	0	0	8	14	33
128	0	0	0	1	5	14	35
129	0	0	0	3	3	17	33
130	0	0	0	2	7	11	38
131	0	0	0	2	7	8	39
132	0	0	0	1	7	19	35
133	0	0	0	0	2	6	39
134	0	0	0	0	4	7	30
135	0	0	0	0	5	11	31
136	0	0	0	0	4	6	23
137	0	0	0	0	5	3	18
138	0	0	0	0	4	3	20
139	0	0	0	0	1	7	20
140	0	0	0	0	3	3	21
141	0	0	0	0	0	3	19
142	0	0	0	0	3	1	14
143	0	0	0	0	1	2	22
144	0	0	0	0	2	2	11
145	0	0	0	1	0	3	8
146	0	0	0	0	4	1	13
147	0	0	0	0	3	1	18
148	0	0	0	0	1	2	16
149	0	0	1	0	1	3	5
150	0	0	0	0	1	1	11
151	0	0	0	0	2	1	7
152	0	0	0	0	3	2	10
153	0	0	0	0	0	2	10
154	0	0	0	0	1	1	8
155	0	0	0	0	0	0	11
156	0	0	0	0	0	0	4
157	0	0	0	0	0	1	6
158	0	0	0	0	0	0	6
159	0	0	0	0	0	0	3
160	0	0	0	0	0	1	2
161	0	0	0	0	0	0	6
162	0	0	0	0	0	2	4
163	0	0	0	0	1	2	3
164	0	0	0	0	1	1	3
165	0	0	0	0	0	1	1
166	0	0	0	0	0	0	5
167	0	0	0	1	0	1	3
168	0	0	0	0	0	3	2
169	0	0	0	0	0	0	4
170	0	0	0	0	0	1	1
171	0	0	0	0	0	0	3
172	0	0	0	0	0	0	4
173	0	0	0	0	0	1	0
174	0	0	0	0	0	0	2
175	0	0	0	0	0	0	2
176	0	0	0	0	0	0	2
177	0	0	0	0	0	0	1
178	0	0	0	0	0	2	2
179	0	0	0	0	1	0	0
180	0	0	0	0	0	0	1

ช่วงราคา (วินาที)	ปริมาณเวลาที่สัมพันธ์กับจำนวนรถของจุดสังเกตจากเงินลงทุน (วินาที)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
181	0	0	0	0	0	2	0
182	0	0	0	0	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	1	1
185	0	0	0	0	0	2	0
186	0	0	0	0	0	0	5
187	0	0	0	0	0	0	1
188	0	0	0	0	0	0	3
189	0	0	0	0	0	0	3
190	0	0	0	0	0	0	1
191	0	0	0	0	0	0	3
192	0	0	0	0	0	0	1
193	0	0	0	0	0	0	2
194	0	0	0	0	0	0	2
195	0	0	0	0	0	0	0
196	0	0	0	0	0	0	3
197	0	0	0	0	0	0	1
198	0	0	0	0	0	0	1
199	0	0	0	0	0	0	2
200	0	0	0	0	0	0	0
201	0	0	0	0	0	0	0
202	0	0	0	0	0	0	3
203	0	0	0	0	0	0	0
204	0	0	0	0	0	0	3
205	0	0	0	0	0	0	0
206	0	0	0	0	0	0	2
207	0	0	0	0	0	0	0
208	0	0	0	0	0	0	0
209	0	0	0	0	0	0	0
210	0	0	0	0	0	0	0
211	0	0	0	0	0	0	0
212	0	0	0	0	0	0	0
213	0	0	0	0	0	0	0
214	0	0	0	0	0	0	0
215	0	0	0	0	0	0	0
216	0	0	0	0	0	0	0
217	0	0	0	0	0	0	0
218	0	0	0	0	0	0	0
219	0	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0
221	0	0	0	0	0	0	1
222	0	0	0	0	0	0	0
223	0	0	0	0	0	0	0
224	0	0	0	0	0	0	0
225	0	0	0	0	0	0	0
226	0	0	0	0	0	0	0
227	0	0	0	0	0	0	0
228	0	0	0	0	0	0	0
229	0	0	0	0	0	0	1
230	0	0	0	0	0	0	0
231	0	0	0	0	0	0	0
232	0	0	0	0	0	0	0
233	0	0	0	0	0	0	0
234	0	0	0	0	0	0	0
235	0	0	0	0	0	0	0
236	0	0	0	0	0	0	0
237	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข.5 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Normal บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณรถที่แล่นผ่านจำนวนรถขบวนรถวิ่งจากฝั่งขาออก (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	1.408	0.042	0.008	0.014	0.007	0.006	0.002
2	1.959	0.060	0.012	0.018	0.009	0.006	0.002
3	2.689	0.086	0.016	0.023	0.011	0.007	0.003
4	3.842	0.119	0.022	0.029	0.014	0.009	0.003
5	4.866	0.165	0.030	0.037	0.017	0.011	0.004
6	6.419	0.227	0.041	0.047	0.021	0.013	0.004
7	8.363	0.310	0.056	0.059	0.026	0.016	0.005
8	10.723	0.420	0.074	0.074	0.032	0.019	0.007
9	13.584	0.564	0.098	0.092	0.039	0.023	0.008
10	16.978	0.751	0.130	0.114	0.048	0.027	0.009
11	20.938	0.990	0.170	0.141	0.059	0.033	0.011
12	25.477	1.296	0.222	0.174	0.072	0.039	0.013
13	30.588	1.681	0.289	0.214	0.087	0.048	0.016
14	36.236	2.161	0.371	0.281	0.106	0.056	0.019
15	42.363	2.756	0.476	0.319	0.127	0.068	0.022
16	48.845	3.483	0.606	0.387	0.158	0.077	0.025
17	55.882	4.366	0.765	0.467	0.183	0.091	0.031
18	62.406	5.425	0.963	0.563	0.219	0.107	0.037
19	69.134	6.684	1.204	0.676	0.262	0.125	0.043
20	76.568	8.165	1.496	0.808	0.311	0.147	0.051
21	84.501	9.868	1.847	0.982	0.369	0.172	0.050
22	92.729	11.873	2.287	1.141	0.435	0.200	0.070
23	99.064	14.134	2.788	1.348	0.513	0.233	0.081
24	94.342	16.663	3.353	1.587	0.603	0.270	0.095
25	96.436	19.523	4.041	1.861	0.706	0.313	0.110
26	97.265	22.651	4.841	2.174	0.824	0.362	0.128
27	96.794	26.057	5.763	2.630	0.959	0.418	0.148
28	95.043	29.718	6.819	2.933	1.113	0.481	0.171
29	92.000	33.606	8.020	3.999	1.296	0.552	0.197
30	88.023	37.675	9.374	3.898	1.486	0.632	0.227
31	83.023	41.877	10.851	4.469	1.708	0.722	0.261
32	77.198	46.161	12.575	5.101	1.960	0.824	0.299
33	70.946	50.427	14.432	5.802	2.240	0.937	0.342
34	64.281	54.628	16.482	6.574	2.554	1.064	0.391
35	57.484	58.674	18.663	7.421	2.902	1.206	0.445
36	50.887	62.482	21.030	8.344	3.299	1.261	0.506
37	44.113	66.968	23.553	9.347	3.715	1.535	0.575
38	37.881	69.055	26.217	10.430	4.185	1.727	0.652
39	32.096	71.666	29.006	11.595	4.699	1.938	0.737
40	26.632	73.746	31.894	12.840	5.261	2.171	0.832
41	22.133	75.295	34.857	14.155	5.873	2.425	0.937
42	18.014	76.100	37.883	15.567	6.536	2.704	1.054
43	14.486	76.317	40.878	17.042	7.252	3.008	1.182
44	11.462	75.891	43.864	18.586	8.023	3.339	1.324
45	8.961	74.603	46.782	20.193	8.849	3.697	1.480
46	6.913	73.111	49.589	21.856	9.730	4.088	1.651
47	5.261	70.847	52.246	23.564	10.668	4.503	1.838
48	3.951	68.987	54.708	25.309	11.661	4.953	2.043
49	2.928	64.837	56.936	27.081	12.706	5.436	2.266
50	2.141	61.234	58.898	28.865	13.808	5.962	2.507
51	1.544	57.337	60.555	30.659	14.959	6.502	2.768
52	1.089	53.228	61.878	32.421	16.156	7.087	3.053
53	0.772	48.994	62.848	34.183	17.397	7.708	3.359
54	0.535	44.711	63.459	35.862	18.678	8.384	3.689
55	0.356	40.454	63.648	37.502	19.993	9.056	4.043

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณรถที่แล่นผ่านจำนวนรถขบวนรถวิ่งจากฝั่งขาเข้า (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
56	0.247	36.289	63.469	39.068	21.337	9.782	4.422
57	0.164	32.276	62.906	40.643	22.702	10.642	4.827
58	0.108	28.461	61.966	41.914	24.083	11.337	5.269
59	0.070	24.982	60.869	43.166	25.471	12.154	5.719
60	0.045	21.568	59.038	44.286	26.869	13.021	6.206
61	0.028	18.536	57.100	45.261	28.238	13.908	6.722
62	0.018	16.794	54.989	46.082	29.599	14.822	7.267
63	0.011	13.343	52.443	46.739	30.932	16.760	7.840
64	0.007	11.176	49.800	47.224	32.229	18.720	8.441
65	0.004	9.280	47.003	47.533	33.480	17.698	9.071
66	0.002	7.841	44.092	47.661	34.675	16.691	9.729
67	0.001	6.237	41.110	47.607	35.806	19.896	10.413
68	0.001	5.048	38.096	47.372	36.863	20.707	11.126
69	0.000	4.051	35.085	46.868	37.837	21.722	11.881
70	0.000	3.223	32.120	46.370	38.722	22.735	12.621
71	0.000	2.542	29.226	45.816	39.508	23.742	13.404
72	0.000	1.988	26.428	44.702	40.190	24.737	14.207
73	0.000	1.541	23.753	43.640	40.761	25.716	15.028
74	0.000	1.165	21.220	42.440	41.216	26.679	15.867
75	0.000	0.903	18.840	41.116	41.552	27.604	16.719
76	0.000	0.682	16.626	39.681	41.766	28.503	17.582
77	0.000	0.511	14.583	38.151	41.855	29.384	18.453
78	0.000	0.380	12.713	36.539	41.819	30.184	19.300
79	0.000	0.280	11.018	34.863	41.657	30.857	20.208
80	0.000	0.204	9.485	33.136	41.373	31.677	21.086
81	0.000	0.148	8.119	31.376	40.967	32.342	21.856
82	0.000	0.106	6.907	29.594	40.444	32.946	22.619
83	0.000	0.076	5.840	27.868	39.808	33.486	23.668
84	0.000	0.063	4.908	26.030	39.065	33.958	24.502
85	0.000	0.037	4.099	24.272	38.222	34.359	25.314
86	0.000	0.026	3.403	22.547	37.284	34.686	26.103
87	0.000	0.018	2.808	20.865	36.261	34.937	26.883
88	0.000	0.012	2.303	19.235	35.160	35.111	27.591
89	0.000	0.008	1.877	17.664	33.991	35.207	28.283
90	0.000	0.006	1.520	16.190	32.763	35.223	28.935
91	0.000	0.004	1.224	14.728	31.484	35.180	29.544
92	0.000	0.002	0.980	13.371	30.185	35.017	30.107
93	0.000	0.002	0.779	12.093	28.814	34.797	30.620
94	0.000	0.001	0.616	10.896	27.442	34.500	31.081
95	0.000	0.001	0.484	9.779	26.057	34.128	31.486
96	0.000	0.000	0.378	8.744	24.668	33.686	31.835
97	0.000	0.000	0.293	7.768	23.269	33.173	32.124
98	0.000	0.000	0.226	6.910	21.910	32.694	32.362
99	0.000	0.000	0.174	6.108	20.555	31.953	32.617
100	0.000	0.000	0.132	5.379	19.228	31.255	32.819
101	0.000	0.000	0.100	4.718	17.933	30.603	32.967
102	0.000	0.000	0.075	4.123	16.674	29.702	32.691
103	0.000	0.000	0.056	3.589	15.458	28.656	32.641
104	0.000	0.000	0.042	3.113	14.287	27.972	32.988
105	0.000	0.000	0.031	2.689	13.166	27.053	32.712
106	0.000	0.000	0.023	2.314	12.096	26.106	31.894
107	0.000	0.000	0.017	1.984	11.080	25.135	31.557
108	0.000	0.000	0.012	1.694	10.115	24.146	31.162
109	0.000	0.000	0.009	1.442	9.213	23.143	30.712
110	0.000	0.000	0.006	1.222	8.364	22.133	30.208

ตารางที่ ข.6 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Normal บนช่วงถนน

นราธิวาสราชชนครินทร์

ช่วงเลข (วินาที)	ปริมาณรถที่แล่นผ่านสายผ่านช่วงของจุดสังเกตการณ์บนจุด (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.010	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.023	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.051	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.111	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.233	0.017	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.472	0.029	0.001	0.005	0.000	0.000	0.000
9	0.923	0.047	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
10	1.739	0.076	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
11	3.164	0.119	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
12	5.563	0.187	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000
13	9.405	0.288	0.009	0.001	0.000	0.000	0.000
14	15.370	0.438	0.013	0.001	0.000	0.000	0.000
15	24.236	0.656	0.019	0.002	0.000	0.000	0.000
16	36.976	0.974	0.028	0.003	0.000	0.000	0.000
17	54.137	1.423	0.041	0.004	0.000	0.000	0.000
18	76.691	2.050	0.059	0.006	0.001	0.000	0.000
19	104.629	2.913	0.085	0.008	0.001	0.000	0.000
20	138.252	4.083	0.120	0.011	0.001	0.000	0.000
21	175.969	5.644	0.168	0.016	0.002	0.000	0.000
22	216.076	7.696	0.234	0.021	0.002	0.000	0.000
23	266.029	10.260	0.323	0.029	0.003	0.000	0.001
24	292.723	13.723	0.443	0.040	0.004	0.000	0.001
25	322.932	17.960	0.601	0.054	0.006	0.001	0.001
26	343.757	23.176	0.810	0.072	0.007	0.001	0.001
27	363.095	29.438	1.082	0.097	0.010	0.001	0.001
28	349.838	37.030	1.434	0.128	0.013	0.001	0.002
29	334.601	45.851	1.884	0.169	0.017	0.002	0.002
30	308.801	56.997	2.466	0.222	0.023	0.002	0.003
31	274.948	67.453	3.174	0.280	0.030	0.003	0.003
32	236.217	80.142	4.069	0.376	0.040	0.004	0.004
33	196.820	93.917	5.174	0.486	0.052	0.005	0.006
34	166.635	108.584	6.526	0.623	0.067	0.007	0.007
35	120.895	123.757	8.161	0.795	0.087	0.009	0.008
36	90.035	138.161	10.124	1.008	0.112	0.012	0.010
37	64.700	154.343	12.455	1.271	0.143	0.016	0.012
38	44.862	168.641	15.197	1.584	0.183	0.019	0.015
39	30.015	182.175	18.391	1.986	0.233	0.025	0.019
40	19.377	193.876	22.073	2.462	0.294	0.032	0.023
41	12.071	203.507	26.275	3.033	0.370	0.040	0.028
42	7.256	210.697	31.020	3.716	0.463	0.051	0.034
43	4.208	216.158	36.320	4.526	0.578	0.064	0.041
44	2.255	216.710	42.178	5.481	0.717	0.081	0.048
45	1.272	216.230	49.678	6.599	0.885	0.102	0.059
46	0.683	210.954	58.489	7.980	1.089	0.127	0.071
47	0.393	203.881	62.863	9.402	1.333	0.168	0.086
48	0.182	194.350	70.933	11.127	1.624	0.198	0.102
49	0.076	182.733	78.710	13.091	1.969	0.242	0.122
50	0.034	169.461	86.992	15.316	2.377	0.297	0.146
51	0.015	156.005	96.356	17.812	2.856	0.364	0.171
52	0.006	139.843	103.664	20.598	3.417	0.444	0.203
53	0.003	124.440	111.772	23.882	4.068	0.540	0.239
54	0.001	109.220	119.504	27.072	4.821	0.653	0.282
55	0.000	94.951	126.764	30.769	5.687	0.788	0.331
56	0.000	80.733	130.333	34.770	6.678	0.945	0.389
57	0.000	67.992	139.102	39.065	7.805	1.132	0.453
58	0.000	56.478	143.924	43.637	9.081	1.349	0.526
59	0.000	46.274	147.690	48.465	10.517	1.601	0.613
60	0.000	37.394	150.309	53.618	12.123	1.893	0.711

ช่วงเลข (วินาที)	ปริมาณรถที่แล่นผ่านสายผ่านช่วงของจุดสังเกตการณ์บนจุด (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
61	0.003	29.806	161.719	58.767	13.911	2.280	0.823
62	0.003	23.432	161.886	64.136	16.889	2.616	0.949
63	0.000	18.170	160.802	69.603	19.065	3.067	1.092
64	0.000	13.897	148.497	76.113	20.444	3.569	1.254
65	0.000	10.483	145.027	80.686	23.890	4.127	1.435
66	0.000	7.800	140.475	85.968	26.824	4.766	1.639
67	0.000	5.724	134.948	91.164	28.824	5.484	1.868
68	0.000	4.144	126.574	96.127	32.024	6.284	2.122
69	0.000	2.958	121.495	100.779	36.416	7.173	2.405
70	0.000	2.083	113.864	105.047	38.986	8.157	2.720
71	0.000	1.447	105.939	108.857	42.710	9.233	3.067
72	0.000	0.991	97.595	112.176	46.596	10.423	3.450
73	0.000	0.670	89.202	114.922	60.687	11.713	3.871
74	0.000	0.446	80.888	117.067	54.670	13.112	4.333
75	0.000	0.293	72.744	118.846	68.810	14.621	4.837
76	0.000	0.190	64.863	119.364	62.973	16.259	5.387
77	0.000	0.122	67.397	119.498	67.119	17.966	5.984
78	0.000	0.077	60.359	118.341	71.210	19.799	6.630
79	0.000	0.048	43.819	117.706	76.203	21.734	7.329
80	0.000	0.029	37.818	115.915	79.054	23.766	8.078
81	0.000	0.018	32.368	113.299	82.720	25.895	8.883
82	0.000	0.011	27.477	110.200	86.158	28.083	9.744
83	0.000	0.006	23.183	106.569	89.325	30.349	10.661
84	0.000	0.004	19.316	102.465	92.183	32.670	11.635
85	0.000	0.002	15.987	97.953	94.695	35.032	12.666
86	0.000	0.001	13.139	93.101	96.828	37.417	13.753
87	0.000	0.001	10.703	87.980	98.563	39.808	14.896
88	0.000	0.000	8.647	82.662	99.847	42.187	16.094
89	0.000	0.000	6.929	77.220	100.893	44.534	17.344
90	0.000	0.000	5.506	71.720	101.079	46.828	18.643
91	0.000	0.000	4.340	66.230	101.600	49.048	19.990
92	0.000	0.000	3.393	60.807	100.468	51.172	21.380
93	0.000	0.000	2.630	55.608	99.456	53.180	22.803
94	0.000	0.000	2.022	50.379	98.013	56.061	24.273
95	0.000	0.000	1.542	45.461	96.146	56.766	25.766
96	0.000	0.000	1.166	40.787	93.880	58.306	27.280
97	0.000	0.000	0.875	35.394	91.247	69.662	28.811
98	0.000	0.000	0.651	32.260	88.279	80.792	30.351
99	0.000	0.000	0.480	28.454	85.016	61.713	31.893
100	0.000	0.000	0.352	24.947	81.495	62.402	33.429
101	0.000	0.000	0.255	21.746	77.761	62.853	34.950
102	0.000	0.000	0.184	18.846	73.856	63.060	36.449
103	0.000	0.000	0.131	16.240	69.826	63.021	37.916
104	0.000	0.000	0.093	13.913	65.711	62.735	38.343
105	0.000	0.000	0.065	11.851	61.654	62.208	40.721
106	0.000	0.000	0.045	10.037	57.396	61.444	42.040
107	0.000	0.000	0.031	8.461	53.271	60.452	43.293
108	0.000	0.000	0.021	7.075	49.216	69.244	44.471
109	0.000	0.000	0.016	5.899	45.280	57.834	45.666
110	0.000	0.000	0.010	4.874	41.430	56.237	46.570
111	0.000	0.000	0.007	4.010	37.751	64.471	47.476
112	0.000	0.000	0.004	3.281	34.239	62.654	48.278
113	0.000	0.000	0.003	2.669	30.912	60.606	48.970
114	0.000	0.000	0.002	2.158	27.779	48.349	49.548
115	0.000	0.000	0.001	1.735	24.849	46.104	50.003
116	0.000	0.000	0.001	1.307	22.126	43.791	60.336
117	0.000	0.000	0.000	1.103	19.611	41.431	60.545
118	0.000	0.000	0.000	0.871	17.301	39.048	60.626
119	0.000	0.000	0.000	0.685	16.194	36.654	60.579
120	0.000	0.000	0.000	0.535	13.261	34.275	60.406

ตารางที่ ข.7 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ช่วงทาง (กิโลเมตร)	ปริมาณการวิ่งผ่านพื้นที่บนช่วงของรถจักรยานยนต์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.211	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1.732	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	7.248	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	13.863	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	43.239	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	85.557	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	91.175	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	112.810	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	127.944	0.201	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	135.920	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	137.452	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	133.910	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	126.823	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	117.570	2.241	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	107.250	4.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	96.967	9.291	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
27	86.359	15.747	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
28	76.858	24.616	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
29	67.743	35.914	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
30	59.689	47.140	0.187	0.000	0.000	0.000	0.000
31	52.501	59.215	0.515	0.000	0.000	0.000	0.000
32	46.140	70.660	1.174	0.001	0.000	0.000	0.000
33	40.547	80.724	2.389	0.005	0.000	0.000	0.000
34	35.649	88.872	4.383	0.018	0.000	0.000	0.000
35	31.273	94.810	7.386	0.052	0.000	0.000	0.000
36	27.645	98.465	11.244	0.133	0.000	0.000	0.000
37	24.389	99.943	16.896	0.305	0.000	0.000	0.000
38	21.372	99.478	23.250	0.694	0.001	0.000	0.000
39	19.109	97.268	30.688	1.208	0.005	0.000	0.000
40	16.982	93.952	38.592	2.132	0.013	0.000	0.000
41	15.089	89.553	46.889	3.517	0.034	0.000	0.000
42	13.451	84.475	54.990	5.484	0.079	0.000	0.000
43	12.017	78.980	61.936	8.044	0.169	0.000	0.000
44	10.750	73.286	68.431	11.091	0.332	0.000	0.000
45	9.666	67.569	73.652	15.188	0.611	0.001	0.000
46	8.664	61.961	78.064	19.665	1.055	0.004	0.000
47	7.827	56.580	81.818	24.607	1.724	0.010	0.000
48	7.069	51.435	82.714	29.862	2.679	0.022	0.000
49	6.399	46.628	83.239	35.284	3.977	0.047	0.000
50	5.803	42.161	82.701	40.802	5.665	0.084	0.000
51	5.274	38.043	81.237	45.732	7.772	0.175	0.001
52	4.803	34.270	78.999	50.485	10.309	0.311	0.002
53	4.382	30.830	76.188	54.732	13.267	0.523	0.004
54	4.006	27.714	72.901	58.274	16.576	0.842	0.009
55	3.669	24.894	69.123	61.246	20.207	1.290	0.018

ช่วงทาง (กิโลเมตร)	ปริมาณการวิ่งผ่านพื้นที่บนช่วงของรถจักรยานยนต์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
56	3.968	22.352	85.225	83.615	24.064	1.928	0.026
57	3.093	20.066	61.209	66.177	26.056	2.763	0.068
58	2.848	18.014	57.163	56.252	32.081	3.823	0.121
59	2.626	16.174	53.157	46.261	36.039	5.162	0.295
60	2.426	14.527	49.246	46.919	39.825	6.763	0.325
61	2.244	13.053	45.474	45.021	43.382	8.642	0.327
62	2.079	11.735	41.870	43.687	46.628	10.788	0.799
63	1.929	10.567	38.456	41.959	49.455	12.182	1.173
64	1.782	9.504	35.244	39.818	51.881	15.792	1.671
65	1.668	8.563	32.241	37.631	53.859	19.377	2.315
66	1.564	7.722	29.447	35.160	55.378	21.487	3.124
67	1.460	6.968	26.860	32.581	56.441	24.469	4.115
68	1.354	6.296	24.472	29.888	57.061	27.465	5.300
69	1.267	5.694	22.277	27.176	57.261	30.419	6.685
70	1.186	5.154	20.263	24.470	57.072	33.276	8.268
71	1.112	4.670	18.421	21.796	56.528	36.085	10.047
72	1.044	4.238	16.738	19.181	55.668	38.504	12.002
73	0.981	3.847	15.207	16.643	54.533	40.794	14.114
74	0.923	3.497	13.812	14.198	53.162	42.826	16.357
75	0.869	3.182	12.544	11.857	51.598	44.579	18.699
76	0.819	2.899	11.389	9.526	49.872	46.099	21.105
77	0.773	2.644	10.348	7.216	48.025	47.199	23.640
78	0.730	2.414	9.403	5.015	46.088	48.060	26.385
79	0.691	2.209	8.546	3.037	44.090	48.627	29.343
80	0.653	2.019	7.768	2.185	42.057	48.913	32.499
81	0.619	1.848	7.064	1.429	40.012	48.932	35.822
82	0.587	1.695	6.427	0.819	37.975	48.702	39.282
83	0.557	1.558	5.850	0.260	35.952	48.245	42.896
84	0.529	1.430	5.327	0.000	33.938	47.583	46.622
85	0.502	1.315	4.854	0.000	32.064	46.739	50.466
86	0.478	1.211	4.426	0.000	30.198	45.735	54.417
87	0.455	1.116	4.037	0.000	28.398	44.596	58.472
88	0.433	1.030	3.686	0.000	26.668	43.342	62.632
89	0.413	0.951	3.367	0.000	25.014	41.996	66.900
90	0.394	0.880	3.077	0.000	23.435	40.576	71.272
91	0.376	0.814	2.810	0.000	21.935	39.102	75.748
92	0.359	0.754	2.576	0.000	20.512	37.580	80.322
93	0.343	0.699	2.360	0.000	19.167	36.025	84.992
94	0.328	0.649	2.163	0.000	17.897	34.510	89.762
95	0.314	0.603	1.985	0.000	16.701	32.967	94.628
96	0.301	0.560	1.822	0.000	15.576	31.437	99.592
97	0.289	0.522	1.674	0.000	14.520	29.926	104.652
98	0.277	0.486	1.539	0.000	13.531	28.446	109.804
99	0.265	0.453	1.416	0.000	12.605	27.003	115.048
100	0.255	0.423	1.304	0.000	11.739	25.596	120.384
101	0.245	0.395	1.201	0.000	10.930	24.237	125.808
102	0.236	0.369	1.108	0.000	10.175	22.923	131.312
103	0.226	0.345	1.022	0.000	9.470	21.658	136.896
104	0.217	0.323	0.944	0.000	8.814	20.444	142.560
105	0.209	0.303	0.873	0.000	8.203	19.282	148.296
106	0.201	0.284	0.807	0.000	7.633	18.172	154.104
107	0.194	0.266	0.747	0.000	7.106	17.114	160.000
108	0.187	0.250	0.692	0.000	6.614	16.107	166.000
109	0.180	0.235	0.641	0.000	6.156	15.151	172.000
110	0.174	0.221	0.595	0.000	5.735	14.244	178.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.7 (ต่อ) ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal
 บนช่วงถนนแฉ่งวัฒนะ

ช่วงจราจร (วินาที)	ปริมาณรถที่วิ่งผ่านสถานีแบ่งจุดสังเกตการวิ่งบนจุด (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
111	0.168	0.208	0.552	1.875	5.336	13.386	25.245
112	0.162	0.196	0.513	1.741	4.969	12.574	24.058
113	0.157	0.184	0.477	1.618	4.629	11.807	22.901
114	0.151	0.174	0.444	1.504	4.312	11.063	21.777
115	0.146	0.164	0.413	1.399	4.018	10.401	20.889
116	0.142	0.155	0.385	1.301	3.745	9.758	19.838
117	0.137	0.145	0.359	1.212	3.492	9.153	18.626
118	0.132	0.139	0.335	1.129	3.256	8.595	17.552
119	0.128	0.131	0.312	1.052	3.038	8.051	16.717
120	0.124	0.124	0.292	0.981	2.834	7.549	15.822
121	0.120	0.118	0.273	0.915	2.646	7.078	14.966
122	0.117	0.111	0.255	0.854	2.470	6.636	14.149
123	0.113	0.106	0.239	0.798	2.307	6.222	13.369
124	0.110	0.100	0.224	0.746	2.156	5.833	12.627
125	0.108	0.095	0.210	0.697	2.015	5.469	11.921
126	0.103	0.090	0.196	0.652	1.884	5.128	11.251
127	0.100	0.088	0.184	0.611	1.762	4.809	10.614
128	0.097	0.082	0.173	0.572	1.649	4.508	10.011
129	0.095	0.078	0.163	0.536	1.543	4.229	9.439
130	0.092	0.074	0.153	0.502	1.445	3.967	8.899
131	0.089	0.071	0.144	0.471	1.354	3.722	8.387
132	0.087	0.067	0.135	0.442	1.269	3.492	7.903
133	0.085	0.064	0.127	0.415	1.189	3.277	7.446
134	0.082	0.061	0.120	0.390	1.115	3.076	7.015
135	0.080	0.058	0.113	0.366	1.046	2.887	6.608
136	0.078	0.056	0.107	0.344	0.982	2.711	6.224
137	0.076	0.053	0.101	0.324	0.922	2.546	5.862
138	0.074	0.051	0.095	0.305	0.866	2.392	5.520
139	0.072	0.049	0.090	0.287	0.814	2.247	5.199
140	0.070	0.047	0.085	0.271	0.765	2.112	4.899
141	0.068	0.045	0.080	0.255	0.720	1.985	4.611
142	0.067	0.043	0.076	0.241	0.677	1.866	4.343
143	0.065	0.041	0.072	0.227	0.637	1.755	4.091
144	0.063	0.039	0.068	0.214	0.600	1.651	3.853
145	0.062	0.038	0.065	0.202	0.565	1.554	3.629
146	0.060	0.036	0.061	0.191	0.533	1.463	3.419
147	0.059	0.035	0.058	0.181	0.502	1.377	3.221
148	0.058	0.033	0.055	0.171	0.474	1.297	3.035
149	0.056	0.032	0.052	0.162	0.447	1.222	2.860
150	0.055	0.031	0.050	0.153	0.422	1.151	2.696
151	0.054	0.029	0.047	0.145	0.398	1.085	2.541
152	0.052	0.028	0.045	0.137	0.376	1.023	2.396
153	0.051	0.027	0.043	0.130	0.355	0.965	2.259
154	0.050	0.026	0.041	0.123	0.336	0.910	2.130
155	0.049	0.025	0.039	0.117	0.318	0.859	2.009
156	0.048	0.024	0.037	0.111	0.301	0.811	1.896
157	0.047	0.023	0.035	0.105	0.284	0.766	1.789
158	0.046	0.022	0.033	0.100	0.269	0.723	1.688
159	0.045	0.022	0.032	0.095	0.255	0.683	1.593
160	0.044	0.021	0.030	0.090	0.242	0.646	1.504
161	0.043	0.020	0.029	0.085	0.229	0.611	1.420
162	0.042	0.019	0.028	0.082	0.217	0.577	1.342
163	0.041	0.018	0.026	0.078	0.206	0.546	1.267
164	0.040	0.018	0.025	0.074	0.195	0.517	1.198
165	0.039	0.017	0.024	0.071	0.188	0.489	1.132

ช่วงจราจร (วินาที)	ปริมาณรถที่วิ่งผ่านสถานีแบ่งจุดสังเกตการวิ่งบนจุด (คัน)						
	200	400	800	800	1000	1200	1400
166	0.039	0.017	0.023	0.067	0.176	0.463	1.070
167	0.038	0.016	0.022	0.064	0.167	0.438	1.012
168	0.037	0.016	0.021	0.061	0.159	0.416	0.957
169	0.036	0.015	0.020	0.058	0.151	0.394	0.903
170	0.036	0.015	0.019	0.056	0.144	0.374	0.857
171	0.035	0.014	0.019	0.053	0.137	0.354	0.811
172	0.034	0.014	0.018	0.051	0.130	0.336	0.767
173	0.034	0.013	0.017	0.048	0.124	0.319	0.727
174	0.033	0.013	0.016	0.046	0.118	0.303	0.688
175	0.032	0.012	0.016	0.044	0.112	0.287	0.652
176	0.032	0.012	0.015	0.042	0.107	0.273	0.618
177	0.031	0.012	0.014	0.040	0.102	0.259	0.586
178	0.031	0.011	0.014	0.039	0.097	0.247	0.555
179	0.030	0.011	0.013	0.037	0.093	0.234	0.526
180	0.029	0.011	0.013	0.035	0.089	0.223	0.499
181	0.029	0.010	0.012	0.034	0.085	0.212	0.474
182	0.028	0.010	0.012	0.033	0.081	0.202	0.450
183	0.028	0.010	0.011	0.031	0.077	0.192	0.427
184	0.027	0.009	0.011	0.030	0.074	0.183	0.405
185	0.027	0.009	0.011	0.029	0.070	0.174	0.385
186	0.026	0.009	0.010	0.027	0.067	0.166	0.366
187	0.026	0.009	0.010	0.026	0.064	0.158	0.347
188	0.026	0.008	0.009	0.025	0.061	0.151	0.330
189	0.025	0.008	0.009	0.024	0.059	0.144	0.314
190	0.025	0.008	0.009	0.023	0.056	0.137	0.299
191	0.024	0.008	0.008	0.022	0.054	0.131	0.284
192	0.024	0.008	0.008	0.022	0.052	0.125	0.270
193	0.022	0.007	0.008	0.021	0.049	0.119	0.257
194	0.023	0.007	0.008	0.020	0.047	0.114	0.245
195	0.023	0.007	0.007	0.019	0.045	0.109	0.239
196	0.022	0.007	0.007	0.018	0.044	0.104	0.222
197	0.022	0.007	0.007	0.018	0.042	0.099	0.212
198	0.022	0.006	0.007	0.017	0.040	0.095	0.202
199	0.021	0.006	0.006	0.016	0.038	0.091	0.192
200	0.021	0.006	0.006	0.016	0.037	0.087	0.182
201	0.021	0.006	0.006	0.015	0.035	0.083	0.175
202	0.020	0.006	0.006	0.015	0.034	0.078	0.167
203	0.020	0.006	0.006	0.014	0.033	0.076	0.159
204	0.020	0.005	0.005	0.014	0.031	0.073	0.152
205	0.019	0.005	0.005	0.013	0.030	0.070	0.145
206	0.019	0.005	0.005	0.013	0.029	0.067	0.138
207	0.019	0.005	0.005	0.012	0.028	0.064	0.132
208	0.018	0.005	0.005	0.012	0.027	0.061	0.126
209	0.018	0.005	0.005	0.011	0.026	0.059	0.120
210	0.018	0.005	0.004	0.011	0.025	0.056	0.115
211	0.018	0.005	0.004	0.011	0.024	0.054	0.110
212	0.017	0.004	0.004	0.010	0.023	0.052	0.105
213	0.017	0.004	0.004	0.010	0.022	0.050	0.101
214	0.017	0.004	0.004	0.010	0.021	0.048	0.096
215	0.017	0.004	0.004	0.009	0.021	0.046	0.092
216	0.016	0.004	0.004	0.009	0.020	0.044	0.088
217	0.016	0.004	0.004	0.009	0.019	0.042	0.084
218	0.016	0.004	0.003	0.008	0.018	0.040	0.081
219	0.015	0.004	0.003	0.008	0.018	0.039	0.077
220	0.015	0.004	0.003	0.008	0.017	0.037	0.074
221	0.015	0.004	0.003	0.008	0.017	0.036	0.071

ตารางที่ ข.8 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal บนช่วง

ถนนนาวิภาสราชชนรินทร์

ช่วงรถ (วินาที)	ปริมาณรถที่ผ่านหน้าสถานีของรถโดยสารบนช่วง (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	3.656	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	19.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	44.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	86.317	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	157.346	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	245.495	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	315.305	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	366.653	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	392.828	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	395.959	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	378.106	1.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	347.553	3.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	310.504	7.611	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	270.491	16.177	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	231.286	30.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	194.877	50.278	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	162.424	76.276	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
33	134.289	106.770	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
34	110.337	139.521	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000
35	90.930	171.388	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
36	73.710	201.324	0.178	0.000	0.000	0.000	0.000
37	60.088	229.773	0.471	0.000	0.000	0.000	0.000
38	48.508	243.887	1.108	0.000	0.000	0.000	0.000
39	39.906	255.493	2.350	0.000	0.000	0.000	0.000
40	32.561	259.489	4.538	0.000	0.000	0.000	0.000
41	26.610	257.892	8.070	0.001	0.000	0.000	0.000
42	21.790	250.561	13.243	0.005	0.000	0.000	0.000
43	17.883	239.471	20.617	0.016	0.000	0.000	0.000
44	14.715	226.278	30.246	0.048	0.000	0.000	0.000
45	12.140	209.118	42.026	0.108	0.000	0.000	0.000
46	10.048	191.899	55.775	0.245	0.000	0.000	0.000
47	8.340	174.369	71.046	0.511	0.000	0.000	0.000
48	6.944	157.103	87.294	0.994	0.000	0.000	0.000
49	5.900	140.527	103.641	1.807	0.001	0.000	0.000
50	4.966	124.928	118.551	3.094	0.002	0.000	0.000
51	4.086	110.483	134.294	5.015	0.006	0.000	0.000
52	3.448	97.260	147.202	7.739	0.015	0.000	0.000
53	2.915	85.342	158.141	11.413	0.036	0.000	0.000
54	2.474	74.543	166.534	16.157	0.079	0.000	0.000
55	2.106	65.125	172.251	22.032	0.161	0.000	0.000
56	1.789	56.709	175.600	29.898	0.310	0.000	0.000
57	1.561	49.325	178.405	37.099	0.566	0.001	0.000
58	1.324	42.816	174.875	46.967	0.979	0.002	0.000
59	1.141	37.135	171.578	55.734	1.618	0.004	0.000
60	0.986	32.224	166.519	69.842	2.560	0.009	0.000

ช่วงรถ (วินาที)	ปริมาณรถที่ผ่านหน้าสถานีของรถโดยสารบนช่วง (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
61	0.854	27.940	160.112	76.104	3.893	0.019	0.000
62	0.742	24.226	152.665	88.223	5.706	0.009	0.000
63	0.647	21.008	144.471	95.912	8.083	0.075	0.000
64	0.565	18.226	135.790	104.907	11.099	0.138	0.000
65	0.495	15.819	126.854	112.885	14.803	0.242	0.001
66	0.433	13.738	117.858	119.869	19.221	0.406	0.002
67	0.383	11.941	108.962	125.731	24.346	0.657	0.004
68	0.338	10.388	100.295	130.198	30.135	1.023	0.008
69	0.291	9.045	91.954	133.343	36.513	1.541	0.015
70	0.265	7.884	84.011	135.194	43.375	2.250	0.028
71	0.235	6.890	76.514	135.776	50.587	3.186	0.049
72	0.203	6.010	69.493	135.203	58.001	4.396	0.086
73	0.187	5.267	62.862	133.572	65.456	5.989	0.140
74	0.167	4.634	56.321	131.002	72.789	7.754	0.225
75	0.150	4.067	51.383	127.627	79.829	9.590	0.351
76	0.134	3.545	46.271	123.573	85.464	12.505	0.530
77	0.121	3.117	41.824	119.372	92.335	15.412	0.780
78	0.109	2.744	37.289	113.948	97.944	18.650	1.118
79	0.098	2.418	33.566	108.504	102.508	22.187	1.664
80	0.089	2.135	30.191	103.075	105.489	25.975	2.340
81	0.080	1.888	26.974	97.424	109.435	29.958	2.866
82	0.073	1.671	24.159	91.743	111.573	34.028	3.703
83	0.066	1.481	21.627	86.106	113.016	38.290	4.847
84	0.060	1.315	19.355	80.502	113.551	42.867	6.194
85	0.055	1.169	17.317	75.143	113.324	46.447	7.834
86	0.050	1.041	15.493	69.924	112.389	50.345	9.351
87	0.046	0.928	13.860	64.905	110.812	54.016	11.287
88	0.042	0.828	12.400	60.124	109.662	57.402	13.493
89	0.039	0.740	11.095	55.581	108.015	60.454	15.777
90	0.035	0.662	9.929	51.250	102.942	63.131	18.201
91	0.033	0.593	8.859	47.254	99.519	65.405	20.979
92	0.030	0.533	7.889	43.472	95.815	67.255	23.783
93	0.028	0.478	7.190	39.940	91.986	68.579	26.609
94	0.026	0.430	6.390	36.551	87.823	69.589	28.633
95	0.024	0.388	5.728	33.598	83.653	70.237	32.905
96	0.022	0.350	5.129	30.770	79.340	70.399	35.358
97	0.020	0.316	4.612	28.157	75.214	70.174	38.454
98	0.019	0.286	4.142	25.748	71.027	69.592	41.267
99	0.017	0.259	3.721	23.529	66.908	68.690	43.931
100	0.016	0.234	3.346	21.450	62.882	67.473	46.448
101	0.015	0.213	3.010	19.518	58.973	66.005	48.778
102	0.014	0.193	2.710	17.902	55.138	64.308	50.899
103	0.013	0.176	2.441	16.232	51.570	62.419	52.793
104	0.012	0.160	2.201	14.895	48.099	60.271	54.444
105	0.011	0.146	1.985	13.882	44.791	58.196	55.843
106	0.011	0.133	1.792	12.983	41.652	55.923	55.905
107	0.010	0.122	1.619	11.289	38.680	53.581	57.868
108	0.009	0.111	1.464	10.232	35.878	51.195	58.494
109	0.009	0.102	1.324	9.392	33.241	48.789	58.669
110	0.008	0.093	1.199	8.554	30.768	46.389	58.002
111	0.008	0.086	1.087	7.799	28.449	43.995	56.504
112	0.007	0.079	0.985	7.112	26.285	41.640	58.587
113	0.007	0.072	0.894	6.496	24.266	39.333	58.067
114	0.006	0.065	0.812	5.917	22.387	37.084	57.360
115	0.005	0.061	0.738	5.388	20.840	34.903	56.482
116	0.005	0.056	0.671	4.927	19.019	32.795	55.452
117	0.005	0.052	0.611	4.497	17.517	30.768	54.285
118	0.005	0.046	0.557	4.107	16.126	28.825	53.000
119	0.005	0.044	0.508	3.752	14.840	26.968	51.514
120	0.005	0.041	0.463	3.428	13.652	25.200	50.143

ตารางที่ ข.8 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal บนช่วง
ถนนราวิวาสราชนครินทร์

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณการไหลผ่านค่าเฉลี่ยของจุดสังเกตการณ์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.525	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	3.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	15.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	44.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	96.317	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	157.346	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	245.493	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	315.805	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	366.659	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	392.828	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	395.099	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	379.108	1.624	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	347.953	3.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	310.504	7.611	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
29	270.491	16.177	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	231.256	30.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	194.877	50.276	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	162.424	76.276	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
33	134.269	106.773	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
34	110.337	139.521	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000
35	90.300	171.899	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
36	73.710	201.324	0.179	0.000	0.000	0.000	0.000
37	60.083	225.711	0.471	0.000	0.000	0.000	0.000
38	48.956	249.887	1.109	0.000	0.000	0.000	0.000
39	39.905	255.693	2.350	0.000	0.000	0.000	0.000
40	32.961	253.489	4.538	0.000	0.000	0.000	0.000
41	28.610	257.692	8.070	0.001	0.000	0.000	0.000
42	21.790	260.651	13.343	0.005	0.000	0.000	0.000
43	17.083	239.471	20.677	0.016	0.000	0.000	0.000
44	14.715	225.276	30.246	0.043	0.000	0.000	0.000
45	12.142	209.118	42.026	0.106	0.000	0.000	0.000
46	10.048	191.899	55.775	0.245	0.000	0.000	0.000
47	8.340	174.969	71.046	0.511	0.000	0.000	0.000
48	6.944	157.103	87.234	0.894	0.000	0.000	0.000
49	5.800	140.527	103.841	1.507	0.001	0.000	0.000
50	4.800	124.928	119.551	2.094	0.002	0.000	0.000
51	4.086	110.483	134.294	2.616	0.006	0.000	0.000
52	3.446	97.280	147.302	3.073	0.015	0.000	0.000
53	2.915	85.342	158.741	3.473	0.036	0.000	0.000
54	2.474	74.643	166.534	3.817	0.079	0.000	0.000
55	2.106	65.125	172.351	4.022	0.161	0.000	0.000
56	1.799	56.709	175.600	4.098	0.310	0.000	0.000
57	1.541	49.305	176.405	4.046	0.566	0.001	0.000
58	1.324	42.818	174.975	3.877	0.879	0.002	0.000
59	1.141	37.156	171.578	3.574	1.261	0.004	0.000
60	0.986	32.224	166.519	3.142	1.760	0.009	0.000

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณการไหลผ่านค่าเฉลี่ยของจุดสังเกตการณ์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
61	0.854	27.940	150.112	76.104	3.893	0.019	0.000
62	0.742	24.226	152.665	86.223	5.706	0.029	0.000
63	0.647	21.908	144.471	95.912	8.063	0.075	0.000
64	0.565	18.225	135.790	104.907	11.099	0.138	0.000
65	0.495	15.918	126.854	112.985	14.803	0.242	0.001
66	0.435	13.738	117.858	119.969	19.221	0.406	0.002
67	0.382	11.941	108.962	125.731	24.346	0.657	0.004
68	0.338	10.398	100.295	130.196	30.135	1.023	0.008
69	0.299	9.045	91.954	133.343	36.513	1.541	0.015
70	0.265	7.884	84.011	135.184	43.375	2.250	0.028
71	0.235	6.880	76.514	135.776	50.587	3.188	0.049
72	0.209	6.010	69.493	135.203	58.001	4.396	0.065
73	0.187	5.257	62.962	133.572	65.456	5.909	0.140
74	0.167	4.604	56.921	131.002	72.788	7.754	0.226
75	0.150	4.037	51.283	127.627	79.839	9.950	0.351
76	0.134	3.545	46.271	123.573	86.464	12.505	0.530
77	0.121	3.117	41.624	118.972	92.535	15.412	0.780
78	0.109	2.744	37.398	113.948	97.944	18.650	1.116
79	0.098	2.419	33.566	108.514	102.606	22.187	1.564
80	0.089	2.135	30.101	102.075	106.489	25.975	2.140
81	0.080	1.888	26.974	97.424	109.495	29.953	2.866
82	0.073	1.671	24.159	91.743	111.573	34.068	3.763
83	0.066	1.481	21.627	85.100	113.016	38.236	4.847
84	0.060	1.315	19.255	80.552	113.551	42.387	6.194
85	0.055	1.169	17.217	75.148	113.324	46.447	7.834
86	0.050	1.041	15.493	69.824	112.389	50.345	9.851
87	0.046	0.928	13.860	64.909	110.812	54.016	11.287
88	0.042	0.828	12.400	60.124	108.662	57.402	13.433
89	0.038	0.740	11.095	55.581	106.015	60.454	15.777
90	0.035	0.662	9.929	51.290	102.942	63.121	18.301
91	0.033	0.593	8.899	47.254	99.519	65.405	20.979
92	0.030	0.533	7.959	43.472	95.815	67.258	23.783
93	0.028	0.478	7.130	39.940	91.896	68.679	26.680
94	0.026	0.430	6.390	36.651	87.822	69.689	29.633
95	0.024	0.388	5.728	33.598	83.653	70.237	32.605
96	0.022	0.350	5.139	30.770	79.436	70.398	35.559
97	0.020	0.316	4.612	28.157	75.214	70.174	38.454
98	0.019	0.286	4.142	25.748	71.027	69.592	41.297
99	0.017	0.259	3.721	23.529	66.908	68.680	43.931
100	0.016	0.234	3.346	21.490	62.882	67.473	46.448
101	0.015	0.213	3.010	19.618	58.973	66.005	48.778
102	0.014	0.193	2.710	17.903	55.198	64.308	50.899
103	0.013	0.175	2.441	16.332	51.570	62.419	52.793
104	0.012	0.160	2.201	14.895	48.089	60.371	54.444
105	0.011	0.146	1.985	13.582	44.791	58.196	55.840
106	0.011	0.133	1.792	12.383	41.652	55.923	56.985
107	0.010	0.122	1.619	11.289	38.680	53.581	57.866
108	0.009	0.111	1.464	10.292	35.878	51.196	58.494
109	0.009	0.102	1.324	9.382	33.241	48.785	58.869
110	0.008	0.093	1.199	8.554	30.766	46.383	59.002
111	0.008	0.086	1.087	7.799	28.449	43.955	59.004
112	0.007	0.079	0.985	7.112	26.285	41.640	58.987
113	0.007	0.072	0.894	6.486	24.266	39.333	58.907
114	0.006	0.066	0.812	5.917	22.387	37.034	57.960
115	0.006	0.061	0.738	5.398	20.640	34.903	56.482
116	0.006	0.056	0.671	4.927	19.019	32.795	55.452
117	0.005	0.052	0.611	4.499	17.517	30.768	54.285
118	0.005	0.048	0.557	4.107	16.126	28.825	53.000
119	0.005	0.044	0.508	3.752	14.840	26.963	51.614
120	0.005	0.041	0.463	3.428	13.652	25.200	50.143

ตารางที่ ข.8 (ต่อ) ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Transformed Normal
 บนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

ช่วงเวลาที่ (วินาที)	ปริมาณรถที่ผ่านหน้าหน่วยจุดสังเกตจราจร 5 นาที (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
121	0.004	0.038	0.423	3.134	12.555	23.520	49.802
122	0.004	0.035	0.387	2.865	11.544	21.629	47.007
123	0.004	0.033	0.352	2.621	10.512	20.425	45.211
124	0.004	0.030	0.323	2.399	9.734	19.006	43.767
125	0.003	0.028	0.296	2.196	8.964	17.671	42.027
126	0.003	0.026	0.272	2.012	8.237	16.417	40.341
127	0.003	0.024	0.249	1.843	7.569	15.241	38.659
128	0.003	0.022	0.229	1.690	6.955	14.139	36.990
129	0.003	0.021	0.210	1.550	6.391	13.109	35.341
130	0.003	0.020	0.192	1.422	5.873	12.148	33.719
131	0.003	0.018	0.175	1.305	5.397	11.251	32.128
132	0.002	0.017	0.160	1.199	4.966	10.415	30.576
133	0.002	0.016	0.151	1.102	4.559	9.636	29.063
134	0.002	0.015	0.139	1.010	4.191	8.915	27.597
135	0.002	0.014	0.128	0.932	3.853	8.244	26.177
136	0.002	0.013	0.118	0.857	3.543	7.621	24.806
137	0.002	0.012	0.108	0.789	3.258	7.043	23.485
138	0.002	0.012	0.101	0.727	2.998	6.507	22.215
139	0.002	0.011	0.093	0.670	2.759	6.012	20.997
140	0.002	0.010	0.086	0.618	2.539	5.553	19.833
141	0.002	0.010	0.080	0.570	2.337	5.128	18.716
142	0.002	0.009	0.074	0.526	2.152	4.735	17.652
143	0.001	0.009	0.069	0.486	1.982	4.372	16.638
144	0.001	0.008	0.064	0.448	1.826	4.037	15.673
145	0.001	0.008	0.059	0.415	1.683	3.727	14.756
146	0.001	0.007	0.055	0.384	1.552	3.441	13.886
147	0.001	0.007	0.051	0.355	1.431	3.178	13.061
148	0.001	0.006	0.047	0.329	1.320	2.934	12.280
149	0.001	0.006	0.044	0.305	1.218	2.709	11.541
150	0.001	0.006	0.041	0.283	1.125	2.502	10.842
151	0.001	0.005	0.039	0.262	1.038	2.310	10.182
152	0.001	0.005	0.036	0.243	0.959	2.134	9.560
153	0.001	0.005	0.034	0.226	0.886	1.971	8.973
154	0.001	0.005	0.031	0.210	0.819	1.821	8.419
155	0.001	0.004	0.028	0.195	0.758	1.683	7.899
156	0.001	0.004	0.027	0.181	0.701	1.555	7.406
157	0.001	0.004	0.026	0.168	0.649	1.427	6.947
158	0.001	0.004	0.024	0.157	0.601	1.325	6.512
159	0.001	0.003	0.022	0.146	0.556	1.229	6.106
160	0.001	0.003	0.021	0.136	0.515	1.139	5.724
161	0.001	0.003	0.020	0.127	0.478	1.051	5.364
162	0.001	0.003	0.019	0.118	0.443	0.972	5.027
163	0.001	0.003	0.017	0.110	0.411	0.900	4.711
164	0.001	0.003	0.016	0.102	0.381	0.833	4.414
165	0.001	0.003	0.015	0.095	0.354	0.771	4.136
166	0.001	0.002	0.014	0.090	0.329	0.714	3.878
167	0.001	0.002	0.014	0.086	0.305	0.662	3.631
168	0.001	0.002	0.013	0.078	0.284	0.613	3.402
169	0.001	0.002	0.012	0.073	0.264	0.568	3.188
170	0.001	0.002	0.011	0.069	0.245	0.527	2.987
171	0.001	0.002	0.011	0.064	0.228	0.489	2.799
172	0.001	0.002	0.010	0.060	0.213	0.453	2.623
173	0.000	0.002	0.009	0.056	0.198	0.421	2.458
174	0.000	0.002	0.009	0.053	0.184	0.391	2.304
175	0.000	0.002	0.008	0.050	0.172	0.362	2.158
176	0.000	0.002	0.008	0.047	0.160	0.337	2.024
177	0.000	0.001	0.008	0.044	0.150	0.313	1.897
178	0.000	0.001	0.007	0.041	0.140	0.291	1.779
179	0.000	0.001	0.007	0.039	0.130	0.270	1.668
180	0.000	0.001	0.006	0.036	0.122	0.251	1.564

ช่วงเวลาที่ (วินาที)	ปริมาณรถที่ผ่านหน้าหน่วยจุดสังเกตจราจร 5 นาที (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
181	0.000	0.001	0.006	0.034	0.114	0.234	1.467
182	0.000	0.001	0.008	0.032	0.108	0.215	1.376
183	0.000	0.001	0.005	0.030	0.098	0.203	1.291
184	0.000	0.001	0.005	0.028	0.093	0.189	1.211
185	0.000	0.001	0.005	0.027	0.087	0.178	1.137
186	0.000	0.001	0.005	0.025	0.081	0.164	1.067
187	0.000	0.001	0.004	0.024	0.076	0.153	1.002
188	0.000	0.001	0.004	0.022	0.071	0.142	0.940
189	0.000	0.001	0.004	0.021	0.067	0.132	0.883
190	0.000	0.001	0.004	0.020	0.063	0.124	0.833
191	0.000	0.001	0.004	0.019	0.059	0.115	0.779
192	0.000	0.001	0.003	0.018	0.055	0.108	0.732
193	0.000	0.001	0.003	0.017	0.052	0.101	0.688
194	0.000	0.001	0.003	0.016	0.048	0.094	0.647
195	0.000	0.001	0.003	0.015	0.046	0.088	0.608
196	0.000	0.001	0.003	0.014	0.043	0.082	0.572
197	0.000	0.001	0.003	0.014	0.040	0.077	0.538
198	0.000	0.001	0.003	0.013	0.038	0.072	0.506
199	0.000	0.001	0.002	0.012	0.035	0.067	0.476
200	0.000	0.001	0.002	0.011	0.034	0.063	0.448
201	0.000	0.001	0.002	0.011	0.032	0.059	0.422
202	0.000	0.001	0.002	0.010	0.030	0.055	0.397
203	0.000	0.001	0.002	0.010	0.028	0.052	0.374
204	0.000	0.001	0.002	0.009	0.025	0.048	0.352
205	0.000	0.000	0.002	0.009	0.025	0.045	0.332
206	0.000	0.000	0.002	0.008	0.023	0.043	0.312
207	0.000	0.000	0.002	0.008	0.022	0.040	0.295
208	0.000	0.000	0.002	0.008	0.021	0.038	0.279
209	0.000	0.000	0.002	0.007	0.020	0.035	0.262
210	0.000	0.000	0.001	0.007	0.019	0.033	0.247
211	0.000	0.000	0.001	0.006	0.018	0.031	0.233
212	0.000	0.000	0.001	0.006	0.017	0.029	0.220
213	0.000	0.000	0.001	0.006	0.016	0.027	0.207
214	0.000	0.000	0.001	0.006	0.015	0.025	0.196
215	0.000	0.000	0.001	0.005	0.014	0.024	0.185
216	0.000	0.000	0.001	0.005	0.013	0.023	0.175
217	0.000	0.000	0.001	0.005	0.013	0.022	0.165
218	0.000	0.000	0.001	0.005	0.012	0.020	0.156
219	0.000	0.000	0.001	0.004	0.011	0.019	0.147
220	0.000	0.000	0.001	0.004	0.011	0.018	0.138
221	0.000	0.000	0.001	0.004	0.010	0.017	0.132
222	0.000	0.000	0.001	0.004	0.010	0.016	0.125
223	0.000	0.000	0.001	0.004	0.009	0.015	0.118
224	0.000	0.000	0.001	0.003	0.009	0.014	0.112
225	0.000	0.000	0.001	0.003	0.008	0.013	0.106
226	0.000	0.000	0.001	0.003	0.008	0.013	0.100
227	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.012	0.095
228	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.011	0.090
229	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.011	0.085
230	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.010	0.080
231	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.010	0.076
232	0.000	0.000	0.001	0.002	0.006	0.009	0.072
233	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005	0.009	0.069
234	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005	0.008	0.065
235	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005	0.008	0.062
236	0.000	0.000	0.001	0.002	0.005	0.007	0.059
237	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.007	0.055

ตารางที่ ข.9 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric บนช่วง
ถนนแฉ่งวัฒนะ

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณการไหลผ่านหน่วยประจําชั่วโมงของรถจักรยานยนต์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
20	230.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	204.892	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	182.643	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.400
26	162.632	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
28	144.861	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	129.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	114.922	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
34	102.273	182.643	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	91.186	166.516	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
38	81.222	151.793	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	72.346	136.373	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
42	64.441	126.138	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44	57.399	114.388	103.490	0.000	0.000	0.000	0.000
46	51.127	104.819	141.896	0.000	0.000	0.000	0.000
48	45.540	95.551	131.223	0.000	0.000	0.000	0.000
50	40.664	87.103	121.364	0.000	0.000	0.000	0.000
52	36.131	79.402	112.241	115.542	0.000	0.000	0.000
54	32.183	72.382	103.850	106.868	0.000	0.000	0.000
56	28.666	65.982	96.000	102.373	0.000	0.000	0.000
58	25.534	60.140	88.783	96.238	0.000	0.000	0.000
60	22.744	54.850	82.109	90.471	0.000	0.000	0.000
62	20.268	49.987	75.937	85.048	102.090	0.000	0.000
64	18.045	45.263	70.228	79.352	96.632	0.000	0.000
66	16.073	41.535	64.949	73.191	91.506	0.000	0.000
68	14.317	37.862	60.066	67.656	86.632	0.000	0.000
70	12.752	34.519	55.551	62.422	82.019	0.000	0.000
72	11.359	31.483	51.373	57.651	77.651	86.227	0.000
74	10.119	28.681	47.510	53.700	73.516	82.208	0.000
76	9.012	26.145	43.941	50.192	69.693	78.414	0.000
78	8.027	23.834	40.628	47.175	65.894	74.777	4.000
80	7.150	21.728	37.563	43.766	62.385	71.398	0.000
82	6.380	19.805	34.738	40.644	59.063	68.001	89.666
84	5.713	18.054	32.145	37.696	55.917	64.847	71.888
86	5.133	16.458	29.728	34.814	52.933	61.839	72.271
88	4.631	15.003	27.494	32.096	50.120	58.979	70.993
90	4.199	13.676	25.427	29.603	47.451	56.225	67.053
92	3.817	12.467	23.515	27.328	44.924	53.627	64.145
94	3.481	11.365	21.748	25.241	42.532	51.189	61.262
96	3.189	10.360	20.113	23.344	40.266	48.767	58.761
98	2.924	9.444	18.601	21.627	38.122	46.505	56.155
100	2.684	8.609	17.203	20.098	36.091	44.348	53.720
102	2.467	7.848	15.939	18.711	34.176	42.291	51.590
104	2.270	7.154	14.713	17.320	32.350	40.330	49.161
106	2.091	6.521	13.527	16.038	30.627	38.458	47.029
108	1.928	5.945	12.384	14.879	28.996	36.673	44.989
110	1.780	5.419	11.278	13.833	27.452	34.974	43.037
112	1.646	4.940	10.209	12.802	25.990	33.352	41.171
114	1.524	4.503	9.284	11.891	24.608	31.805	39.385
116	1.412	4.105	8.406	11.000	23.294	30.330	37.677

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณการไหลผ่านหน่วยประจําชั่วโมงของรถจักรยานยนต์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
118	0.793	3.742	8.514	15.672	22.055	28.923	36.443
120	0.707	3.411	7.874	14.189	20.890	27.581	34.479
122	0.628	3.110	7.282	13.020	19.169	26.302	32.984
124	0.561	2.835	6.735	12.222	18.116	25.042	31.593
126	0.499	2.584	6.223	11.771	17.119	23.918	30.195
128	0.443	2.356	5.750	11.066	16.175	22.809	28.876
130	0.396	2.147	5.327	10.493	15.882	21.751	27.623
132	0.352	1.958	4.927	9.779	15.036	20.742	26.425
134	0.314	1.784	4.556	9.193	14.235	19.780	25.279
136	0.280	1.627	4.214	8.642	13.477	18.863	24.193
138	0.249	1.483	3.897	8.124	12.760	17.980	23.194
140	0.222	1.352	3.604	7.627	12.080	17.153	22.190
142	0.198	1.232	3.333	7.180	11.437	16.358	21.171
144	0.176	1.123	3.083	6.749	10.828	15.599	20.252
146	0.157	1.024	2.851	6.345	10.251	14.875	19.374
148	0.140	0.933	2.637	5.965	9.705	14.186	18.534
150	0.125	0.851	2.439	5.607	9.182	13.537	17.730
152	0.111	0.776	2.255	5.271	8.699	12.920	16.961
154	0.099	0.707	2.086	4.955	8.236	12.332	16.225
156	0.088	0.645	1.929	4.658	7.797	11.781	15.521
158	0.078	0.588	1.784	4.379	7.382	11.187	14.848
160	0.070	0.536	1.650	4.117	6.989	10.668	14.204
162	0.062	0.488	1.525	3.870	6.617	10.179	13.588
164	0.055	0.445	1.411	3.638	6.264	9.701	13.000
166	0.049	0.408	1.305	3.420	5.931	9.251	12.435
168	0.044	0.376	1.207	3.215	5.615	8.822	11.896
170	0.039	0.337	1.115	3.022	5.316	8.413	11.380
172	0.035	0.307	1.022	2.841	5.033	8.023	10.886
174	0.031	0.280	0.955	2.671	4.765	7.651	10.414
176	0.028	0.255	0.893	2.511	4.511	7.296	9.962
178	0.025	0.233	0.836	2.360	4.271	6.957	9.530
180	0.022	0.212	0.785	2.219	4.043	6.635	9.117
182	0.020	0.193	0.738	2.086	3.826	6.327	8.721
184	0.017	0.176	0.694	1.961	3.624	6.032	8.343
186	0.016	0.161	0.659	1.844	3.431	5.754	7.981
188	0.014	0.147	0.552	1.733	3.248	5.487	7.635
190	0.012	0.134	0.511	1.629	3.075	5.232	7.304
192	0.011	0.122	0.472	1.532	2.912	4.990	6.987
194	0.010	0.111	0.437	1.440	2.757	4.758	6.684
196	0.009	0.101	0.404	1.353	2.610	4.537	6.394
198	0.008	0.092	0.374	1.272	2.471	4.327	6.117
200	0.007	0.084	0.346	1.196	2.339	4.125	5.852
202	0.006	0.077	0.320	1.124	2.210	3.935	5.588
204	0.005	0.070	0.295	1.057	2.097	3.752	5.335
206	0.004	0.064	0.270	0.994	1.985	3.579	5.123
208	0.004	0.058	0.253	0.934	1.879	3.412	4.901
210	0.004	0.053	0.234	0.878	1.779	3.254	4.688
212	0.003	0.048	0.216	0.826	1.684	3.103	4.485
214	0.003	0.044	0.200	0.776	1.595	2.959	4.290

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.9 (ต่อ) ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric บนช่วง

ถนนแจ้งวัฒนะ

ช่วงจราจร (วินาที)	ปริมาณจราจรถึงสถานีต้นขบวนรถทุกทิศทาง (คัน/ชม)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
216	0.002	0.640	0.195	0.720	1.510	2.022	4.184
218	0.002	0.637	0.171	0.696	1.429	2.891	3.226
220	0.002	0.633	0.158	0.645	1.353	2.566	3.256
222	0.002	0.630	0.146	0.596	1.261	2.447	3.293
224	0.002	0.628	0.135	0.570	1.213	2.334	3.437
226	0.002	0.625	0.125	0.538	1.148	2.225	3.298
228	0.001	0.623	0.116	0.504	1.057	2.122	3.145
230	0.001	0.621	0.107	0.473	1.029	2.024	3.099
232	0.001	0.619	0.099	0.445	0.976	1.930	2.878
234	0.001	0.617	0.092	0.418	0.923	1.840	2.754
236	0.001	0.616	0.085	0.393	0.873	1.795	2.694
238	0.001	0.614	0.078	0.370	0.827	1.743	2.520
240	0.001	0.613	0.072	0.348	0.783	1.598	2.411
242	0.001	0.612	0.067	0.327	0.741	1.522	2.306
244	0.001	0.611	0.062	0.307	0.702	1.451	2.206
246	0.000	0.610	0.057	0.289	0.664	1.394	2.110
248	0.000	0.609	0.053	0.271	0.629	1.320	2.019
250	0.000	0.608	0.048	0.256	0.596	1.269	1.931
252	0.000	0.608	0.045	0.240	0.564	1.200	1.848
254	0.000	0.607	0.042	0.225	0.534	1.149	1.767
256	0.000	0.606	0.039	0.212	0.505	1.091	1.691
258	0.000	0.606	0.036	0.199	0.478	1.045	1.617
260	0.000	0.605	0.033	0.187	0.453	0.993	1.547
262	0.000	0.605	0.031	0.176	0.429	0.947	1.480
264	0.000	0.604	0.028	0.166	0.406	0.903	1.416
266	0.000	0.604	0.026	0.158	0.384	0.861	1.355
268	0.000	0.604	0.024	0.148	0.364	0.821	1.296
270	0.000	0.603	0.022	0.138	0.345	0.783	1.240
272	0.000	0.603	0.021	0.129	0.326	0.746	1.186
274	0.000	0.603	0.019	0.122	0.309	0.712	1.134
276	0.000	0.602	0.018	0.114	0.292	0.679	1.085
278	0.000	0.602	0.016	0.107	0.277	0.647	1.039
280	0.000	0.602	0.015	0.101	0.262	0.617	0.993
282	0.000	0.602	0.014	0.095	0.248	0.588	0.950
284	0.000	0.602	0.013	0.089	0.235	0.561	0.909
286	0.000	0.602	0.012	0.084	0.222	0.535	0.868
288	0.000	0.601	0.011	0.079	0.211	0.511	0.822
290	0.000	0.601	0.010	0.074	0.199	0.487	0.786
292	0.000	0.601	0.009	0.070	0.189	0.464	0.761
294	0.000	0.601	0.009	0.066	0.179	0.443	0.728
296	0.000	0.601	0.008	0.062	0.169	0.422	0.697
298	0.000	0.601	0.008	0.058	0.160	0.402	0.668
300	0.000	0.601	0.007	0.054	0.152	0.382	0.637
302	0.000	0.601	0.006	0.051	0.144	0.368	0.610
304	0.000	0.601	0.006	0.048	0.136	0.349	0.589
306	0.000	0.601	0.005	0.046	0.129	0.333	0.558
308	0.000	0.601	0.005	0.043	0.122	0.317	0.534
310	0.000	0.601	0.005	0.040	0.115	0.303	0.511
312	0.000	0.600	0.004	0.038	0.109	0.289	0.488
314	0.000	0.600	0.004	0.035	0.103	0.275	0.467
316	0.000	0.600	0.004	0.033	0.098	0.263	0.447
318	0.000	0.600	0.003	0.031	0.093	0.250	0.428
320	0.000	0.600	0.003	0.029	0.088	0.238	0.409
322	0.000	0.600	0.002	0.026	0.083	0.226	0.391
324	0.000	0.600	0.002	0.024	0.079	0.217	0.374
326	0.000	0.600	0.002	0.022	0.074	0.209	0.358
328	0.000	0.600	0.002	0.020	0.070	0.197	0.343
330	0.000	0.600	0.002	0.018	0.067	0.186	0.328
332	0.000	0.600	0.002	0.016	0.064	0.176	0.314
334	0.000	0.600	0.002	0.015	0.060	0.171	0.300
336	0.000	0.600	0.002	0.014	0.057	0.163	0.287

ช่วงจราจร (วินาที)	ปริมาณจราจรถึงสถานีต้นขบวนรถทุกทิศทาง (คัน/ชม)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
338	0.000	0.600	0.002	0.013	0.054	0.156	0.274
340	0.000	0.600	0.001	0.016	0.051	0.148	0.263
342	0.000	0.600	0.001	0.015	0.048	0.142	0.251
344	0.000	0.600	0.001	0.014	0.045	0.135	0.240
346	0.000	0.600	0.001	0.013	0.043	0.129	0.230
348	0.000	0.600	0.001	0.012	0.041	0.123	0.220
350	0.000	0.600	0.001	0.011	0.039	0.117	0.210
352	0.000	0.600	0.001	0.011	0.037	0.112	0.201
354	0.000	0.600	0.001	0.010	0.035	0.106	0.199
356	0.000	0.600	0.001	0.010	0.033	0.102	0.184
358	0.000	0.600	0.001	0.009	0.031	0.097	0.178
360	0.000	0.600	0.001	0.009	0.029	0.092	0.169
362	0.000	0.600	0.001	0.008	0.028	0.088	0.161
364	0.000	0.600	0.001	0.008	0.026	0.084	0.154
366	0.000	0.600	0.001	0.007	0.025	0.080	0.148
368	0.000	0.600	0.000	0.007	0.024	0.076	0.141
370	0.000	0.600	0.000	0.006	0.022	0.073	0.136
372	0.000	0.600	0.000	0.006	0.021	0.069	0.129
374	0.000	0.600	0.000	0.006	0.020	0.066	0.124
376	0.000	0.600	0.000	0.005	0.019	0.063	0.118
378	0.000	0.600	0.000	0.005	0.018	0.060	0.113
380	0.000	0.600	0.000	0.005	0.017	0.057	0.108
382	0.000	0.600	0.000	0.004	0.016	0.055	0.103
384	0.000	0.600	0.000	0.004	0.015	0.052	0.099
386	0.000	0.600	0.000	0.004	0.014	0.050	0.095
388	0.000	0.600	0.000	0.004	0.014	0.047	0.091
390	0.000	0.600	0.000	0.003	0.013	0.045	0.087
392	0.000	0.600	0.000	0.003	0.012	0.043	0.083
394	0.000	0.600	0.000	0.003	0.012	0.041	0.079
396	0.000	0.600	0.000	0.003	0.011	0.039	0.076
398	0.000	0.600	0.000	0.003	0.010	0.037	0.073
400	0.000	0.600	0.000	0.002	0.010	0.036	0.069
402	0.000	0.600	0.000	0.002	0.009	0.034	0.066
404	0.000	0.600	0.000	0.002	0.009	0.032	0.064
406	0.000	0.600	0.000	0.002	0.008	0.031	0.061
408	0.000	0.600	0.000	0.002	0.008	0.030	0.058
410	0.000	0.600	0.000	0.002	0.007	0.028	0.056
412	0.000	0.600	0.000	0.002	0.007	0.027	0.053
414	0.000	0.600	0.000	0.002	0.007	0.026	0.051
416	0.000	0.600	0.000	0.002	0.006	0.024	0.049
418	0.000	0.600	0.000	0.001	0.006	0.023	0.047
420	0.000	0.600	0.000	0.001	0.005	0.022	0.045
422	0.000	0.600	0.000	0.001	0.005	0.021	0.043
424	0.000	0.600	0.000	0.001	0.005	0.020	0.041
426	0.000	0.600	0.000	0.001	0.005	0.019	0.039
428	0.000	0.600	0.000	0.001	0.005	0.018	0.037
430	0.000	0.600	0.000	0.001	0.004	0.018	0.036
432	0.000	0.600	0.000	0.001	0.004	0.017	0.034
434	0.000	0.600	0.000	0.001	0.004	0.016	0.033
436	0.000	0.600	0.000	0.001	0.004	0.015	0.031
438	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.014	0.030
440	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.014	0.029
442	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.013	0.027
444	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.013	0.026
446	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.012	0.025
448	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.011	0.024
450	0.000	0.600	0.000	0.001	0.003	0.011	0.023
452	0.000	0.600	0.000	0.000	0.003	0.010	0.022
454	0.000	0.600	0.000	0.000	0.002	0.010	0.021
456	0.000	0.600	0.000	0.000	0.002	0.009	0.020
458	0.000	0.600	0.000	0.000	0.002	0.009	0.019
460	0.000	0.600	0.000	0.000	0.002	0.009	0.018

ตารางที่ ข.10 ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric บนช่วง

ถนนนราภิบาลสาขานครินทร์

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณรถที่วิ่งผ่านจำนวนรถขบวนที่แยกจากกันโดยเฉลี่ย (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
24	806.253	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
28	667.592	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	552.778	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
36	457.710	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	378.992	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
44	313.812	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	259.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
52	215.154	512.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56	178.151	455.690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	147.512	405.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
64	122.143	360.959	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
68	101.136	320.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
72	83.743	285.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
76	69.340	253.491	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	57.415	226.444	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
84	47.541	200.500	284.023	0.000	0.000	0.000	0.000
88	39.264	178.316	332.439	0.000	0.000	0.000	0.000
92	32.594	158.566	363.591	0.000	0.000	0.000	0.000
96	26.899	141.040	277.246	0.000	0.000	0.000	0.000
100	22.347	128.494	263.198	0.000	0.000	0.000	0.000
104	18.594	111.556	221.217	0.000	0.000	0.000	0.000
108	15.222	98.213	211.153	286.453	0.000	0.000	0.000
112	12.687	88.236	182.930	267.382	0.000	0.000	0.000
116	10.505	78.473	176.037	247.313	0.000	0.000	0.000
120	8.898	69.739	155.815	223.656	0.000	0.000	0.000
124	7.202	62.969	146.860	212.588	0.000	0.000	0.000
128	5.963	55.291	134.116	197.321	0.000	0.000	0.000
132	4.936	49.053	122.478	182.380	246.573	0.000	0.000
136	4.083	43.861	111.850	169.529	223.893	0.000	0.000
140	3.385	38.831	102.144	157.133	218.268	0.000	0.000
144	2.803	34.654	93.260	145.564	199.829	0.000	0.000
148	2.521	30.719	85.126	134.995	186.710	0.000	0.000
152	1.922	27.215	77.794	125.124	174.456	153.297	0.000
156	1.681	24.293	71.043	115.975	163.095	143.948	0.000
160	1.310	21.665	64.878	107.495	152.585	135.222	0.000
164	1.091	19.214	59.248	99.635	142.207	127.026	0.000
168	0.909	17.088	54.107	92.350	132.966	119.326	0.000
172	0.748	15.198	49.412	85.598	124.238	112.000	0.000
176	0.619	13.516	45.124	79.239	116.083	105.295	123.755
180	0.513	12.021	41.268	73.538	108.463	98.916	117.692
184	0.425	10.691	37.832	68.161	101.344	92.920	111.826
188	0.352	9.509	34.967	63.177	94.691	87.288	106.443
192	0.291	8.456	31.984	58.557	88.476	81.997	101.220
196	0.241	7.520	28.861	54.276	82.668	77.026	96.269
200	0.200	6.688	26.174	50.267	77.241	72.357	91.552
204	0.165	5.948	23.903	46.629	72.171	67.971	87.066
208	0.137	5.290	21.826	43.219	67.434	63.851	82.691
212	0.113	4.705	19.994	40.059	63.067	59.991	78.744
216	0.094	4.194	18.204	37.130	58.872	56.345	74.886
220	0.078	3.721	16.635	34.416	55.007	52.930	71.217
224	0.064	3.310	15.181	31.899	51.396	49.721	67.728
228	0.053	2.943	13.838	29.586	48.023	46.707	64.410
232	0.044	2.618	12.601	27.465	44.870	43.876	61.255
236	0.037	2.328	11.550	25.491	41.925	41.217	58.254
240	0.030	2.070	10.558	23.544	39.173	38.718	55.400
244	0.025	1.841	9.643	21.822	36.602	36.371	52.685
248	0.021	1.639	8.808	20.225	34.199	34.167	50.104
252	0.017	1.456	8.042	18.748	31.954	32.095	47.649
256	0.014	1.295	7.344	17.377	29.857	30.159	45.319
260	0.012	1.152	6.707	16.106	27.897	28.322	43.095

ช่วงเวลา (วินาที)	ปริมาณรถที่วิ่งผ่านจำนวนรถขบวนที่แยกจากกันโดยเฉลี่ย (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
144	0.010	1.025	6.125	14.929	26.065	29.906	40.984
146	0.008	0.911	5.593	13.637	24.355	24.993	38.976
148	0.007	0.810	5.108	12.825	22.756	23.478	37.066
150	0.005	0.721	4.665	11.687	21.282	22.055	35.250
152	0.005	0.641	4.280	11.018	19.867	20.718	33.528
154	0.004	0.570	3.890	10.218	18.553	19.462	31.891
156	0.003	0.507	3.533	9.466	17.344	18.282	30.319
158	0.003	0.451	3.244	8.774	16.208	17.174	28.833
160	0.002	0.401	2.963	8.132	15.142	16.133	27.421
162	0.002	0.357	2.709	7.538	14.148	15.155	26.077
164	0.001	0.317	2.471	6.986	13.213	14.237	24.800
166	0.001	0.282	2.257	6.475	12.351	13.374	23.585
168	0.001	0.251	2.051	6.002	11.541	12.569	22.429
170	0.001	0.223	1.852	5.563	10.783	11.891	21.330
172	0.001	0.198	1.719	5.156	10.075	11.085	20.285
174	0.001	0.176	1.559	4.779	9.414	10.414	19.292
176	0.000	0.157	1.433	4.430	8.796	9.783	18.345
178	0.000	0.140	1.309	4.106	8.219	9.190	17.448
180	0.000	0.124	1.195	3.806	7.679	8.633	16.593
182	0.000	0.110	1.092	3.528	7.175	8.119	15.780
184	0.000	0.098	0.997	3.276	6.704	7.619	15.007
186	0.000	0.087	0.910	3.051	6.264	7.156	14.272
188	0.000	0.078	0.831	2.809	5.853	6.722	13.572
190	0.000	0.069	0.759	2.604	5.459	6.315	12.907
192	0.000	0.061	0.693	2.413	5.110	5.932	12.275
194	0.000	0.055	0.633	2.237	4.774	5.579	11.674
196	0.000	0.049	0.578	2.073	4.461	5.235	11.102
198	0.000	0.043	0.528	1.922	4.168	4.917	10.558
200	0.000	0.038	0.482	1.781	3.895	4.619	10.041
202	0.000	0.034	0.440	1.651	3.639	4.339	9.549
204	0.000	0.030	0.402	1.530	3.400	4.078	9.081
206	0.000	0.027	0.367	1.418	3.177	3.829	8.636
208	0.000	0.024	0.335	1.315	2.968	3.597	8.213
210	0.000	0.021	0.306	1.218	2.773	3.379	7.810
212	0.000	0.019	0.280	1.125	2.591	3.174	7.428
214	0.000	0.017	0.256	1.047	2.421	2.982	7.064
216	0.000	0.015	0.233	0.970	2.262	2.801	6.719
218	0.000	0.013	0.210	0.899	2.114	2.631	6.389
220	0.000	0.012	0.195	0.834	1.975	2.472	6.076
222	0.000	0.011	0.178	0.773	1.845	2.322	5.778
224	0.000	0.009	0.162	0.715	1.724	2.181	5.495
226	0.000	0.008	0.148	0.654	1.611	2.049	5.226
228	0.000	0.007	0.135	0.615	1.505	1.925	4.970
230	0.000	0.007	0.124	0.570	1.407	1.809	4.736
232	0.000	0.006	0.113	0.529	1.314	1.693	4.495
234	0.000	0.005	0.105	0.490	1.228	1.586	4.276
236	0.000	0.005	0.094	0.454	1.147	1.485	4.065
238	0.000	0.004	0.086	0.421	1.072	1.388	3.866
240	0.000	0.004	0.078	0.390	1.002	1.293	3.677
242	0.000	0.003	0.072	0.362	0.936	1.202	3.496
244	0.000	0.003	0.065	0.335	0.874	1.117	3.325
246	0.000	0.003	0.060	0.311	0.817	1.036	3.162
248	0.000	0.002	0.055	0.288	0.763	1.000	3.007
250	0.000	0.002	0.050	0.267	0.713	0.966	2.860
252	0.000	0.002	0.046	0.247	0.667	0.909	2.720
254	0.000	0.002	0.042	0.229	0.623	0.854	2.587
256	0.000	0.001	0.038	0.213	0.582	0.802	2.460
258	0.000	0.001	0.035	0.197	0.544	0.753	2.339
260	0.000	0.001	0.032	0.183	0.508	0.708	2.225
262	0.000	0.001	0.029	0.169	0.475	0.665	2.118

ตารางที่ ข.10 (ต่อ) ลักษณะการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric บนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

จำนวน (วินาที)	ปริมาณการไหล ส่วนผ่านหน่วยของจุดสังเกตการณ์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
264	0.000	0.001	0.026	0.157	0.443	0.825	2.212
266	0.000	0.001	0.024	0.145	0.414	0.587	1.514
268	0.000	0.001	0.022	0.135	0.387	0.551	1.820
270	0.000	0.001	0.020	0.128	0.362	0.518	1.731
272	0.000	0.001	0.018	0.116	0.338	0.486	1.648
274	0.000	0.001	0.017	0.107	0.318	0.457	1.565
276	0.000	0.000	0.015	0.099	0.298	0.429	1.480
278	0.000	0.000	0.014	0.092	0.276	0.403	1.416
280	0.000	0.000	0.013	0.085	0.258	0.379	1.366
282	0.000	0.000	0.012	0.079	0.241	0.355	1.300
284	0.000	0.000	0.011	0.073	0.225	0.334	1.218
286	0.000	0.000	0.010	0.068	0.210	0.314	1.158
288	0.000	0.000	0.009	0.063	0.196	0.295	1.101
290	0.000	0.000	0.008	0.058	0.183	0.277	1.047
292	0.000	0.000	0.007	0.054	0.171	0.260	0.996
294	0.000	0.000	0.007	0.050	0.160	0.244	0.947
296	0.000	0.000	0.006	0.047	0.150	0.230	0.901
298	0.000	0.000	0.006	0.043	0.140	0.216	0.857
300	0.000	0.000	0.005	0.040	0.131	0.203	0.815
302	0.000	0.000	0.005	0.037	0.122	0.190	0.775
304	0.000	0.000	0.004	0.034	0.114	0.178	0.737
306	0.000	0.000	0.004	0.031	0.107	0.168	0.701
308	0.000	0.000	0.004	0.029	0.100	0.158	0.668
310	0.000	0.000	0.003	0.027	0.093	0.148	0.634
312	0.000	0.000	0.003	0.025	0.087	0.139	0.603
314	0.000	0.000	0.003	0.023	0.081	0.131	0.573
316	0.000	0.000	0.002	0.022	0.076	0.123	0.545
318	0.000	0.000	0.002	0.020	0.071	0.115	0.518
320	0.000	0.000	0.002	0.019	0.066	0.108	0.493
322	0.000	0.000	0.002	0.017	0.062	0.102	0.469
324	0.000	0.000	0.002	0.016	0.058	0.096	0.446
326	0.000	0.000	0.002	0.015	0.054	0.091	0.424
328	0.000	0.000	0.001	0.014	0.051	0.086	0.402
330	0.000	0.000	0.001	0.013	0.047	0.079	0.383
332	0.000	0.000	0.001	0.012	0.044	0.075	0.368
334	0.000	0.000	0.001	0.011	0.041	0.070	0.347
336	0.000	0.000	0.001	0.010	0.038	0.066	0.330
338	0.000	0.000	0.001	0.009	0.036	0.062	0.314
340	0.000	0.000	0.001	0.009	0.034	0.058	0.298
342	0.000	0.000	0.001	0.008	0.031	0.055	0.284
344	0.000	0.000	0.001	0.008	0.029	0.051	0.270
346	0.000	0.000	0.001	0.007	0.027	0.048	0.257
348	0.000	0.000	0.001	0.006	0.026	0.046	0.244
350	0.000	0.000	0.001	0.006	0.024	0.042	0.232
352	0.000	0.000	0.000	0.005	0.022	0.040	0.221
354	0.000	0.000	0.000	0.005	0.021	0.037	0.210
356	0.000	0.000	0.000	0.005	0.020	0.035	0.200
358	0.000	0.000	0.000	0.004	0.018	0.033	0.190
360	0.000	0.000	0.000	0.004	0.017	0.031	0.180
362	0.000	0.000	0.000	0.004	0.016	0.029	0.172
364	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.027	0.163
366	0.000	0.000	0.000	0.003	0.014	0.026	0.155
368	0.000	0.000	0.000	0.003	0.013	0.024	0.148
370	0.000	0.000	0.000	0.003	0.012	0.023	0.140
372	0.000	0.000	0.000	0.002	0.011	0.021	0.134
374	0.000	0.000	0.000	0.002	0.011	0.020	0.127
376	0.000	0.000	0.000	0.002	0.010	0.019	0.121
378	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009	0.018	0.115

จำนวน (วินาที)	ปริมาณการไหล ส่วนผ่านหน่วยของจุดสังเกตการณ์ (คัน)						
	200	400	600	800	1000	1200	1400
380	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009	0.017	0.106
382	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008	0.016	0.104
384	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008	0.015	0.099
386	0.000	0.000	0.000	0.002	0.007	0.014	0.094
388	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.013	0.089
390	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.012	0.085
392	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.011	0.081
394	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.011	0.077
396	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.010	0.073
398	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.009	0.069
400	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.008	0.066
402	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.008	0.063
404	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.008	0.060
406	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.007	0.057
408	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.054
410	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.007	0.051
412	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.049
414	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.046
416	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.005	0.044
418	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.042
420	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.040
422	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.038
424	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.036
426	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.034
428	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.033
430	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.031
432	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.029
434	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.028
436	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.027
438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.026
440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.025
442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.024
444	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.023
446	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.022
448	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.021
450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.020
452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.019
454	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.018
456	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.017
458	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.016
460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.015
462	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.014
464	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.013
466	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.013
468	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.012
470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.011
472	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.011
474	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.010
476	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.010
478	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.009
480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.009
482	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.008
484	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.008
486	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.007
488	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.007
490	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.007
492	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.007
494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.006
496	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.006
498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.006

ข.3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มรถ

ตารางที่ ข.13 เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนเมื่อเทียบกับตำแหน่งเส้นหยุด

พื้นที่ทำการศึกษ	ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ถนน แจ้งวัฒนะ	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	26.14	42.83	55.04	66.20	77.21	89.70	101.09
	ค่า S.D. (วินาที)	8.64	10.80	12.79	16.18	18.27	21.05	22.55
	จำนวนรถ (คัน)	2106	2066	2041	1933	1917	1859	1846
ถนน นราธิวาสราชนครินทร์	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	27.25	44.02	61.63	76.69	90.33	102.34	118.14
	ค่า S.D. (วินาที)	5.29	8.52	11.01	13.17	14.73	15.99	19.90
	จำนวนรถ (คัน)	4688	4630	4195	3945	3732	2528	2526

ตารางที่ ข.14 ความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มรถบนช่วงถนนเมื่อเทียบกับตำแหน่งเส้นหยุด

พื้นที่ทำการศึกษ	ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ถนน แจ้งวัฒนะ	ความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)	8.36	9.85	11.40	12.66	13.54	13.96	14.41
	ค่า S.D. (เมตร/วินาที)	2.48	2.19	2.28	2.51	2.63	2.63	2.62
	จำนวนรถ (คัน)	2106	2066	2041	1933	1917	1859	1846
ถนน นราธิวาสราชนครินทร์	ความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)	7.61	9.40	10.02	10.72	11.35	12.00	12.16
	ค่า S.D. (เมตร/วินาที)	1.46	1.67	1.67	1.75	1.77	1.79	1.89
	จำนวนรถ (คัน)	4688	4630	4195	3945	3732	2528	2526

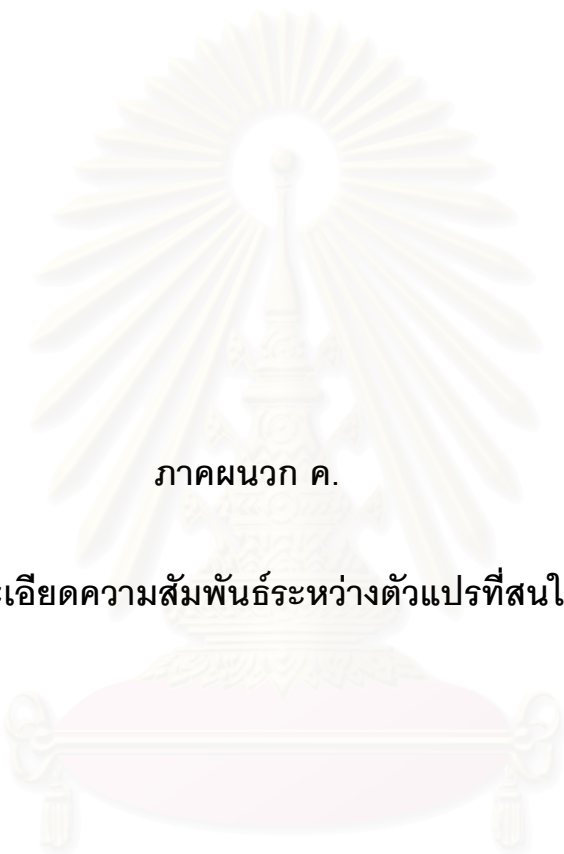
ตารางที่ ข.15 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Geometric

พื้นที่ทำการศึกษา	ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ถนน แจ้งวัฒนะ	α	0.45	0.32	0.29	0.31	0.30	0.30	0.28
	β	0.69	0.76	0.78	0.76	0.77	0.77	0.78
	t	17.99	32.52	42.74	50.52	59.43	69.14	79.04
	K	0.31	0.24	0.22	0.24	0.23	0.23	0.22
	F	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04
ถนน นราธิวาสราชนครินทร์	α	0.21	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.20
	β	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.85	0.84
	t	22.43	35.98	51.11	64.02	76.10	86.84	98.72
	K	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.16
	F	0.17	0.11	0.09	0.07	0.07	0.06	0.05

ตารางที่ ข.16 ค่าสัมประสิทธิ์ a_0 ในการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Rectangular

พื้นที่ทำการศึกษา	ค่าสัมประสิทธิ์ a_0 ของการกระจายตัวแบบ Rectangular						
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400
ถนนแจ้งวัฒนะ	0.65	0.70	0.60	0.65	0.70	0.68	0.67
ถนนนราธิวาสราชนครินทร์	0.66	0.59	0.60	0.60	0.62	0.43	0.44

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค.

รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจ กับเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย

ตารางที่ ค.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ตัวแปร	ค่าพหามิตีร์	ค่าหนึ่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)								
		เส้นสุด	200	400	600	800	1000	1200	1400	
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	13.44	66.19	88.30	106.23	117.00	128.35	141.21	152.87
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	4.30	3.36	12.63	20.80	23.69	25.64	27.78	29.01
		จำนวนรถ (คัน)	5	4	4	4	4	4	4	4
	ช่องทางกลาง	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	28.40	57.72	75.92	89.12	102.05	114.02	128.26	140.04
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	24.26	26.12	28.55	30.37	34.06	35.89	38.70	39.77
		จำนวนรถ (คัน)	823	782	738	724	668	657	633	629
	ช่องทางขวา	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	30.69	64.90	70.76	82.09	92.70	103.17	114.91	126.04
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	26.91	28.53	29.66	28.93	30.43	31.59	32.49	33.41
		จำนวนรถ (คัน)	1350	1340	1324	1313	1281	1256	1222	1213
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	29.20	53.83	69.79	81.35	91.80	102.41	114.13	125.09
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	25.56	26.50	27.91	28.79	29.78	30.81	31.56	32.09
		จำนวนรถ (คัน)	1682	1642	1636	1628	1608	1603	1554	1545
	รถบรรทุก (>8 ล้อ)	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	28.44	53.32	70.28	83.15	91.36	108.28	118.95	131.58
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	23.09	26.21	26.09	27.01	28.00	28.24	28.30	28.99
		จำนวนรถ (คัน)	33	33	31	31	31	30	29	28
	รถโดยสาร	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	31.99	64.18	84.49	98.75	118.76	132.56	149.90	163.49
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	27.38	30.59	32.24	29.31	34.78	37.06	40.24	41.89
		จำนวนรถ (คัน)	463	431	399	382	294	284	276	273
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	29.79	55.94	72.64	84.63	95.96	108.94	119.51	130.87	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	25.94	27.68	29.35	29.63	32.03	33.51	35.29	36.30	
	จำนวนรถ (คัน)	2178	2106	2066	2041	1933	1917	1856	1846	

ตารางที่ ค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยตามลักษณะช่องทางเดินรถ และประเภทของรถบนช่วงถนนราชมรรคาขาเข้านครินทร์

ตัวแปร	ค่าพหามิตีร์	ค่าหนึ่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)								
		เส้นสุด	200	400	600	800	1000	1200	1400	
ช่องทางเดินรถ	ช่องทางซ้าย	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	14.34	43.94	62.53	80.93	97.11	111.33	124.29	139.63
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.09	11.46	14.49	16.94	19.22	20.86	21.84	23.78
		จำนวนรถ (คัน)	805	792	751	711	624	579	350	360
	ช่องทางกลาง	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	17.67	45.06	62.41	80.28	95.80	109.57	121.91	137.93
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	10.00	12.18	15.01	17.14	18.90	20.37	21.18	24.87
		จำนวนรถ (คัน)	1925	1923	1907	1846	1715	1600	1093	1091
	ช่องทางขวา	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.78	42.90	58.20	74.33	88.47	101.41	113.29	128.76
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.60	11.42	13.50	15.45	17.14	18.19	19.09	23.24
		จำนวนรถ (คัน)	1912	1912	1911	1590	1550	1499	1051	1051
ช่องทางโดยสา	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	9.44	37.56	58.82	86.34	109.10	128.89	156.42	178.83	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.69	11.21	16.63	21.40	23.15	25.40	28.57	34.17	
	จำนวนรถ (คัน)	61	61	61	58	56	54	34	34	
ประเภทของรถ	รถยนต์ส่วนบุคคล	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.59	43.69	60.62	78.20	93.27	108.80	118.88	134.94
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.85	11.74	14.53	16.92	18.90	20.38	21.70	25.52
		จำนวนรถ (คัน)	4485	4480	4362	3981	3743	3542	2341	2339
	รถบรรทุก (>8 ล้อ)	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.76	46.39	59.54	77.25	91.98	104.71	118.09	131.88
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.19	12.24	13.92	15.49	17.14	18.74	18.60	20.50
		จำนวนรถ (คัน)	180	180	180	162	152	143	140	140
	รถโดยสาร	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	19.73	52.20	65.81	83.74	101.01	116.48	129.13	142.52
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.15	11.12	12.03	13.59	16.08	16.39	16.92	17.76
		จำนวนรถ (คัน)	58	58	58	52	50	47	47	47
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.63	43.89	60.85	78.23	93.31	106.85	119.12	134.91	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.79	11.8	14.49	16.84	18.82	20.31	21.5	25.17	
	จำนวนรถ (คัน)	4703	4698	4630	4195	3945	3732	2628	2626	

ตารางที่ ค.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย กับตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่
ของกุ่มรถบนช่วงถนนแฉ่งวัฒนะ

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)								
		เส้นหยุด	200	400	600	800	1000	1200	1400	
รถจักรยานยนต์ (วินาที)	200 - 300	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	21.13	46.42	61.87	73.95	84.06	94.14	106.53	117.52
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	15.66	17.54	19.48	20.69	22.87	24.05	26.19	26.65
		จำนวนรถ (คัน)	1064	1006	983	971	920	915	881	874
	301 - 400	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	32.28	61.21	78.06	90.70	102.75	114.82	128.68	140.83
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	19.03	21.16	22.10	23.31	25.99	27.75	30.72	32.65
		จำนวนรถ (คัน)	367	362	348	343	327	321	313	311
	401 - 500	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	39.24	64.61	82.60	95.42	108.25	117.47	128.97	140.48
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	28.25	29.08	30.16	31.35	33.98	35.31	36.58	37.74
		จำนวนรถ (คัน)	476	471	461	458	431	426	421	417
501 - 600	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	48.60	74.30	93.40	106.34	119.87	132.20	145.24	166.66	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	32.94	34.04	34.97	36.44	39.02	40.77	42.61	44.24	
	จำนวนรถ (คัน)	201	201	198	195	188	188	183	183	
ปริมาณการจราจร (คันช่วงโมง)	100 - 250	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	20.85	46.61	62.95	75.66	86.27	96.27	108.62	120.19
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	15.06	17.74	20.03	22.21	25.13	26.87	28.88	30.49
		จำนวนรถ (คัน)	315	298	294	291	271	269	259	258
	251 - 400	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	23.79	56.59	73.12	85.07	96.46	107.54	120.10	131.32
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	24.22	25.69	27.79	29.09	31.56	33.33	35.15	36.05
		จำนวนรถ (คัน)	1382	1332	1303	1287	1225	1215	1180	1174
	401 - 550	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	34.75	59.35	76.81	89.07	100.75	111.64	124.07	135.80
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	24.75	25.81	26.99	28.34	30.82	31.44	33.30	34.66
		จำนวนรถ (คัน)	445	440	434	428	406	402	390	384
จำนวนรถจักรยานยนต์ (คัน)	0 - 5	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.06	53.13	69.96	81.92	93.21	104.05	116.36	127.59
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	22.90	24.82	27.09	28.55	31.40	33.43	35.26	36.22
		จำนวนรถ (คัน)	1035	997	978	963	917	911	876	871
	6 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	29.82	55.96	72.54	84.70	95.94	107.06	120.34	132.10
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	22.74	24.18	25.77	26.88	29.01	30.66	32.83	34.22
		จำนวนรถ (คัน)	824	796	780	772	726	718	702	695
	11 - 15	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	36.63	63.19	79.57	92.08	103.96	114.76	126.24	137.06
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	25.56	26.28	27.21	28.65	30.56	30.64	31.93	32.74
		จำนวนรถ (คัน)	319	313	308	303	290	288	281	280
เปอร์เซ็นต์การ เบี่ยงเบนทางเดินรถ (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	18.78	42.52	56.58	67.23	74.99	83.74	95.98	106.57
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	12.23	14.80	15.91	17.08	17.32	16.54	18.24	19.18
		จำนวนรถ (คัน)	88	80	78	77	69	68	68	68
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.64	53.50	69.98	80.56	92.08	103.02	115.55	126.62
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	20.26	22.07	23.74	24.92	27.60	29.15	31.32	32.09
		จำนวนรถ (คัน)	1072	1021	999	986	937	930	897	889
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	33.32	58.84	77.03	89.56	101.06	112.25	124.96	136.67
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	26.80	27.86	29.50	30.62	32.77	34.74	36.44	37.69
		จำนวนรถ (คัน)	906	895	883	872	829	823	800	797
30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	32.69	59.94	76.94	91.59	102.49	112.78	124.93	136.71	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	23.89	27.16	27.90	31.55	34.61	33.78	34.46	36.03	
	จำนวนรถ (คัน)	112	110	105	105	98	95	94	92	
เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรม ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	34.64	60.46	77.73	90.25	102.10	113.40	126.17	137.88
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	27.26	29.11	30.92	32.20	34.37	36.64	38.32	39.90
		จำนวนรถ (คัน)	677	676	666	663	643	643	635	635
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	31.45	57.95	75.23	87.45	99.62	109.65	122.16	133.30
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	23.71	24.79	25.38	27.71	30.26	31.30	33.03	33.65
		จำนวนรถ (คัน)	933	895	871	860	815	803	782	774
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	20.44	45.77	60.80	72.13	82.82	93.73	105.50	116.80
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	13.28	15.19	16.57	17.72	20.09	21.91	23.83	24.95
		จำนวนรถ (คัน)	470	439	429	419	386	383	358	355
30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	21.95	47.41	61.28	72.34	80.02	89.13	100.77	111.28	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	17.49	17.28	16.90	17.54	18.37	17.64	19.53	19.71	
	จำนวนรถ (คัน)	128	105	100	99	89	88	84	82	

ตารางที่ ค.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย กับตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่
ของกลุ่มรถบัสช่วงถนนราชวิลาสราชชนดิรินทร์

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)								
		ต้นยุค	200	400	600	800	1000	1200	1400	
รอบสัญญาณไฟ (วินาที)	125	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	14.95	41.67	59.83	77.51	92.73	106.17	117.83	132.08
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.36	10.24	13.94	16.37	18.48	20.07	21.28	22.94
		จำนวนรถ (คัน)	3150	3135	3088	2791	2621	2482	1290	1290
	150	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	20.03	48.38	62.29	79.66	94.47	108.28	120.46	137.86
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	11.46	13.37	15.40	17.67	19.43	20.56	21.66	27.00
		จำนวนรถ (คัน)	1563	1553	1542	1404	1324	1250	1238	1236
บริเวณทางจราจร (คันชั่วโมง)	500 - 1,000	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	14.12	41.20	56.16	73.03	86.66	99.94	112.33	125.66
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.43	10.86	12.64	14.93	17.06	18.25	18.21	19.85
		จำนวนรถ (คัน)	389	388	385	348	320	306	231	231
	1,000 - 1,500	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.23	43.48	60.61	78.26	93.48	107.16	119.34	135.14
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.26	11.26	14.23	16.55	18.57	20.06	21.35	23.92
		จำนวนรถ (คัน)	3980	3966	3914	3544	3333	3148	2021	2019
	1,500 - 2,000	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	24.36	51.95	66.25	83.84	98.54	111.90	123.18	140.98
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	13.29	15.36	17.37	20.17	21.43	22.67	23.82	34.36
		จำนวนรถ (คัน)	334	334	331	303	292	278	276	276
จำนวนรถจักรยานยนต์ (คัน)	0 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.60	43.70	60.38	77.99	93.00	106.69	119.05	135.42
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.93	11.79	14.52	16.95	18.87	20.34	21.69	26.06
		จำนวนรถ (คัน)	3458	3450	3406	3096	2910	2761	1866	1864
	21 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	16.71	44.45	61.38	78.92	94.20	107.70	119.33	133.47
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.37	11.82	14.38	16.61	18.66	20.00	20.90	22.48
		จำนวนรถ (คัน)	1245	1238	1224	1099	1035	971	662	662
เปอร์เซ็นต์การ เบี่ยงเบนช่องทางเดินรถ (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	17.67	46.20	69.43	76.85	91.36	105.10	117.79	131.07
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.66	12.24	13.73	15.58	17.13	17.73	19.00	20.27
		จำนวนรถ (คัน)	330	329	327	297	285	268	232	231
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	17.33	44.61	61.30	78.83	93.92	107.60	119.59	136.74
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	10.44	12.14	14.72	17.07	18.98	20.41	21.66	26.44
		จำนวนรถ (คัน)	3282	3274	3231	2923	2737	2567	1549	1548
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	14.26	41.00	59.08	76.71	91.92	105.06	118.26	132.02
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	7.43	10.01	14.02	16.58	18.99	20.66	22.07	23.80
		จำนวนรถ (คัน)	966	960	951	863	813	763	646	646
	30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	13.89	41.24	59.00	76.03	93.58	108.61	120.36	134.04
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	7.31	9.90	12.33	15.16	16.86	18.75	20.78	22.54
		จำนวนรถ (คัน)	125	125	121	112	110	104	101	101
เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรม ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	18.23	45.55	69.80	76.66	91.00	104.83	117.41	131.62
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.50	12.40	14.66	17.71	19.99	21.91	24.07	25.92
		จำนวนรถ (คัน)	182	181	180	174	170	167	167	167
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	17.32	44.19	60.64	78.27	93.47	107.08	120.17	136.68
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	10.48	12.30	14.46	17.11	19.09	20.49	21.84	27.47
		จำนวนรถ (คัน)	1814	1813	1796	1652	1600	1532	1057	1056
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	15.67	43.45	60.71	78.35	93.67	107.20	118.67	134.52
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.08	11.20	14.45	16.47	18.45	19.91	20.66	22.83
		จำนวนรถ (คัน)	2413	2402	2366	2124	1980	1844	1152	1152
	30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	17.84	45.78	61.34	78.75	93.08	106.01	118.32	131.76
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	10.43	12.89	14.65	17.18	18.95	20.08	21.81	22.99
		จำนวนรถ (คัน)	356	354	350	301	259	240	203	202

ค.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจ กับค่าการกระจายตัว (K)

ตารางที่ ค.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ในแบบจำลอง Robertson กับตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ (เมตร)							
		200	400	600	800	1000	1200	1400	
รอบสัญญาณไฟ (วินาที)	200 - 300	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.66	41.17	52.78	63.43	73.58	85.94	97.09
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.07	11.12	12.83	15.62	17.12	19.71	21.00
		จำนวนรถ (คัน)	1006	983	971	920	915	881	874
		β	0.67	0.74	0.77	0.76	0.77	0.78	0.79
		α	0.50	0.35	0.31	0.31	0.29	0.29	0.27
	301 - 400	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	28.77	45.53	58.16	69.69	81.71	95.25	107.36
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.27	10.49	12.19	16.29	18.66	22.29	24.18
		จำนวนรถ (คัน)	352	348	343	327	321	313	311
		β	0.73	0.78	0.80	0.77	0.78	0.77	0.78
		α	0.37	0.28	0.25	0.29	0.29	0.30	0.28
	401 - 500	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.38	43.50	56.44	67.08	78.46	90.15	101.51
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.43	10.49	13.16	16.58	18.86	21.10	22.48
		จำนวนรถ (คัน)	471	461	458	431	426	421	417
		β	0.69	0.77	0.78	0.76	0.77	0.77	0.78
		α	0.46	0.30	0.29	0.32	0.31	0.30	0.28
	501 - 600	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.69	44.92	57.86	71.23	83.57	96.72	108.02
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	7.12	9.36	11.45	15.56	18.20	22.14	24.09
		จำนวนรถ (คัน)	201	199	196	188	188	183	183
		β	0.74	0.80	0.81	0.79	0.79	0.78	0.78
		α	0.35	0.25	0.23	0.27	0.27	0.29	0.28
ปริมาณการจราจร (คันชั่วโมง)	100 - 250	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.07	42.54	55.31	66.31	76.28	88.97	100.34
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.25	11.44	14.09	17.44	19.31	21.95	23.73
		จำนวนรถ (คัน)	298	294	291	271	269	259	258
		β	0.86	0.74	0.75	0.74	0.75	0.76	0.77
		α	0.51	0.35	0.33	0.34	0.33	0.32	0.30
	251 - 400	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.73	43.22	55.19	66.38	77.52	90.03	101.30
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.89	11.18	13.02	16.62	18.81	21.71	23.17
		จำนวนรถ (คัน)	1332	1303	1287	1225	1215	1180	1174
		β	0.69	0.75	0.77	0.76	0.76	0.76	0.78
		α	0.46	0.33	0.29	0.32	0.31	0.31	0.29
	401 - 550	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	24.64	42.25	54.79	66.05	77.09	89.31	100.96
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	7.37	9.23	11.43	14.37	16.46	19.08	20.44
จำนวนรถ (คัน)		440	434	428	406	402	390	384	
β		0.72	0.79	0.80	0.79	0.79	0.79	0.80	
α		0.39	0.26	0.25	0.27	0.26	0.26	0.25	
จำนวนรถทั้งหมด (คัน)	0 - 5	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.06	42.77	54.84	65.88	76.68	89.01	100.41
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	9.21	11.70	13.75	17.57	19.77	22.45	24.03
		จำนวนรถ (คัน)	997	978	966	917	911	876	871
		β	0.67	0.74	0.76	0.74	0.75	0.75	0.77
		α	0.50	0.36	0.32	0.35	0.34	0.33	0.31
	6 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.06	42.72	54.96	65.16	77.43	90.50	102.11
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.44	10.46	12.14	15.16	17.18	20.41	21.82
		จำนวนรถ (คัน)	796	780	772	726	718	702	695
		β	0.69	0.77	0.79	0.78	0.78	0.78	0.79
		α	0.44	0.30	0.27	0.28	0.27	0.28	0.26
	11 - 15	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.60	43.32	55.89	67.34	78.37	89.86	100.70
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	7.11	8.42	11.14	13.90	15.81	17.89	19.33
		จำนวนรถ (คัน)	313	308	303	290	288	281	280
		β	0.75	0.82	0.81	0.80	0.80	0.81	0.81
		α	0.33	0.22	0.24	0.25	0.24	0.24	0.23
		K	0.25	0.18	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ในแบบจำลอง Robertson กับตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกลุ่มรถบนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)							
		200	400	600	800	1000	1200	1400	
เปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนช่องทางเดินรถ (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	24.86	39.18	50.09	57.35	66.16	78.39	88.99
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	10.46	12.57	14.61	13.47	12.30	14.15	15.11
		จำนวนรถ (คัน)	80	78	77	69	68	68	68
		β	0.60	0.69	0.72	0.77	0.82	0.83	0.84
		α	0.67	0.45	0.39	0.29	0.22	0.21	0.20
		K	0.40	0.31	0.28	0.23	0.18	0.17	0.16
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.82	42.38	53.99	65.21	76.21	88.59	99.76
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.19	10.09	11.67	15.18	17.27	19.98	21.33
		จำนวนรถ (คัน)	1021	999	986	937	930	897	889
		β	0.71	0.77	0.79	0.77	0.78	0.78	0.79
		α	0.40	0.29	0.26	0.29	0.28	0.28	0.26
		K	0.29	0.23	0.21	0.23	0.22	0.22	0.21
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.33	43.39	56.08	67.55	78.75	91.42	103.09
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.83	11.20	13.08	16.80	19.07	22.02	23.59
		จำนวนรถ (คัน)	895	883	872	829	823	800	797
		β	0.87	0.75	0.78	0.76	0.78	0.76	0.78
		α	0.49	0.33	0.29	0.32	0.31	0.31	0.29
		K	0.33	0.25	0.22	0.24	0.24	0.24	0.22
	30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.25	45.16	59.82	70.54	81.57	93.87	105.63
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.99	11.70	16.34	18.78	20.70	23.68	25.56
		จำนวนรถ (คัน)	110	106	106	98	96	94	92
		β	0.69	0.75	0.74	0.74	0.75	0.75	0.76
		α	0.45	0.33	0.36	0.35	0.33	0.33	0.31
		K	0.31	0.25	0.28	0.28	0.25	0.25	0.24
เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรม ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.90	43.20	55.76	67.56	78.87	91.89	103.80
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.70	10.92	12.88	16.38	19.03	22.02	23.82
		จำนวนรถ (คัน)	676	666	663	643	643	635	635
		β	0.68	0.76	0.78	0.76	0.76	0.77	0.77
		α	0.46	0.32	0.29	0.31	0.31	0.31	0.29
		K	0.32	0.24	0.22	0.24	0.24	0.23	0.23
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.40	43.80	55.98	67.16	78.13	90.44	101.89
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.87	11.16	13.36	16.94	18.71	21.46	22.81
		จำนวนรถ (คัน)	886	871	860	815	803	782	774
		β	0.68	0.76	0.77	0.76	0.77	0.77	0.78
		α	0.47	0.32	0.30	0.32	0.30	0.30	0.28
		K	0.32	0.24	0.23	0.24	0.23	0.23	0.22
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	25.70	40.90	52.48	63.13	74.00	85.87	97.15
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	8.52	10.25	11.83	14.84	16.80	19.10	20.40
		จำนวนรถ (คัน)	439	429	419	386	383	358	355
		β	0.69	0.76	0.78	0.77	0.78	0.78	0.80
		α	0.45	0.31	0.28	0.29	0.28	0.28	0.26
		K	0.31	0.24	0.22	0.23	0.22	0.22	0.20
	30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.30	42.01	53.04	60.99	70.73	82.57	93.15
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	6.35	7.78	8.92	9.04	9.87	12.60	13.19
		จำนวนรถ (คัน)	105	100	99	89	88	84	82
		β	0.78	0.83	0.84	0.86	0.87	0.85	0.86
		α	0.27	0.21	0.19	0.16	0.15	0.17	0.16
		K	0.22	0.17	0.16	0.14	0.13	0.15	0.14

ตารางที่ ค.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ในแบบจำลอง Robertson กับตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกลุ่มรถบนช่วงถนนนราธิวาสราชนครินทร์

ตัวแปร		ค่าพารามิเตอร์	ค่าหนึ่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
			200	400	600	800	1000	1200	1400
รอบสัญญาณไฟ (วินาที)	125	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.71	44.87	62.63	77.82	91.29	104.00	118.25
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	4.83	8.84	11.48	13.77	15.50	17.41	19.18
		จำนวนรถ (คัน)	3135	3088	2791	2621	2482	1290	1290
		β	0.84	0.81	0.82	0.83	0.84	0.84	0.84
		α	0.19	0.23	0.21	0.21	0.20	0.19	0.19
		K	0.16	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16
	150	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	28.34	42.33	59.65	74.46	88.42	100.61	118.02
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.98	7.58	9.71	11.56	12.85	14.16	20.64
		จำนวนรถ (คัน)	1553	1542	1404	1324	1250	1238	1236
		β	0.81	0.83	0.85	0.85	0.86	0.86	0.83
		α	0.24	0.20	0.18	0.17	0.16	0.16	0.21
		K	0.19	0.17	0.15	0.15	0.14	0.14	0.17
ปริมาณการจราจร (คันชั่วโมง)	500 - 1,000	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.05	41.94	58.91	73.03	86.26	98.86	112.19
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.41	7.63	9.97	12.46	13.98	14.51	16.62
		จำนวนรถ (คัน)	388	385	348	320	306	231	231
		β	0.82	0.83	0.84	0.84	0.84	0.86	0.86
		α	0.22	0.21	0.19	0.20	0.19	0.17	0.17
		K	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.14	0.14
	1,000 - 1,500	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.24	44.40	62.08	77.28	91.02	103.22	119.03
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.23	8.62	11.08	13.25	14.82	16.20	18.09
		จำนวนรถ (คัน)	3966	3914	3544	3333	3148	2021	2019
		β	0.83	0.82	0.83	0.83	0.84	0.85	0.84
		α	0.21	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.19
		K	0.17	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.16
1,500 - 2,000	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.58	41.97	59.58	74.01	86.94	98.82	116.59	
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.85	7.73	10.68	11.94	13.23	14.77	26.35	
	จำนวนรถ (คัน)	334	331	303	292	278	276	276	
	β	0.81	0.83	0.83	0.85	0.85	0.86	0.78	
	α	0.24	0.21	0.21	0.18	0.17	0.17	0.28	
	K	0.19	0.17	0.17	0.15	0.15	0.14	0.22	
จำนวนรถจักรยานยนต์ (คัน)	0 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.09	43.80	61.42	76.42	90.04	102.18	118.57
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.18	8.85	11.17	13.32	14.89	16.18	20.80
		จำนวนรถ (คัน)	3450	3406	3096	2910	2761	1866	1864
		β	0.83	0.81	0.83	0.83	0.84	0.85	0.83
		α	0.21	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.21
		K	0.17	0.19	0.17	0.17	0.16	0.15	0.17
	21 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.70	44.65	62.24	77.46	91.15	102.78	116.92
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.62	8.13	10.53	12.70	14.21	15.44	17.10
		จำนวนรถ (คัน)	1238	1224	1099	1035	971	662	662
		β	0.81	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86
		α	0.23	0.21	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17
		K	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14

ตารางที่ ค.6 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการกระจายตัว (K) ในแบบจำลอง Robertson กับตัวแปรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของกลุ่มรถบนช่วงถนนราธิวาสราชนครินทร์

ตัวแปร		ค่าพารามิเตอร์	ตำแหน่งของจุดสังเกตบนช่วงถนน (เมตร)						
			200	400	600	800	1000	1200	1400
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	28.58	41.82	59.06	73.59	87.72	100.61	113.93
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.65	7.00	9.23	10.81	11.55	12.64	14.09
		จำนวนรถ (คัน)	329	327	297	285	268	232	231
		β	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88
		α	0.22	0.18	0.17	0.16	0.14	0.14	0.14
		K	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.26	43.97	61.56	76.64	90.41	101.74	118.89
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.41	8.49	10.83	12.91	14.46	15.57	20.86
		จำนวนรถ (คัน)	3274	3231	2923	2737	2597	1549	1548
		β	0.82	0.82	0.83	0.84	0.85	0.85	0.83
		α	0.22	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.21
		K	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.17
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	26.73	44.81	62.44	77.59	90.64	103.77	117.51
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	4.73	9.08	12.03	14.60	16.47	17.71	19.39
		จำนวนรถ (คัน)	960	951	863	813	763	646	646
		β	0.84	0.81	0.82	0.82	0.82	0.83	0.84
		α	0.19	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19
		K	0.16	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16
	30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.35	45.21	64.02	79.45	92.90	108.48	120.16
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	4.70	7.53	10.66	12.49	14.31	16.54	18.31
		จำนวนรถ (คัน)	125	121	112	110	104	101	101
		β	0.85	0.84	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85
		α	0.18	0.18	0.19	0.18	0.17	0.18	0.17
		K	0.15	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนช่วงถนน (%)	0 - 10	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.27	41.48	58.24	72.68	86.38	98.96	113.17
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	7.79	9.45	12.53	15.03	17.24	19.80	21.89
		จำนวนรถ (คัน)	181	180	174	170	167	167	167
		β	0.73	0.78	0.79	0.80	0.81	0.80	0.81
		α	0.37	0.28	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23
		K	0.27	0.22	0.21	0.20	0.19	0.20	0.19
	10 - 20	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	28.87	43.37	61.05	76.13	89.83	102.35	118.67
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	4.87	7.68	10.49	12.71	14.24	15.49	21.37
		จำนวนรถ (คัน)	1813	1796	1652	1590	1532	1057	1058
		β	0.84	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.82
		α	0.20	0.20	0.20	0.19	0.18	0.17	0.21
		K	0.16	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.18
	20 - 30	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.45	44.81	62.43	77.64	91.30	103.10	118.86
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.27	9.07	11.28	13.46	14.97	15.92	18.50
		จำนวนรถ (คัน)	2340	2304	2068	1926	1793	1101	1101
		β	0.83	0.81	0.83	0.83	0.84	0.85	0.85
		α	0.21	0.24	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18
		K	0.17	0.19	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15
	30 - 40	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)	27.89	43.51	61.32	75.68	89.00	100.96	114.45
		ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)	5.82	7.85	10.50	11.61	13.37	15.07	16.49
		จำนวนรถ (คัน)	354	350	301	259	240	203	202
		β	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.86
		α	0.24	0.20	0.20	0.17	0.17	0.17	0.16
		K	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14

ค.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถ กับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson ในแต่ละกลุ่มรถ

ตารางที่ ค.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถ กับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson บนช่วงถนนแจ้งวัฒนะ ข้อมูลชุดที่ 1 & 2

จุดเริ่ม	จุดจบ	เวลาที่เดินทางเฉลี่ยบนรถตามค่าความถี่ (วินาที)										ค่ามัธยฐานของเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)										ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง : α										ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง : β										ค่าพารามิเตอร์ (K)									
		200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400															
1	1	18.41	36.14	47.47	57.14	67.94	80.20	92.09	2.87	17.10	18.74	20.51	23.62	25.48	28.54	0.18	0.85	0.62	0.52	0.52	0.45	0.44	0.36	0.64	0.62	0.68	0.56	0.69	0.70	0.14	0.46	0.28	0.34	0.34	0.31	0.30															
	2	26.77	43.60	56.33	69.30	77.89	92.56	104.02	15.83	21.29	24.67	31.62	34.68	39.29	41.85	1.34	0.31	0.75	0.81	0.78	0.72	0.66	0.42	0.52	0.57	0.65	0.56	0.58	0.50	0.57	0.48	0.43	0.45	0.44	0.42	0.40															
	3	27.80	45.89	59.91	72.46	81.25	96.13	108.40	11.80	15.64	17.52	20.25	21.71	22.64	23.60	0.69	0.48	0.39	0.36	0.35	0.28	0.27	0.56	0.68	0.72	0.73	0.74	0.78	0.79	0.41	0.32	0.28	0.27	0.25	0.22	0.21															
	4	25.07	38.55	50.61	61.26	69.71	82.60	94.29	17.85	5.32	7.33	9.77	11.90	11.61	12.34	2.25	0.15	0.15	0.18	0.18	0.16	0.14	0.31	0.87	0.87	0.85	0.85	0.87	0.87	0.69	0.13	0.13	0.15	0.15	0.13	0.13															
	5	27.04	45.33	62.56	78.27	87.22	101.45	113.34	3.88	15.16	24.58	25.79	26.95	30.33	33.82	0.52	0.46	0.63	0.48	0.44	0.42	0.41	0.68	0.68	0.92	0.68	0.70	0.70	0.71	0.34	0.32	0.38	0.32	0.30	0.30	0.29															
	6	23.91	41.86	58.99	69.70	76.19	89.17	105.52	12.14	11.87	15.74	20.28	21.93	21.29	22.62	0.89	0.38	0.26	0.26	0.40	0.36	0.28	0.26	0.51	0.73	0.74	0.72	0.73	0.77	0.80	0.49	0.27	0.26	0.26	0.27	0.23	0.20														
	7	15.10	29.85	41.97	52.33	60.24	72.76	83.49	3.20	5.22	7.47	8.93	10.28	13.87	14.87	0.22	0.19	0.20	0.19	0.19	0.22	0.21	0.82	0.84	0.83	0.84	0.84	0.81	0.83	0.18	0.16	0.17	0.16	0.16	0.19	0.17															
	8	17.30	31.85	42.49	54.17	61.42	73.36	83.55	4.15	6.07	7.29	7.85	8.71	10.39	12.13	0.27	0.21	0.19	0.18	0.15	0.10	0.16	0.76	0.82	0.84	0.86	0.87	0.87	0.86	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.14															
	9	24.43	41.26	57.16	70.62	79.50	95.22	107.56	12.21	14.59	18.92	24.32	25.78	29.82	30.81	0.92	0.52	0.48	0.51	0.47	0.44	0.39	0.52	0.86	0.88	0.86	0.86	0.88	0.72	0.48	0.34	0.32	0.34	0.32	0.31	0.28															
	10	20.10	34.20	46.27	58.86	66.22	79.89	90.88	5.34	7.14	8.47	13.86	15.40	18.04	20.10	0.22	0.24	0.21	0.28	0.28	0.28	0.28	0.78	0.81	0.83	0.78	0.78	0.78	0.78	0.24	0.19	0.17	0.22	0.22	0.22	0.22															
	11	20.94	36.23	48.68	59.38	68.76	82.52	92.59	4.57	7.26	8.27	9.37	10.62	10.50	11.43	0.24	0.23	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.80	0.81	0.84	0.85	0.88	0.88	0.88	0.28	0.16	0.16	0.15	0.14	0.12	0.12															
	12	23.51	43.81	56.98	69.61	77.16	89.48	100.86	8.20	17.33	20.82	25.24	26.10	28.37	29.62	5.49	0.62	0.55	0.54	0.50	0.45	0.41	0.67	0.82	0.84	0.85	0.87	0.89	0.71	0.23	0.38	0.26	0.35	0.33	0.31	0.29															
	13	21.40	37.22	49.05	60.23	70.29	84.65	96.79	4.59	5.94	7.37	9.65	14.46	15.52	21.90	0.24	0.17	0.16	0.18	0.25	0.27	0.27	0.81	0.85	0.86	0.86	0.88	0.80	0.79	0.78	0.19	0.10	0.14	0.15	0.20	0.21	0.21														
	14	28.83	48.99	59.81	74.09	81.25	93.88	105.47	8.30	14.34	16.99	21.83	24.28	29.77	32.85	0.42	0.41	0.28	0.40	0.41	0.45	0.44	0.71	0.71	0.72	0.71	0.71	0.89	0.68	0.29	0.28	0.28	0.29	0.31	0.31																
	15	23.04	40.23	52.06	65.95	75.21	89.44	102.82	13.45	15.21	16.70	22.56	26.49	31.21	32.42	1.28	0.58	0.44	0.50	0.53	0.51	0.45	0.44	0.83	0.69	0.87	0.65	0.66	0.69	0.56	0.37	0.21	0.33	0.35	0.34	0.31															
	16	21.70	39.87	52.89	66.26	77.29	89.68	103.60	5.71	10.18	11.93	19.52	22.82	29.74	31.74	0.52	0.92	0.27	0.40	0.41	0.48	0.43	0.78	0.76	0.79	0.71	0.71	0.89	0.70	0.24	0.24	0.21	0.29	0.29	0.32	0.30															
17	27.29	47.42	60.49	71.53	85.11	97.75	109.73	10.81	13.55	16.97	23.52	24.78	27.81	28.91	0.54	0.38	0.34	0.47	0.40	0.38	0.35	0.65	0.72	0.74	0.88	0.71	0.72	0.74	0.35	0.28	0.26	0.32	0.29	0.36	0.26																
18	27.09	45.90	57.81	68.66	78.77	89.85	101.54	9.72	13.84	16.61	17.83	19.29	21.57	22.80	0.82	0.41	0.37	0.33	0.32	0.31	0.28	0.66	0.71	0.73	0.76	0.79	0.77	0.78	0.34	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22																
19	25.21	45.66	57.63	70.61	81.27	94.62	105.90	3.93	7.16	7.67	10.34	11.93	13.36	17.13	0.16	0.17	0.14	0.17	0.36	0.19	0.19	0.85	0.86	0.88	0.85	0.86	0.84	0.84	0.14	0.14	0.12	0.15	0.14	0.16	0.16																
20	29.97	49.37	62.05	74.98	88.05	99.38	111.32	9.42	14.08	16.97	23.97	27.28	27.66	28.23	0.42	0.38	0.36	0.46	0.44	0.33	0.33	0.73	0.72	0.73	0.89	0.70	0.72	0.75	0.39	0.29	0.27	0.31	0.30	0.27	0.26																
21	26.89	41.56	53.59	66.20	79.85	91.63	103.84	10.44	3.51	4.98	8.56	10.27	11.06	11.70	0.53	0.69	0.39	0.15	0.14	0.13	0.12	0.92	0.92	0.92	0.87	0.89	0.80	0.89	0.48	0.08	0.08	0.13	0.12	0.12	0.11																
22	27.58	46.58	61.14	76.53	92.40	106.27	119.67	4.95	7.11	10.27	16.09	19.11	23.36	24.84	0.19	0.17	0.19	0.26	0.25	0.27	0.26	0.84	0.86	0.84	0.80	0.80	0.78	0.80	0.16	0.14	0.16	0.20	0.20	0.22	0.20																
23	25.29	43.21	56.10	67.05	80.18	92.49	104.88	6.26	6.06	11.03	14.05	17.24	19.85	20.63	0.30	0.25	0.23	0.25	0.26	0.25	0.24	0.77	0.80	0.81	0.80	0.79	0.79	0.81	0.23	0.20	0.19	0.20	0.21	0.19																	
2	1	26.49	44.07	58.53	68.16	78.46	92.89	104.31	5.87	7.99	8.94	10.95	12.55	14.98	16.18	0.26	0.19	0.35	0.17	0.18	0.18	0.80	0.84	0.87	0.85	0.85	0.84	0.85	0.20	0.16	0.13	0.15	0.15	0.16	0.15																
	2	25.23	41.94	53.57	66.35	78.51	85.90	95.46	12.68	16.10	18.60	24.78	27.92	26.64	26.75	0.34	0.60	0.49	0.68	0.56	0.41	0.37	0.52	0.59	0.67	0.63	0.64	0.71	0.73	0.48	0.37	0.33	0.37	0.36	0.28	0.27															
	3	27.21	45.15	58.86	67.29	77.18	88.25	98.52	8.21	11.16	12.61	18.35	20.36	21.45	22.41	0.40	0.31	0.27	0.36	0.35	0.31	0.29	0.72	0.76	0.79	0.73	0.74	0.76	0.78	0.28	0.24	0.21	0.27	0.26	0.24	0.22															
	4	22.16	41.87	61.59	84.85	75.82	91.68	103.88	7.86	14.16	12.22	15.88	16.84	21.57	23.70	0.47	0.48	0.29	0.51	0.28	0.30	0.29	0.68	0.67	0.77	0.77	0.78	0.77	0.78	0.32	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22															
	5	20.51	45.03	52.26	66.95	78.29	94.32	106.04	7.37	15.00	12.88	20.75	22.16	27.67	28.68	0.41	0.42	0.31	0.43	0.41	0.40	0.36	0.71	0.70	0.76	0.70	0.71	0.71	0.73	0.29	0.30	0.24	0.30	0.29	0.29	0.27															
	6	26.94	46.05	58.82	67.37	77.56	82.23	104.18	9.26	10.28	11.42	12.40	10.99	20.92	25.11	0.43	0.27	0.29	0.22	0.21	0.28	0.28	0.70	0.79	0.81	0.82	0.83	0.78	0.78	0.30	0.21	0.19	0.19	0.17	0.22	0.22															
	7	25.98	44.53	58.17	67.73	75.14	89.63	101.77	6.31	10.81	15.27	19.18	17.29	19.85	22.64	0.29	0.30	0.34	0.38	0.29	0.28	0.28	0.78	0.77	0.74	0.72	0.78	0.78	0.78	0.22	0.23	0.26	0.28	0.22	0.22	0.22															
	8	28.81	44.95	58.00	67.16	76.87	89.55	101.47	9.27	10.80	12.56	16.31	18.47	22.27	24.51	0.44	0.30	0.26	0.31	0.30	0.32	0.31	0.69	0.77	0.79	0.76	0.77	0.76	0.77	0.31	0.23	0.21	0.24	0.23	0.24	0.23															
	9	32.28	55.52	70.55	80.76	95.21	111.09	123.08	7.21	9.99	9.84	18.14	21.88	27.62	30.01	0.26	0.16	0.15	0.27	0.29	0.32	0.32	0.79	0.86	0.87	0.79	0.78	0.76	0.76	0.21	0.14	0.13	0.21	0.22	0.24	0.24															
	10	26.16	41.98	55.56	69.10	80.55	94.79	107.48	5.03	5.75	10.51	13.11	15.89	17.90	17.44	0.21	0.14	0.22	0.22	0.20	0.22	0.19	0.83	0.87	0.82	0.83	0.82	0.84	0.17	0.13	0.18	0.18	0.17	0.18	0.16																
	11	26.29	45.00	57.52	69.54	83.38	88.58	112.73	6.44	7.89	9.25	13.38	17.47	22.28	24.73	0.25	0.20	0.18	0.23	0.26	0.28	0.28	0.27	0.80	0.84	0.85	0.81	0.80	0.78	0.79	0.20	0.16	0.15	0.19	0.20	0.22	0.21														
	12	23.77																																																	

ข้อมูลชุดที่ 3 - 5

ชุดข้อมูล	หมายเลขจุด	เวลาที่ปริมาณน้ำฝนสะสมรายชั่วโมง (มม.)										ค่าดัชนีความรุนแรงของลมที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)										ค่าความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมง (%)										ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ปริมาณน้ำฝน > 5									
		200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400					
3	1	27.25	45.47	57.93	69.25	82.15	94.58	106.37	4.75	8.49	10.11	12.43	18.07	21.27	23.17	0.19	0.21	0.20	0.21	0.23	0.28	0.27	0.84	0.82	0.83	0.83	0.81	0.78	0.79	0.16	0.18	0.17	0.17	0.19	0.22	0.21					
	2	25.59	44.73	56.46	68.82	81.20	91.63	102.37	8.64	10.97	14.49	18.13	20.45	22.44	23.79	0.47	0.31	0.31	0.34	0.30	0.31	0.29	0.68	0.77	0.76	0.74	0.75	0.76	0.37	0.32	0.23	0.24	0.26	0.28	0.24	0.23					
	3	28.28	45.43	66.60	70.11	80.36	88.82	99.77	9.11	10.90	15.02	17.43	18.69	18.98	20.01	0.44	0.26	0.32	0.32	0.26	0.26	0.24	0.69	0.79	0.78	0.76	0.76	0.77	0.79	0.80	0.31	0.21	0.24	0.24	0.23	0.21	0.20				
	4	24.42	42.92	55.97	67.40	81.58	93.51	105.21	9.70	11.99	11.98	16.48	18.82	21.12	21.85	0.81	0.33	0.26	0.29	0.29	0.26	0.26	0.24	0.69	0.79	0.78	0.76	0.78	0.78	0.80	0.38	0.25	0.21	0.22	0.22	0.22	0.20				
	5	28.61	46.90	59.23	69.22	82.21	95.07	106.82	10.19	11.93	12.78	14.32	16.16	20.12	21.75	0.81	0.32	0.26	0.25	0.24	0.26	0.26	0.25	0.66	0.76	0.79	0.80	0.81	0.79	0.80	0.34	0.24	0.21	0.20	0.19	0.21	0.20				
	6	19.87	40.30	52.62	61.86	73.57	83.92	95.51	6.29	9.41	10.92	11.89	13.46	16.56	17.84	0.44	0.28	0.25	0.23	0.21	0.24	0.22	0.70	0.78	0.80	0.82	0.82	0.81	0.82	0.30	0.22	0.20	0.16	0.16	0.16	0.18					
	7	25.95	42.82	55.91	65.20	80.72	97.54	110.49	5.99	9.92	11.90	13.86	20.25	27.64	29.87	0.28	0.28	0.26	0.26	0.32	0.37	0.35	0.70	0.78	0.80	0.79	0.76	0.74	0.74	0.22	0.22	0.20	0.21	0.24	0.27	0.26					
	8	25.40	46.54	59.93	75.10	86.21	100.18	110.97	8.22	8.87	10.83	16.64	18.58	22.79	24.75	0.29	0.22	0.21	0.27	0.27	0.26	0.28	0.77	0.82	0.83	0.78	0.79	0.78	0.78	0.23	0.18	0.17	0.22	0.21	0.22	0.22					
	9	21.91	40.24	51.42	64.37	74.26	86.00	95.57	4.20	7.44	9.36	12.11	14.16	18.58	17.33	18.73	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.24	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.80	0.81	0.17	0.17	0.17	0.18	0.16	0.20	0.18				
	10	25.52	46.40	59.38	72.83	83.74	96.96	107.47	4.80	6.32	10.84	14.27	17.29	21.49	22.88	0.20	0.16	0.21	0.23	0.25	0.28	0.26	0.83	0.83	0.86	0.83	0.81	0.80	0.78	0.79	0.17	0.14	0.17	0.15	0.20	0.22	0.21				
4	1	29.87	44.65	56.83	66.67	78.83	88.89	99.72	7.23	9.43	10.53	14.24	16.80	20.23	21.89	0.29	0.25	0.22	0.26	0.27	0.29	0.27	0.77	0.80	0.82	0.79	0.79	0.78	0.79	0.23	0.20	0.18	0.21	0.21	0.22	0.21					
	2	26.84	40.32	51.10	58.29	65.81	75.70	85.28	3.56	6.00	7.10	7.32	7.29	7.99	8.47	0.13	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.89	0.86	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88	0.51	0.12	0.14	0.13	0.12	0.10	0.10	0.06					
	3	27.38	43.77	54.41	65.59	76.38	84.18	94.54	8.83	8.14	8.52	13.77	16.28	8.92	7.79	0.30	0.21	0.17	0.25	0.26	0.26	0.11	0.08	0.77	0.83	0.85	0.80	0.79	0.90	0.92	0.23	0.17	0.15	0.20	0.21	0.10	0.08				
	4	22.43	35.78	46.14	51.80	61.31	72.90	83.13	6.54	9.01	10.57	3.94	4.89	5.43	6.08	0.37	0.31	0.28	0.37	0.06	0.07	0.07	0.73	0.76	0.78	0.83	0.83	0.83	0.83	0.27	0.24	0.22	0.07	0.07	0.07	0.07					
	5	22.60	37.85	48.80	57.89	67.10	77.60	90.27	9.06	11.43	12.28	13.78	15.21	16.89	17.57	0.81	0.41	0.32	0.30	0.26	0.26	0.23	0.62	0.71	0.76	0.77	0.78	0.79	0.81	0.38	0.29	0.24	0.23	0.22	0.21	0.19					
	6	19.55	33.95	44.65	52.15	62.12	73.86	84.76	5.16	7.14	7.48	5.95	6.35	7.39	7.96	0.41	0.24	0.19	0.12	0.10	0.10	0.10	0.71	0.80	0.84	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.29	0.20	0.16	0.16	0.06	0.06	0.06				
	7	24.36	37.46	47.58	55.88	65.86	77.84	88.64	6.75	8.22	8.86	9.49	9.58	10.15	11.04	0.35	0.26	0.21	0.19	0.16	0.14	0.14	0.74	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.88	0.26	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.12					
	8	27.50	42.19	53.23	61.81	71.31	85.19	96.48	11.83	14.75	15.34	16.99	18.64	25.32	27.03	0.70	0.51	0.39	0.37	0.36	0.41	0.38	0.59	0.66	0.72	0.73	0.74	0.71	0.73	0.41	0.34	0.28	0.27	0.26	0.29	0.27					
	9	29.98	45.09	58.96	67.85	78.81	92.86	105.07	4.59	3.77	4.10	6.50	9.32	11.16	11.84	0.16	0.08	0.37	0.10	0.13	0.13	0.12	0.85	0.93	0.94	0.91	0.89	0.89	0.89	0.89	0.14	0.07	0.06	0.06	0.11	0.11	0.11				
	10	28.33	43.04	54.15	64.59	74.24	79.02	89.48	12.96	14.88	15.64	20.21	21.49	16.63	15.28	0.89	0.48	0.39	0.44	0.36	0.26	0.25	0.59	0.68	0.72	0.69	0.72	0.69	0.69	0.41	0.32	0.28	0.31	0.28	0.20	0.20					
	11	24.95	39.24	50.20	59.09	67.92	78.99	88.95	8.02	8.98	10.15	11.66	13.43	16.12	17.70	0.43	0.28	0.24	0.23	0.24	0.25	0.24	0.70	0.78	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.30	0.22	0.19	0.19	0.19	0.16	0.16					
	12	26.66	39.87	50.23	58.06	67.82	80.19	89.80	2.24	2.98	3.98	4.19	4.51	6.26	7.06	0.27	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.53	0.53	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07					
	13	27.52	41.07	52.25	56.08	65.38	75.52	86.01	8.87	11.55	14.54	3.84	4.83	4.89	4.90	0.44	0.37	0.37	0.36	0.07	0.06	0.05	0.73	0.73	0.73	0.84	0.83	0.84	0.85	0.39	0.27	0.27	0.06	0.07	0.06	0.06					
	14	28.70	44.36	56.15	63.81	73.58	86.42	97.90	2.46	3.49	3.87	3.57	3.35	3.51	4.01	0.68	0.07	0.36	0.36	0.04	0.04	0.04	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.27	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04					
5	1	28.62	42.86	54.00	67.76	78.17	89.07	99.80	8.49	10.88	12.40	17.77	20.27	22.65	23.92	0.39	0.32	0.28	0.34	0.34	0.33	0.91	0.72	0.76	0.78	0.74	0.74	0.74	0.75	0.77	0.28	0.24	0.22	0.26	0.26	0.25	0.23				
	2	27.44	40.77	50.53	61.47	70.78	81.99	91.40	9.89	12.13	14.10	20.28	25.45	30.38	32.89	0.50	0.40	0.37	0.47	0.46	0.57	0.55	0.65	0.71	0.73	0.68	0.68	0.64	0.65	0.34	0.29	0.27	0.32	0.32	0.36	0.35					
	3	28.56	43.81	55.72	68.25	78.77	90.59	102.64	6.93	9.21	13.17	17.68	18.66	21.42	23.74	0.29	0.25	0.29	0.30	0.31	0.30	0.29	0.77	0.80	0.77	0.75	0.76	0.77	0.77	0.23	0.20	0.23	0.25	0.24	0.23	0.23					
	4	33.66	47.42	57.91	68.87	81.08	93.57	104.51	6.87	7.51	8.31	11.31	12.22	18.82	17.04	0.23	0.17	0.16	0.18	0.17	0.20	0.18	0.81	0.85	0.86	0.85	0.86	0.84	0.84	0.19	0.15	0.14	0.15	0.14	0.16	0.16					
	5	24.78	38.61	48.66	60.55	70.72	82.88	92.55	7.81	10.33	12.15	18.87	20.18	26.52	28.19	0.42	0.34	0.32	0.44	0.39	0.46	0.43	0.70	0.74	0.76	0.70	0.72	0.69	0.70	0.30	0.26	0.24	0.30	0.28	0.31	0.30					
	6	29.47	43.91	53.79	64.96	74.82	88.25	92.66	7.27	8.50	9.54	14.06	16.39	24.67	9.73	0.20	0.22	0.20	0.26	0.27	0.38	0.11	0.77	0.82	0.83	0.79	0.79	0.73	0.90	0.23	0.18	0.17	0.21	0.21	0.27	0.10					
	7	32.11	48.27	59.30	70.13	81.80	92.55	103.72	4.83	4.75	4.51	5.78	6.84	7.11	7.86	0.15	0.19	0.27	0.28	0.07	0.06	0.08	0.87	0.91	0.93	0.92	0.93	0.93	0.93	0.53	0.53	0.13	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07				
	8	28.77	44.75	56.39	66.90	76.85	89.85	96.72	5.52	5.81	6.63	8.80	9.48	11.00	11.50	0.21	0.14	0.12	0.14	0.10	0.10	0.10	0.82	0.85	0.89	0.88	0.88	0.88	0.89	0.18	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11					
	9	26.56	40.95	51.44	62.26	72.99	84.22	95.89	6.47	7.46	8.50	8.98	10.32	7.48	9.80	0.29	0.21	0.19	0.15	0.16	0.06	0.11	0.77	0.83	0.84	0.87	0.87	0.82	0.90	0.23	0.17	0.16	0.12	0.10	0.08	0.10					
	10	31.58	46.62	56.28	66.41	77.40	92.05	102.41	4.39	5.16	5.91	7.22	8.27	16.24	18.57	0.14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.21	0.21	0.88	0.90	0.90	0.90	0.83	0.82	0.82	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.17	0.18					
	11	24.35	37.36	48.09	54.80	65.44	74.81	84.10	8.72	10.22	7.30																														

ตารางที่ ค.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ยของกลุ่มรถ กับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง Robertson บนช่วงถนนราชมรรคาวิทยาสราชนครินทร์

ข้อมูลชุดที่ 1

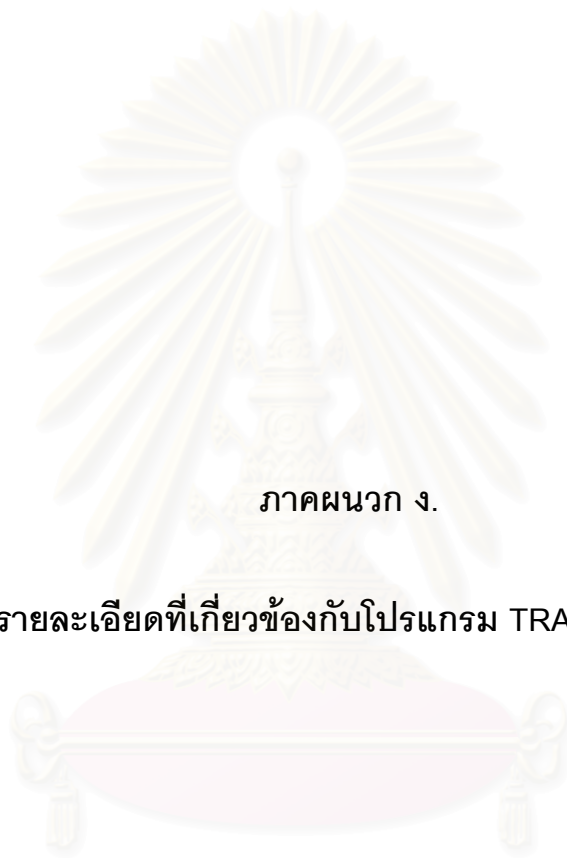
จุดเริ่มต้น	ขนาดรถ กลุ่มรถ	เวลาที่ใช้จากถนนทางเชื่อมของหน่วยงานราชการตามเส้นทาง (วินาที)							ค่ามัธยฐานตามเวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที)							ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง : α							ค่าพารามิเตอร์ของเวลาที่ไปมาทั้งหมด : β							ค่าพารามิเตอร์ (K)						
		200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400
1	1	27.07	44.26	60.74	74.76	88.38	-	-	3.88	5.35	6.78	8.25	10.40	-	-	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	-	-	0.88	0.89	0.90	0.89	0.89	-	-	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11	-	-
2	2	26.90	44.59	61.81	75.78	90.21	-	-	2.85	5.44	7.13	7.90	9.68	-	-	0.10	0.12	0.12	0.11	0.11	-	-	0.91	0.89	0.89	0.90	0.90	-	-	0.08	0.11	0.11	0.10	0.10	-	-
3	3	27.65	43.52	62.59	77.07	91.56	-	-	3.80	6.10	9.02	10.52	13.32	-	-	0.14	0.15	0.16	0.15	0.15	-	-	0.88	0.87	0.86	0.87	0.86	-	-	0.12	0.13	0.14	0.13	0.14	-	-
4	4	32.46	52.13	71.60	85.58	98.48	-	-	8.37	11.50	13.77	18.54	18.76	-	-	0.32	0.28	0.23	0.23	0.23	-	-	0.76	0.69	0.61	0.61	0.61	-	-	0.24	0.20	0.19	0.19	0.19	-	-
5	5	30.34	50.17	68.83	85.13	98.09	-	-	3.62	6.92	10.32	12.58	16.26	-	-	0.11	0.15	0.17	0.17	0.13	-	-	0.90	0.87	0.86	0.86	0.84	-	-	0.10	0.13	0.14	0.14	0.16	-	-
6	6	27.64	48.50	68.43	81.19	95.21	-	-	4.27	12.47	17.23	21.12	23.42	-	-	0.16	0.37	0.34	0.34	0.32	-	-	0.66	0.73	0.75	0.76	0.76	-	-	0.14	0.27	0.25	0.25	0.24	-	-
7	7	24.53	40.29	57.83	71.72	86.65	-	-	2.64	5.22	9.24	11.90	13.96	-	-	0.10	0.13	0.13	0.13	0.13	-	-	0.91	0.88	0.85	0.85	0.84	-	-	0.09	0.12	0.15	0.15	0.16	-	-
8	8	27.88	48.27	64.37	78.49	91.97	-	-	5.48	7.90	8.96	9.55	8.88	-	-	0.22	0.18	0.15	0.13	0.11	-	-	0.82	0.86	0.87	0.88	0.90	-	-	0.18	0.14	0.13	0.12	0.10	-	-
9	9	24.93	42.11	58.09	71.72	84.68	-	-	3.87	7.45	12.10	15.85	19.52	-	-	0.14	0.20	0.25	0.27	0.29	-	-	0.88	0.83	0.80	0.79	0.78	-	-	0.12	0.17	0.20	0.21	0.22	-	-
10	10	31.72	47.87	65.24	78.67	90.57	-	-	7.42	10.31	13.44	16.36	18.50	-	-	0.28	0.28	0.25	0.25	0.25	-	-	0.78	0.80	0.80	0.80	0.80	-	-	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20	-	-
11	11	26.49	45.78	64.30	79.90	92.18	-	-	4.94	5.94	6.79	10.98	18.95	-	-	0.18	0.14	0.15	0.15	0.17	-	-	0.84	0.88	0.87	0.87	0.88	-	-	0.18	0.12	0.13	0.13	0.14	-	-
12	12	24.54	41.82	58.28	72.74	87.21	-	-	3.17	7.18	9.44	11.74	14.89	-	-	0.12	0.13	0.13	0.13	0.20	-	-	0.89	0.84	0.85	0.85	0.83	-	-	0.11	0.16	0.15	0.15	0.17	-	-
13	13	26.47	46.07	63.88	78.71	92.18	-	-	4.11	9.49	12.53	18.40	14.28	-	-	0.16	0.24	0.24	0.20	0.18	-	-	0.86	0.90	0.81	0.84	0.85	-	-	0.14	0.20	0.19	0.16	0.15	-	-
14	14	24.79	41.26	58.24	71.00	83.30	-	-	2.39	3.91	6.29	7.82	8.53	-	-	0.08	0.09	0.11	0.12	0.11	-	-	0.92	0.92	0.90	0.90	0.90	-	-	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	-	-
15	15	25.67	42.45	60.55	74.60	86.80	-	-	4.37	7.44	9.50	11.48	12.12	-	-	0.18	0.20	0.17	0.17	0.17	-	-	0.85	0.84	0.85	0.85	0.85	-	-	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	-	-
16	16	24.00	40.03	56.46	70.00	86.34	-	-	4.86	7.16	9.76	8.61	8.83	-	-	0.22	0.20	0.20	0.15	0.12	-	-	0.82	0.83	0.84	0.87	0.88	-	-	0.19	0.17	0.16	0.13	0.11	-	-
17	17	25.82	43.14	60.82	76.38	91.58	-	-	2.75	5.50	7.79	9.57	11.31	-	-	0.10	0.13	0.14	0.14	0.13	-	-	0.91	0.88	0.88	0.88	0.88	-	-	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	-	-
18	18	26.01	42.03	60.06	74.87	88.17	-	-	4.19	6.55	7.34	8.14	8.41	-	-	0.17	0.17	0.13	0.13	0.11	-	-	0.86	0.86	0.86	0.88	0.90	-	-	0.14	0.14	0.11	0.12	0.10	-	-
19	19	25.11	42.38	59.78	75.10	91.68	-	-	4.28	8.51	8.47	11.90	16.04	-	-	0.18	0.23	0.18	0.18	0.20	-	-	0.85	0.81	0.85	0.85	0.83	-	-	0.15	0.19	0.15	0.15	0.17	-	-
20	20	25.19	70.47	92.14	105.58	118.19	-	-	2.40	18.26	18.50	19.62	21.62	-	-	0.08	0.34	0.24	0.22	0.21	-	-	0.92	0.75	0.80	0.82	0.82	-	-	0.08	0.25	0.20	0.18	0.18	-	-
21	21	23.21	42.46	61.47	76.77	90.44	-	-	1.77	2.72	5.81	7.84	7.98	-	-	0.08	0.06	0.10	0.10	0.09	-	-	0.94	0.95	0.91	0.91	0.92	-	-	0.06	0.05	0.09	0.09	0.08	-	-
22	22	20.82	34.15	49.98	63.67	77.42	-	-	4.22	6.30	8.26	11.99	14.05	-	-	0.22	0.21	0.19	0.22	0.21	-	-	0.82	0.82	0.84	0.82	0.82	-	-	0.19	0.17	0.16	0.18	0.18	-	-
23	23	25.89	50.28	67.99	82.71	96.43	-	-	0.72	12.31	14.99	18.08	19.41	-	-	0.14	0.31	0.27	0.27	0.24	-	-	0.87	0.76	0.78	0.78	0.80	-	-	0.13	0.24	0.21	0.21	0.20	-	-
24	24	23.77	39.27	56.72	74.21	89.83	-	-	2.02	3.03	4.30	6.30	8.02	-	-	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	-	-	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92	-	-	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	-	-
25	25	21.83	38.55	54.62	70.03	85.39	-	-	3.19	4.79	4.84	6.85	8.97	-	-	0.14	0.13	0.09	0.10	0.11	-	-	0.98	0.88	0.82	0.91	0.90	-	-	0.12	0.11	0.08	0.09	0.10	-	-
26	26	25.59	41.58	60.33	79.20	95.60	-	-	3.90	5.74	5.97	8.47	7.98	-	-	0.19	0.14	0.12	0.11	0.09	-	-	0.97	0.87	0.88	0.90	0.92	-	-	0.13	0.13	0.11	0.10	0.08	-	-
27	27	28.59	45.58	62.98	78.84	92.70	-	-	3.80	8.61	9.24	11.69	14.64	-	-	0.14	0.16	0.16	0.17	0.18	-	-	0.87	0.87	0.88	0.88	0.85	-	-	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	-	-
28	28	28.23	40.73	56.95	70.33	82.48	-	-	6.80	7.25	11.83	12.98	11.95	-	-	0.32	0.20	0.29	0.20	0.16	-	-	0.76	0.83	0.80	0.83	0.86	-	-	0.24	0.17	0.20	0.17	0.14	-	-
29	29	25.53	49.90	62.67	80.08	96.12	-	-	3.47	5.82	8.03	12.75	15.32	-	-	0.13	0.14	0.14	0.18	0.18	-	-	0.88	0.88	0.89	0.85	0.85	-	-	0.12	0.12	0.12	0.15	0.15	-	-
30	30	22.18	39.00	56.11	70.67	84.24	-	-	4.03	4.82	8.46	8.30	9.51	-	-	0.19	0.13	0.12	0.13	0.12	-	-	0.84	0.88	0.89	0.89	0.89	-	-	0.16	0.11	0.11	0.11	0.11	-	-
31	31	27.02	42.92	61.01	77.92	92.93	-	-	3.83	3.25	4.88	5.85	7.22	-	-	0.14	0.07	0.07	0.07	0.08	-	-	0.88	0.94	0.93	0.93	0.93	-	-	0.12	0.06	0.07	0.07	0.07	-	-
32	32	25.80	48.41	68.23	85.57	101.02	-	-	2.28	5.85	8.58	11.12	13.50	-	-	0.08	0.12	0.13	0.14	0.15	-	-	0.92	0.89	0.88	0.88	0.87	-	-	0.07	0.11	0.12	0.12	0.13	-	-
33	33	24.34	44.11	61.58	77.58	91.54	-	-	2.23	8.02	9.81	12.79	14.47	-	-	0.08	0.21	0.18	0.19	0.18	-	-	0.95	0.83	0.85	0.84	0.85	-	-	0.07	0.17	0.15	0.16	0.15	-	-
34	34	24.82	42.31	59.61	80.52	95.61	-	-	3.20	5.73	15.38	16.81	18.13	-	-	0.13	0.14	0.21	0.25	0.23	-	-	0.86	0.88	0.77	0.80	0.82	-	-	0.11	0.12	0.23	0.20	0.18	-	-
35	35	23.87	41.58	59.34	73.95	87.94	-	-	2.60	5.04	7.81	9.31	10.95	-	-	0.10	0.12	0.14	0.15	0.14	-	-	0.91	0.88	0.88	0.87	0.88	-	-	0.09	0.11	0.12	0.13	0.12	-	-
36	36	25.74	42.90	59.13	73.62	87.31	-	-	3.23	5.72	8.77	10.33	11.19	-	-	0.13	0.17	0.16	0.16	0.14	-	-	0.86	0.85	0.85	0.87	0.88	-	-	0.11	0.15	0.14	0.13	0.12	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลชุดที่ 3

จุดข้อมูล	หมายเลขจุด	ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความยาวคลื่น (ในหน่วยเมตร)							ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาความถี่ (ในหน่วยเฮิรตซ์)							ค่าความถี่ในหน่วยความถี่; α							ค่าความถี่ในหน่วยความถี่; β							ค่าความถี่ในหน่วยความถี่; κ						
		200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400	200	400	600	800	1000	1200	1400
3	1	27.05	42.20	60.95	76.89	91.11	103.20	117.26	4.12	5.28	6.51	8.83	9.13	9.84	9.80	0.16	0.13	0.11	0.12	0.10	0.10	0.09	0.07	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.13	0.11	0.10	0.11	0.09	0.09	0.08
	2	22.32	36.68	53.52	69.06	82.52	94.22	107.75	4.08	5.71	8.31	12.10	13.69	14.33	15.34	0.21	0.17	0.17	0.20	0.19	0.17	0.16	0.02	0.06	0.05	0.03	0.04	0.05	0.06	0.18	0.14	0.15	0.17	0.16	0.15	0.14
	3	29.95	42.12	58.25	72.22	85.91	97.71	110.48	4.02	4.43	5.08	7.13	9.45	10.33	11.33	0.14	0.10	0.11	0.10	0.12	0.11	0.11	0.06	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.12	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	
	4	19.50	33.56	49.71	63.07	76.63	88.47	101.48	4.49	5.86	7.53	9.76	11.19	12.25	13.72	0.25	0.19	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.79	0.04	0.06	0.05	0.05	0.07	0.07	0.21	0.15	0.14	0.15	0.14	0.13	0.13
	5	22.23	37.45	56.91	70.45	83.48	95.11	107.80	3.76	7.27	12.11	12.80	15.25	17.81	19.20	0.17	0.22	0.26	0.21	0.21	0.22	0.21	0.06	0.02	0.79	0.02	0.02	0.02	0.03	0.15	0.18	0.21	0.18	0.18	0.18	0.17
	6	26.49	42.74	59.86	74.73	87.91	99.37	111.27	5.20	6.06	10.97	12.58	13.56	14.51	15.92	0.22	0.22	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.05	0.07	0.18	0.18	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	7	25.58	40.16	59.05	74.94	89.10	101.86	114.92	1.95	2.53	4.16	6.33	8.01	9.09	10.22	0.05	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.04	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.06	0.05	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	
	8	23.36	37.06	54.22	69.75	83.70	96.04	109.72	2.11	3.32	5.22	8.27	9.58	10.59	12.27	0.08	0.09	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.03	0.02	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
	9	27.11	40.55	56.66	70.75	83.19	94.25	105.45	4.09	6.43	8.89	10.15	11.15	12.13	13.42	0.15	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.13	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
	10	29.08	45.25	64.22	78.45	93.01	105.16	121.89	2.16	4.31	6.80	9.66	10.50	12.31	13.39	0.07	0.09	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.04	0.02	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11
	11	24.06	37.51	54.42	68.04	81.94	94.00	107.58	4.87	6.18	8.04	9.84	11.28	12.47	14.56	0.22	0.18	0.19	0.16	0.15	0.15	0.15	0.02	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.07	0.18	0.15	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13
	12	26.69	41.82	61.21	76.89	91.80	104.34	153.56	1.95	4.80	6.79	8.02	8.75	9.38	15.04	0.06	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
	13	35.00	49.46	66.36	80.86	95.43	107.35	121.27	4.18	5.44	6.56	7.37	10.15	11.08	11.98	0.12	0.11	0.10	0.09	0.11	0.11	0.10	0.09	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	
	14	26.73	43.36	60.06	74.85	89.51	101.66	115.57	5.79	7.69	10.34	11.62	13.04	15.13	15.45	0.22	0.20	0.19	0.17	0.18	0.17	0.15	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.13
	15	29.51	42.49	60.45	74.80	87.65	100.29	135.51	4.94	6.15	10.10	11.85	13.16	14.66	49.59	0.16	0.15	0.19	0.18	0.17	0.16	0.42	0.05	0.07	0.04	0.05	0.06	0.06	0.70	0.15	0.13	0.15	0.14	0.14	0.20	
	16	35.72	49.28	64.35	78.46	92.88	105.21	121.18	7.64	10.52	14.31	17.05	19.66	22.91	24.22	0.25	0.26	0.27	0.27	0.26	0.26	0.24	0.00	0.00	0.79	0.79	0.75	0.79	0.80	0.23	0.23	0.21	0.21	0.21	0.20	
	17	29.77	42.50	57.32	69.91	83.78	96.25	147.64	4.15	5.71	7.73	8.63	10.35	12.42	12.23	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.08
	18	31.73	45.69	66.38	82.77	98.29	111.21	138.14	4.77	7.21	8.92	10.98	13.21	14.76	17.01	0.16	0.17	0.13	0.14	0.15	0.15	0.14	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.14	0.14	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12
	19	30.41	44.09	60.76	74.46	88.80	101.52	117.18	4.34	6.98	9.92	10.37	10.99	12.02	13.48	0.16	0.17	0.17	0.15	0.13	0.13	0.12	0.07	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.09	0.13	0.15	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11
	20	25.47	37.64	54.55	69.07	83.75	95.49	108.88	3.65	4.15	6.18	7.23	8.61	9.28	9.61	0.14	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	
	21	30.65	43.87	60.17	75.31	87.38	99.35	112.78	5.07	8.99	11.84	13.00	9.49	9.87	11.78	0.18	0.24	0.23	0.20	0.11	0.10	0.11	0.05	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.15	0.15	0.13	0.17	0.10	0.09	0.10	
	22	31.06	44.06	59.36	73.01	86.56	97.90	110.82	5.88	7.98	9.85	11.79	12.24	12.56	13.30	0.21	0.20	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.17	0.17	0.15	0.15	0.14	0.12	0.12
	23	30.89	44.16	61.53	76.29	90.32	102.24	114.71	3.88	5.33	7.63	9.65	10.86	11.03	10.86	0.12	0.12	0.13	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.00	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.10	0.09	
	24	34.20	51.53	70.20	87.26	101.89	114.81	129.02	7.02	9.33	10.85	12.24	14.03	15.63	17.06	0.24	0.21	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.01	0.03	0.06	0.07	0.07	0.07	0.19	0.17	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	
	25	26.63	38.02	57.37	72.91	87.79	99.84	114.42	4.63	4.86	7.26	10.33	12.72	12.96	14.02	0.19	0.15	0.13	0.15	0.15	0.14	0.13	0.04	0.09	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08	0.16	0.11	0.12	0.14	0.14	0.13	0.12
	26	25.62	38.61	57.36	73.80	88.96	101.99	115.63	4.54	6.17	9.74	13.33	15.11	18.30	21.78	0.19	0.17	0.18	0.21	0.20	0.22	0.23	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.02	0.16	0.15	0.16	0.17	0.15	0.15	0.13	
	27	32.38	46.62	64.45	79.53	93.06	106.64	119.58	5.94	8.03	9.36	9.70	10.35	10.94	13.46	0.20	0.19	0.16	0.13	0.11	0.11	0.12	0.03	0.04	0.06	0.08	0.00	0.00	0.17	0.16	0.14	0.12	0.10	0.10	0.11	
	28	29.99	42.22	58.45	71.55	85.26	95.79	107.70	4.69	5.94	7.99	8.89	9.66	10.53	11.13	0.16	0.15	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.00	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	
	29	27.63	40.50	57.33	71.33	87.03	100.14	114.23	4.95	6.03	7.29	9.92	10.47	10.96	11.80	0.19	0.16	0.13	0.15	0.13	0.12	0.11	0.04	0.06	0.08	0.07	0.09	0.00	0.16	0.14	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	
	30	32.15	45.54	63.28	80.15	95.29	107.79	121.09	5.24	5.97	7.50	10.41	10.07	10.83	11.70	0.17	0.14	0.12	0.14	0.11	0.11	0.10	0.05	0.08	0.09	0.08	0.00	0.00	0.15	0.12	0.11	0.12	0.10	0.10	0.09	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง.

รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม TRANSYT-7F

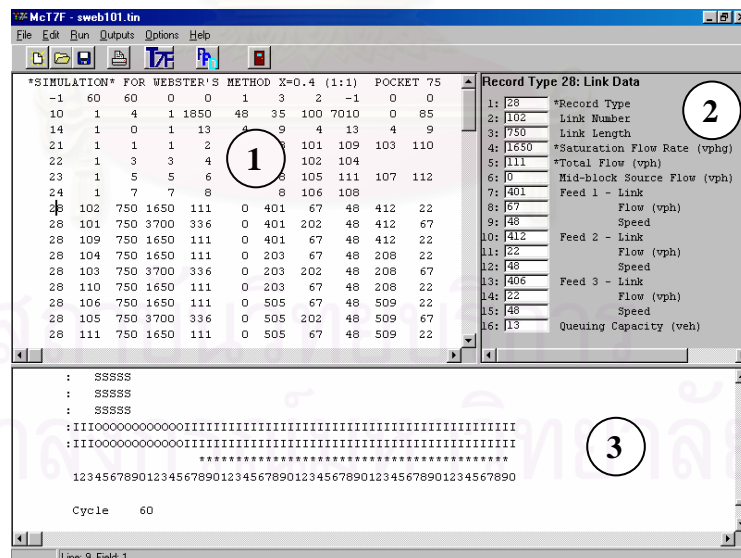
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1 การป้อนข้อมูลและผลลัพธ์จากโปรแกรม TRANSYT-7F

ในเนื้อหาของภาคผนวก ง. นี้จะกล่าวถึงการใช้งานโปรแกรม TRANSYT-7F อย่างคร่าวๆ โดยมุ่งเน้นรายละเอียดในส่วนของการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม การสั่งให้โปรแกรมทำการประมวลผล และการตีความหมายของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม TRANSYT-7F

1. การป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

การนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม TRANSYT-7F นี้ สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การใช้โปรแกรมประเภท Text editor และการใช้โปรแกรม T7FDIM (TRANSYT-7F Data Input Manager) ซึ่งในที่นี้จะขอแนะนำให้ใช้โปรแกรม T7FDIM ที่เป็นโปรแกรมที่แนบมาพร้อมกับโปรแกรม TRANSYT-7F เนื่องจากสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติได้ง่าย และสะดวกรวดเร็วในการป้อนข้อมูลมากกว่าโปรแกรม Text editor จากรูปที่ 1 แสดงรายละเอียดของหน้าจอวิธีการป้อนข้อมูลโดยใช้โปรแกรม T7FDIM โดยที่หน้าจออยู่ยอส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ใช้ในการนำข้อมูลป้อนเข้าสู่โปรแกรม ขณะที่หน้าจออยู่ยอส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่แสดงผลการประมวลผลจากโปรแกรม



รูปที่ ง.1 รายละเอียดหน้าจอวิธีการป้อนข้อมูลโดยใช้โปรแกรม T7FDIM

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม TRANSYT-7F จะมี 2 รูปแบบ คือ

1. Alphanumerical เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วย ตัวอักษร, ตัวเลข และสัญลักษณ์ต่างๆ

2. Numerical เป็นข้อมูลที่มีเพียงแต่ตัวเลขซึ่งเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ต้องการใส่เป็นตัวเลขทศนิยม จะต้องทำการแปลงตัวเลขนั้นให้เป็นจำนวนเต็มก่อน ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ
 - 2.1 ค่าส่วนใหญ่จะใส่เป็น ผลคูณของจำนวนนั้นกับ 100 เช่น 1.5 จะใส่ข้อมูลเป็น 150
 - 2.2 ค่าอื่นๆที่มีค่าน้อยกว่า 10 จะใส่เป็นตัวเลข 2-5 ตัว โดยโปรแกรมจะสามารถเข้าใจได้เอง เช่น ถ้าใส่ข้อมูลเป็น 133 โปรแกรมจะทราบว่าข้อมูลนี้เป็น 1.33

1.1 โครงสร้างของแฟ้มข้อมูล

ข้อมูลในโปรแกรมจัดได้เป็น 4 กลุ่มหลัก คือ

1. ค่าพารามิเตอร์ของโครงข่าย และค่าควบคุมโปรแกรม
2. ข้อมูลของทางแยกรวมถึงสภาพคอขวด
3. ความสำคัญของแต่ละเส้นทาง และการปรับแก้
4. กราฟ และเรคคอร์ดควบคุมการทำงาน

ระบบการใส่ข้อมูลของโปรแกรม TRANSYT-7F นี้ จะทำเป็นเรคคอร์ด ไทป์ (Record Type : RT) ซึ่งแต่ละ RT จะเป็นข้อมูลประเภทต่างๆ กันไป โดยในแต่ละ RT ประกอบด้วยฟิลด์ (Field) ทั้งหมด 16 ฟิลด์ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละเรคคอร์ด เป็นไปตามตารางที่ 1 โดยทั่วไปเรคคอร์ดของข้อมูลที่เป็นประเภท Numerical ในฟิลด์แรกจะบอกชนิดของเรคคอร์ด และแต่ละเรคคอร์ดจะมีชื่อเฉพาะแตกต่างกันไป บางเรคคอร์ดจะมีตัวอักษร X,Y,Z เช่น RT1X ซึ่งตัวอักษรเหล่านี้จะแทนตัวเลข เช่น 12,13

ข้อกำหนดของการใส่ข้อมูลแบบเรคคอร์ด มีดังนี้

1. ข้อมูลในกลุ่มเดียวกันจาก 4 กลุ่มที่กล่าวมา จะต้องอยู่ติดกัน และต้องเรียงลำดับตามหมายเลขเรคคอร์ด
2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโหนด เช่น RT1X - RT29 จะต้องเรียงลำดับตามหมายเลขเรคคอร์ด และข้อมูลของโหนดเดียวกันต้องอยู่ติดกัน
3. เรคคอร์ดข้อมูลของสภาพคอขวดจะต้องตามหลังเรคคอร์ดข้อมูลของโหนดธรรมดา
4. RT60, Route Title Record และ RT61 จะต้องอยู่ด้วยกัน และเรียงตามลำดับ
5. สำหรับเรคคอร์ดที่ใส่ได้หลายเรคคอร์ดเช่น RT2, RT7 จะต้องอยู่ติดกัน
6. หน่วยของข้อมูลที่ใช้จะต้องเหมือนกันหมดทั้งแฟ้มข้อมูล โดยหน่วยที่ใช้จะมี 2 ระบบ คือ ระบบ U.S. และระบบเมตริก

ตารางที่ ง.1 โครงสร้างระบบข้อมูลของโปรแกรม TRANSYT-7F

Section/RT	Name	Comment
System Data:		Must come first and be in ascending numerical order.
Run Title	Run Title Record	Must be first record.
0	Special Options	Optional.
1	Run Controls	One required.
2 ¹	Optimization Node List	Required for optimization.
3	Movement Numbering Scheme	Optional.
4	Optimization Step Sizes	Optional.
5	Not Currently Used	Reserved for future use.
6	Sensitivity Parameters	Optional.
7 ¹	Shared-lane Groups	Optional.
8 ¹	Model Coefficients	Optional.
9	Not Currently Used	Reserved for future use.
10	Network Parameters	Optional.
Intersection Data:		Must follow System Data and must be in packets by intersection. Order is ascending, except RT 29 must follow RT 28.
1X	Controller Timing	One required per node.
18	Controller Timing Continuation	Optional.
2Y	Phasing Data	One required per phase.
22 ¹	Phasing Data Continuation	Optional.
28	Link Data	One required per link.
29	Link Data Continuation	Optional.
291	Link Data Further Continuation	Optional.
Intersection Data:		Repeat RT 1X through RT 28/29 for all subsequent nodes.
1X-28/291	Node Data.	One packet required per node, no required order <u>among</u> packets.
Bottleneck Data:		Must follow all normal node data.
-28	Bottleneck Link Data	One required per link.
-29	Bottleneck Link Data Continuation	Optional.
Weighting and Modifier Data:		Must be in ascending order.
30 ¹	Performance Index Weighting	Optional.
31 ¹	Link-to-Link Flow Weighting	Optional.
32 ¹	Queuing Ratio Weighting	Optional.
33 ¹	Throughput Weighting	Optional.
34 ¹	Queuing Capacity Weighting	Optional.
35 ¹	Speed Modifiers	Optional.
36 ¹	Volume Modifiers	Optional.
37 ¹	Delay Weight	Optional.
38 ¹	Stop Weights	Optional.
39 ¹	Platoon Dispersion Factors	Optional.

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) โครงสร้างระบบข้อมูลของโปรแกรม TRANSYT-7F

Section/RT	Name	Comment
Plot and Arterial Records:		Must be in ascending order.
40 ¹	Flow Profile Diagrams	Optional.
41 ¹	Bandwidth Constraints	Optional.
42 ¹	Arterial Routes	Optional.
43 ¹	Arterial Weighting	Optional.
Run and Route Specifications:		
5X	Run Instructions	Required.
60	Route Parameters	Optional, but if present,
Route Title	Route Title Record	<u>these three</u> RTs must be
61 ¹	Route Link	in this order.
9X	Termination Instructions	One required per run.
Comments:		Optional.
Comment ¹	Comment Records	May appear <u>anywhere</u> except before RT 0 or 1, whichever is first.
Blank ¹	Blank Records	Delineate data file.

Note:

¹ Multiple (or "continuation") records of this type in this location permitted.

1.2 รายละเอียดเรคคอร์ดที่สำคัญ

ในที่นี้จะขอก้าวถึงรายละเอียดเฉพาะเรคคอร์ดที่ใช้ในโครงการนี้ ส่วนรายละเอียดของเรคคอร์ดอื่นสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากคู่มือการใช้โปรแกรม TRANSYT-7F ในบทที่ 5 (Courage & Wallace Gainesville, 1998)

1.2.1 เรคคอร์ดแสดงหัวขักรัน (Run Title Record) เป็นเรคคอร์ดแรกสุดที่จะต้องใส่ โดยใส่ข้อมูลประเภท Alphanumeric เพื่อบอกให้ทราบว่าข้อมูลเหล่านี้เป็นงานอะไร ซึ่งในการประมวลผลผลลัพธ์ของโปรแกรมแต่ละครั้งจะต้องเริ่มต้นด้วย Run Title Record นี้เสมอ

1.2.2 RT0 – องค์ประกอบพิเศษ ใช้สำหรับจุดประสงค์พิเศษ ดังนั้นจึงไม่ค่อยได้ใช้

ฟิลด์ที่ 1 : ใส่เลข 0 เพื่อบอก RT

ฟิลด์ที่ 2 : ใส่ค่า 0 หรือ 1 ซึ่งหมายถึงการแสดงผลแบบ 132 คอลัมน์ และ 80 คอลัมน์ตามลำดับ

ฟิลต์ที่ 3 - 4 : ส่วนดีบั๊กของโปรแกรม (ไม่ได้ใช้ในโครงการนี้)

ฟิลต์ที่ 5 - 7 : หน่วยตรรกศาสตร์ของโปรแกรม (ไม่ได้ใช้ในโครงการนี้)

ฟิลต์ที่ 8 : สำหรับตั้งค่าต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับโปรแกรม TRANSYT-7F ในรุ่นเก่า

ฟิลต์ที่ 9 : จำนวนบรรทัดต่อหน้า ใสได้ตั้งแต่ 20 จนถึง 1,000 บรรทัด

ฟิลต์ที่ 10 : กำหนดว่าจะให้พิมพ์สัมประสิทธิ์ของตัวอย่างหรือไม่ โดย 0 คือไม่พิมพ์ และ 1 คือพิมพ์

ฟิลต์ที่ 11 : เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ให้แก่แผนภูมิระยะทาง - เวลา มีค่า 0 กับ 1

ฟิลต์ที่ 12 : กำหนดจำนวนของความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดได้มากที่สุด ก่อนที่โปรแกรมจะหยุดทำงาน

ฟิลต์ที่ 13 - 16 : ยังไม่ได้ใช้งาน

1.2.3 RT1 – ส่วนควบคุมการประมวลผล

ฟิลต์ที่ 1 : ใสค่า 1 ถ้าต้องการผลลัพธ์แบบ 132 คอลัมน์ หรือใสค่า -1 ถ้าต้องการผลลัพธ์แบบ 80 คอลัมน์ (ในกรณีที่ไม่ได้ใสค่าใน RT0)

ฟิลต์ที่ 2 : ค่าความยาววงรอบที่น้อยที่สุดของโครงข่ายใช้สำหรับการจำลองสภาพหรือการหาค่าที่ดีที่สุดในการรัน 1 รอบ (Single-Cycle Optimization) โดยถ้าใสเป็นค่าบวก จะหมายถึงวงรอบของแต่ละโหนดในโครงข่ายจะเท่ากันหมด แต่ถ้ามีบางโหนดเป็นวงรอบทบ ค่าความยาววงรอบจะต้องเป็นเลขคู่ และถ้าใสเป็นค่าลบ จะหมายถึงแต่ละโหนดจะเป็นอิสระแก่กันซึ่งจะใช้เฉพาะการจำลองเท่านั้น จะใช้กับการหาค่าที่ดีที่สุดไม่ได้

ฟิลต์ที่ 3 : ค่าความยาววงรอบที่มากที่สุดของโครงข่าย โดยถ้าฟิลต์ที่ 2 เป็นค่าลบ ฟิลต์นี้จะเว้นว่างไว้

ฟิลต์ที่ 4 : อัตราการเพิ่มของความยาววงรอบ จะต้องหารช่วงระหว่างฟิลต์ที่ 2 กับฟิลต์ที่ 3 ได้ลงตัว และถ้าฟิลต์ที่ 2 เป็นค่าลบ ฟิลต์นี้จะเว้นว่าง

ฟิลต์ที่ 5 : เวลา(เป็นวินาที) ต่อ 1 ขั้นตอนการคิดความยาววงรอบ เพื่อให้จะให้ประหยัดเวลาควรจะให้เวลาในฟิลต์นี้มาก คือใช้จำนวนขั้นตอนน้อยๆ แต่ค่าเวลาในฟิลต์ 6 จะต้องทำให้ละเอียด

ฟิลต์ที่ 6 : เวลา(เป็นวินาที) ต่อ 1 ขั้นตอนการหาค่าที่ดีที่สุดแบบสมบูรณ์หรือการจำลองสภาพเท่านั้น ควรจะให้ค่าเวลาน้อยที่สุดเพื่อให้ได้จำนวนขั้นตอนหลายๆ ค่าที่ได้จึงจะมีความแม่นยำ โดยทั่วไปจะใช้ 1 วินาที ต่อ 1 ขั้นตอน

ฟิลต์ที่ 7 : เวลาเริ่มต้นที่เสียไป (SLT) ของโครงข่าย สามารถใสค่าจำนวนจริงได้โดยทำเป็นจำนวนเต็ม ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งค่า SLT นี้ จะมีค่าไม่เกินเลข 1 หลัก

ฟิลต์ที่ 8 : เวลาไฟเขียวที่เพิ่มขึ้น (EEG) สามารถใส่ค่าจำนวนจริงได้โดยต้องทำเป็นจำนวนเต็ม ค่า SLT และ EEG ที่ใช้ โดยทั่วไปมีค่าเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ ง.2 ค่า SLT และ EEG จากคู่มือการใช้โปรแกรม TRANSYT-7F ที่สภาพต่าง ๆ

Typical Conditions	Start-up Lost Time	Extension of Effective Green
Conservative—drivers avoid fast starts, close headways.	4 sec	Change period minus 3-4 sec
Normal – average driver behavioral patterns.	3 sec	Change period minus 2 sec
Aggressive – driver typically make fast starts, etc.	2 sec	Change period minus 0-1 sec

ฟิลต์ที่ 9 : Stop Penalty ของโครงข่าย เป็น factor K ซึ่งใช้หาค่า DI โดย $DI = \text{delay} + K$ (K คือจำนวนครั้งที่หยุดต่อวินาที) แต่ถ้าฟิลต์นี้ถูกเว้นว่างหรือใส่ค่า 0 หรือ -1 โปรแกรม TRANSYT-7F จะคำนวณค่า DI ของแต่ละลิงค์ที่ทำให้ประหยัดน้ำมันที่สุด

ฟิลต์ที่ 10 : ระดับการแสดงผลลัพธ์มีค่าเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ ง.3 ระดับในการแสดงผลลัพธ์ของการรันโปรแกรม TRANSYT-7F ที่ประเภทต่างๆ

Level	Type of Run		
	Simulation	Optimization	Cycle Evaluation Only
0	Initial Performance Table (PT) only.	Final PT only.	Cycle Summary Table only.
1	Adds Initial Signal Timing Tables (SST).	Add final SST.	Same as level 0.
2	N/A	Adds initial PT.	Same as level 0.
3	N/A	N/A	Adds final PT for each cycle length evaluated.

ฟิลต์ที่ 11 : ค่าสัญญาณเริ่มต้น กำหนดได้ 3 วิธีคือ

ค่า 0 : เมื่อต้องการกำหนด ค่า ออฟเซต และช่วงเวลาทั้งหมดเองใน เรคคอร์ด 1X

ค่า 1 : สำหรับโหนดที่ไม่ได้รวมเป็นกลุ่ม ตามที่มีใน เรคคอร์ด2 จะต้องกำหนดค่า ออฟเซตอ้างอิง และช่วงเวลาของไฟเขียวที่คงทั้งหมดใน เรคคอร์ด1X ส่วนค่าช่วงเวลาอื่นๆ ที่กำหนดใน เรคคอร์ด1X จะต้องเอาออก

ค่า 2 : เมื่อต้องการให้โปรแกรมหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization)

ฟิลด์ที่ 12 : ความยาวคาบ (เป็นนาทีก) ของโครงข่ายที่ต้องการให้รักษาสภาพการจราจรไว้ โดยเฉพาะในสภาพการจราจรที่อึมครึม

ฟิลด์ที่ 13 : หน่วยของค่าสัญญาณเวลาที่ใช้ใน RT1X และ RT18 โดยมีค่า 0 หรือ 1 สำหรับหน่วยเป็น วินาที และเปอร์เซ็นต์ของรอบ ตามลำดับ

ฟิลด์ที่ 14 : สำหรับ RT28 และ 29 โดยค่า 0 จะใช้เป็นความเร็วเฉลี่ย (ไมล์ต่อชั่วโมง หรือ กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และค่า 1 จะใช้เป็นเวลาในการเดินทาง (วินาที)

ฟิลด์ที่ 15 : ค่า 0 สำหรับหน่วย U.S. และค่า 1 สำหรับหน่วยเมตริก

ฟิลด์ที่ 16 : การปรับปรุงไฟล์ข้อมูล โดยมีค่า 0,1 ถ้าไม่ต้องการและต้องการปรับปรุงไฟล์ตามลำดับ ค่าต่างๆของ เรคคอร์ด1 จะขึ้นอยู่กับชนิดของการรันที่ต้องการ

1.2.4 RT2 – รายการของโหนดที่ต้องการให้หาค่าที่ดีที่สุด ใช้สำหรับการหาค่าที่ดีที่สุดหรือ หาค่า Initial Split (ค่าในฟิลด์ 11 ของ RT1 เป็น 1)

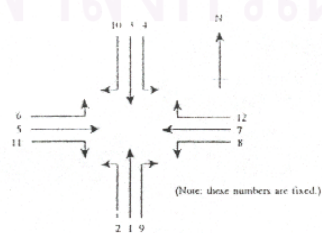
ฟิลด์ที่ 1 : ใส่ค่า 2

ฟิลด์ที่ 2-16 : ใส่หมายเลขของโหนด ที่ต้องการให้หาค่าที่ดีที่สุด

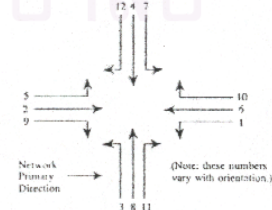
โหนดที่มีข้อมูลใน RT1X และ RT18 แต่ไม่มีใน RT2 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าระยะเวลาของเฟส และ ออฟเซต เนื่องจากการหาค่าที่ดีที่สุดดังนั้นค่าเวลาต่างๆ จะต้องระบุไว้อย่างสมบูรณ์ใน RT1X

ถ้าต้องการจัดโหนดให้เป็นกลุ่ม เพื่อให้มีความสัมพันธ์กันคงที่จะต้องใส่เครื่องหมายลบ และจะจัดเป็นกลุ่มเดียวกันกับโหนดที่มีเครื่องหมายบวกถัดไป เช่นถ้าใส่ข้อมูล 2 -6 8 10 โหนดที่ 6 จะจัดอยู่รวมกับโหนดที่ 8 เป็นต้น ค่าความแตกต่างของออฟเซตภายในกลุ่มจะมีค่าคงที่ตลอดการคำนวณหาค่าที่ดีที่สุด และถ้าฟิลด์ที่ 11 ของ RT1 มีค่าเป็น 1 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวเฟสเริ่มต้นสำหรับโหนดที่เป็นกลุ่ม

สำหรับทิศทางของลิงค์ต่างๆ มีลักษณะเป็นไปตามรูปที่ 2 ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ค่ามาตรฐานตามภาพ ก. แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้ RT3 โดยจะไม่ขอก้าวถึงในที่นี้



ภาพ ก. รูปแบบมาตรฐาน



ภาพ ข. รูปแบบ NEMA

รูปที่ 2 รูปแบบของทิศทางในแต่ละลิงค์ที่ใช้ในโปรแกรม TRANSYT-7F

1.2.5 RT4 - ขนาดระดับของการหาค่าที่ดีที่สุด

ฟิล์มที่ 1 : ใส่ค่า 4

ฟิล์มที่ 2-16 : ใส่ค่าที่มากกว่า 2X แต่ไม่เกิน 50 ซึ่งจะเป็น % ของความยาววงรอบ โดยค่าบวกหมายถึงค่าออฟเซตจะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละโหนด ส่วนค่าลบจะหมายถึงความยาวเฟสจะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละโหนด

1.2.6 RT7 – กลุ่มของรถที่มีเส้นทางร่วมกัน (Shared-Lane Groups) ใช้สำหรับลิงค์ที่

มากกว่า 1 ลิงค์ที่มีเส้นหยุด (Stop Line) และรอบเวลาสัญญาณไฟเดียวกัน

ฟิล์มที่ 1 : ใส่ค่า 7

ฟิล์มที่ 2 : ใส่ค่าลิงค์หลัก

ฟิล์มที่ 3-6 : ใส่ค่าลิงค์รองที่มีเส้นทางร่วมกับลิงค์หลัก

ฟิล์มที่ 7-16 : เหมือนฟิล์มที่ 2-6 แต่เป็นลิงค์หลักลิงค์ที่ 2 และ 3

1.2.7 RT1X – ค่าควบคุมเกี่ยวกับเวลา จำเป็นต้องมีสำหรับแต่ละโหนดในโครงข่ายไม่ว่าจะใช้จำลองสภาพหรือหาค่าที่ดีที่สุด และ RT18, 2Y , 28, 29 จะต้องตามหลัง RT1X เสมอตามลำดับ

ฟิล์มที่ 1 : ใส่ค่า 1X โดย X แทน จำนวนเฟสของสัญญาณจราจร โหนด นั้นๆ โดย X มีค่าได้ตั้งแต่ 1 ถึง 7 และในแต่ละเฟส จะต้องมีอย่างน้อย 2 ช่วงเวลา

ฟิล์มที่ 2 : หมายเลขโหนด

ฟิล์มที่ 3 : ค่าออฟเซตหรือ ค่ายิลด์ (Yield) ของโหนด นี้ ถ้าค่าในฟิล์มที่ 11 ของ RT1 เป็น 1 ก็สามารถใช้ค่าฟิล์มนี้ได้ และถ้าค่าของฟิล์มนี้เป็นค่าลบจะหมายถึงโหนดนี้เป็นโหนดอิสระไม่ขึ้นกับโหนดอื่น แม้ว่าค่าในฟิล์มที่ 2 ของ RT1 จะเป็นค่าบวก

ฟิล์มที่ 4 : ช่วงเวลาที่ค่าออฟเซตเริ่มถูกอ้างอิง ถ้าเป็นโหนดอิสระจะละฟิล์มนี้

ฟิล์มที่ 5-15 : ระยะเวลาของแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ช่วงที่ 1 ถึง 11 (เป็นวินาทีหรือเปอร์เซ็นต์ของรอบ ขึ้นอยู่กับค่าในฟิล์มที่ 13 ของ RT1) ถ้ามีมากกว่า 11 ช่วงเวลา สามารถใช้ RT18 ต่อได้ ค่าที่ใส่ในฟิล์มนี้อาจจะเป็นจำนวนจริงที่น้อยกว่า 10 ได้ โดยในแต่ละโหนด ค่าของผลรวมระหว่างไฟเหลืองรวมกับไฟแดงทั้งหมด จะต้องเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น

ฟิล์มที่ 16 : ใส่ค่า 1 ถ้าต้องการให้รันแบบ Double Cycle และค่าความยาววงรอบ จะต้องเป็นเลขคู่เท่านั้น

1.2.8 RT18 – ค่าควบคุมเกี่ยวกับเวลา (ต่อ) เป็น RT1X โดยจะใช้เมื่อโหนดนี้มีช่วงเวลาดังแต่ 12 ช่วงขึ้นไป

ฟิลด์ที่ 1 : ใสค่า 18

ฟิลด์ที่ 2 : ใสหมายเลขโหนด

ฟิลด์ที่ 3-16 : ระยะเวลาของแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ช่วงที่ 12 เป็นต้นไป

1.2.9 RT2Y - ข้อมูลเฟส

ฟิลด์ที่ 1 : ใสค่า 2Y โดย Y มีค่าตั้งแต่ 1 จนถึง X ซึ่งต้องเรียงตามลำดับไป

ฟิลด์ที่ 2 : หมายเลขโหนด

ฟิลด์ที่ 3 : หมายเลขของช่วงเวลาเริ่มเปิดไฟเขียว สำหรับเฟสนี้

ฟิลด์ที่ 4 : หมายเลขของช่วงเวลาที่สามารถเปลี่ยนได้ ซึ่งในการหาค่าที่ดีที่สุด โปรแกรมจะเปลี่ยนค่าของระยะเวลาของช่วงเวลาที่สามารถเปลี่ยนได้นั้นเท่านั้น

ฟิลด์ที่ 5 : หมายเลขของช่วงเวลาเปิดไฟเหลืองสำหรับเฟสนี้

ฟิลด์ที่ 6 : หมายเลขของช่วงเวลาเปิดไฟแดงทุกทิศทางสำหรับเฟสนี้ สามารถจะละได้

ฟิลด์ที่ 7 : ระยะเวลาที่น้อยที่สุดของเฟส ต้องใส่เป็นวินาทีเสมอไม่ขึ้นอยู่กับค่าในฟิลด์ที่ 13 ของเรคคอร์ด 1

ฟิลด์ที่ 8-15 : หมายเลขของลิงค์ทั้งหมดที่ได้ไฟเขียวในเฟสนี้ โดยถ้าใส่เป็นค่าลบหมายถึงลิงค์นั้นจะไปได้ตลอดเวลาในระหว่างเฟสนี้

ฟิลด์ที่ 16 : ใสค่า 1 สำหรับ Actuated เฟส ซึ่งมีอย่างน้อย 1 เฟส เพื่อที่จะใช้ระดับขึ้นความอึดตัวที่กำหนดไว้ในการหาความยาวเฟส

1.2.10 RT2Z – ข้อมูลเฟส (ต่อ) จะต้องต่อกับ RT2Y ทันที ใช้ในกรณีที่เฟสนั้น มีลิงค์ที่ได้รับไฟเขียวมากกว่า 8 ลิงค์

ฟิลด์ที่ 1 : ใสค่า 2Z โดย Z มีค่าเท่ากับ Y

ฟิลด์ที่ 2 : หมายเลขโหนด

ฟิลด์ที่ 3-15 : หมายเลขลิงค์ที่ได้รับไฟเขียว โดยต่อจากฟิลด์ที่ 8-15 ของ RT2Y

ฟิลด์ที่ 16 : ใสค่า 2 ได้เท่านั้น เพื่อหมายถึง RT นี้เป็นข้อมูลเฟสต่อจาก RT อื่น

1.2.11 RT28 - ข้อมูลของลิงค์ โปรแกรม TRANSYT-7F นี้ สามารถใช้ได้กับโครงข่ายที่มีโหนดไม่เกิน 100 โหนด และไม่เกิน 600 ลิงค์

ฟิลด์ที่ 1 : ใสค่า 28

ฟิลด์ที่ 2 : หมายเลขของลิงค์ ต้องใส่เป็นจำนวนบวก แม้ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่แบบผ่านตลอด

ฟิลด์ที่ 3 : ความยาวของลิงค์ วัดจากเส้นหยุดของต้นทางมายังเส้นหยุดของลิงค์นี้ หน่วยเป็น เมตรหรือ ฟุต ขึ้นอยู่กับค่าในฟิลด์ 15 ของ RT1

ฟิลด์ที่ 4 : อัตราการเคลื่อนตัว ณ สภาวะอิมิตัว หน่วยเป็นจำนวนรถต่อชั่วโมงของไฟเขียว (vphg) ถ้าเป็นการเคลื่อนที่แบบผ่านตลอดเวลาจะละฟิลด์นี้ และถ้าลิงค์นี้เป็นลิงค์รองตามที่ได้ระบุใน RT7 จะต้องไม่ใส่ค่าในฟิลด์นี้

ฟิลด์ที่ 5 : อัตราการเคลื่อนตัวทั้งหมด หน่วยเป็นจำนวนรถต่อชั่วโมง (vph)

ฟิลด์ที่ 6 : อัตราการเคลื่อนตัวของรถที่เข้าสู่ลิงค์ ณ บริเวณกลางลิงค์ หน่วยเป็นจำนวนรถต่อชั่วโมง (vph)

ฟิลด์ที่ 7 : หมายเลขของลิงค์ที่มีรถวิ่งเข้าสู่ลิงค์นี้

ฟิลด์ที่ 8 : อัตราการเคลื่อนตัวของรถจากลิงค์ที่ระบุในฟิลด์ที่ 7 เข้าสู่ลิงค์นี้ (vph)

ฟิลด์ที่ 9 : ความเร็วเฉลี่ยของรถหรือเวลาในการเดินทางของรถ (ขึ้นอยู่กับค่าในฟิลด์ที่ 14 ของ RT1) จาก ลิงค์ที่ระบุในฟิลด์ที่ 7 เข้าสู่ลิงค์นี้

ฟิลด์ที่ 10-15 : เป็น ลิงค์ที่ 2 และ 3 ที่เข้าสู่ลิงค์นี้ โดยใส่ข้อมูลเหมือนฟิลด์ที่ 7-9

ฟิลด์ที่ 16 : ค่ามากที่สุดที่ยอมให้ของความยาวแถวรอคอยที่เกินจากความยาวของลิงค์นี้ (ค่าความยาวของแถวรอคอยที่ยอมให้มีได้)

ตารางที่ ง.4 ค่าอัตราการเคลื่อนตัว ณ สภาวะอิมิตัวจากคู่มือการใช้ TRANSYT-7F ที่สภาพต่างๆ

Typical Conditions	Saturation Flow (vphg/lane)	
	Thru	Turns
Conservative - drivers avoid close headways	1600	1500
Normal – average driver behavior patterns	1700	1600
Aggressive – drivers tailgate	1800	1700
Buses (exclusive bus links)	600-800	400-550

1.2.12 RT5X – **วิธีการรัน** วิธีการรันของโปรแกรม TRANSYT-7F มี 4 แบบ คือ

1. การจำลองสภาพจริงโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว
2. การหาค่าที่ดีที่สุด หรือการหาค่าออฟเซต และความยาวเฟส โดยใส่ค่าความยาววงรอบ 1 รอบ
3. การวิเคราะห์รอบเป็นการใช้การหาค่าที่ดีที่สุดแบบเร็ว เพื่อหาค่าความยาววงรอบที่ดีที่สุด

4. การตรวจสอบข้อมูลที่ใส่เข้าสู่โปรแกรม

ฟิลด์ที่ 1 : ใส่ค่า 5X โดย X เป็น

0 : สำหรับการจำลองสภาพ หรือการหาค่าที่ดีที่สุด ซึ่งขึ้นอยู่กับว่า มีการใส่ค่าในเรคคอร์ด 4 หรือไม่ ถ้ามี RT4 ก็จะเป็นการหาค่าที่ดีที่สุด ถ้าไม่มี RT4 จะเป็นการจำลองสภาพ

1 : สำหรับการจำลองสภาพ แม้ว่าจะมี RT4 ก็ตาม

2 : สำหรับการหาค่าที่ดีที่สุดแบบทั่วไป

3 : สำหรับการหาค่าที่ดีที่สุดแบบเร็ว

4 : สำหรับการหาค่าความยาววงรอบ

สำหรับค่า 0 ถึง 4 นี้เป็นการคิดแบบลิงค์ถ้าต้องการจะใช้แบบขั้นจะต้องใส่ข้อมูลเป็น -5X โดย X มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 4 สำหรับการจำลองแบบหลายวงรอบจะใส่เป็น -55 ซึ่งใช้สำหรับสภาพการจราจรที่แออัด โดยมีรถติดสะสมอยู่

9 : สำหรับการตรวจสอบการใส่ข้อมูล

ฟิลด์ที่ 2-16 : ไม่ได้ใช้ในโครงการนี้

1.2.13 RT60 – ค่าพารามิเตอร์ของเส้นทาง ใช้ในการสรุปผล และแสดงผลลัพธ์ของข้อมูลที่ใส่ลงไป

ฟิลด์ที่ 1 : ใส่ค่า 60

ฟิลด์ที่ 2 : Time – Space Diagram (TSD) โดย 0 คือ ไม่พิมพ์ TSD แต่ 1 คือพิมพ์ TSD

ฟิลด์ที่ 3 : หน่วยของ TSD โดยค่า 0 คือหน่วยวินาที หรือเปอร์เซ็นต์ของรอบขึ้นอยู่กับค่าในฟิลด์ที่ 13 ของ RT1 ส่วนค่า 1 คือหน่วยเป็นวินาที และค่า 2 คือหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของวงรอบ

ฟิลด์ที่ 4 : สเกลเวลาของ TSD มีหน่วยเป็น วินาที/ 1 ตัวอักษร หรือเปอร์เซ็นต์ของรอบต่อ 1 ตัวอักษร

ฟิลด์ที่ 5 : สเกลระยะทางของ TSD มี 2 หน่วยเหมือนในฟิลด์ที่ 4

ฟิลด์ที่ 6 : แผนภูมิรูปแบบการเคลื่อนตัว (FPD) มี 2 ค่า โดยที่ 0 คือ ไม่พิมพ์ FPD และ 1 คือ พิมพ์ FPD ของแต่ละลิงค์ใน RT61

ฟิลด์ที่ 7 : รายงานสรุปเส้นทาง (RSR) มี 2 ค่า โดยที่ 0, 1 คือ ไม่พิมพ์ และพิมพ์ RSR

ฟิลด์ที่ 8 : แผนภาพการกระจายตัวของกลุ่มรถ (PPD) มีค่า 0, 1 คือ พิมพ์ และไม่พิมพ์ตามลำดับ

ฟิลด์ที่ 9 : Single Ring Timing (SRT) มี 2 ค่า คือ 0 สำหรับไม่ให้มีการเขียน SRT ลงใน GDF และ 1 สำหรับให้มีการเขียน SRT

ฟิลด์ที่ 10 : Time – Location Diagram (TLD) มี 4 ค่าคือ

0 : ไม่พิมพ์ TLD

1 : พิมพ์ TLD โดยรวมค่า PROS โดยมีหน่วยของเวลาเป็นขั้น (step)

2 : เหมือนค่า 1 แต่หน่วยของเวลาเป็นวินาที

3 : เหมือนค่า 1 แต่หน่วยของเวลาเป็นเปอร์เซ็นต์ของรอบ

ฟิลด์ที่ 11-15 : ยังไม่มีใช้

ฟิลด์ที่ 16 : การจัดเรียงเส้นทางที่จะแสดงผลในของ RT61 มี 5 ค่าคือ

0 : จัดเรียงตาม RT10

1, 2, 3, 4 : จัดเรียงจากทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก และตะวันตกตามลำดับ

1.2.14 Route Title Record – เรคคอร์ดแสดงหัวข้อเส้นทาง ใส่ข้อมูลเป็นตัวอักษร ใช้เพื่อบอกข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางที่ระบุใน RT61 โดยเรคคอร์ดนี้จะต้องตามหลัง RT60 และมี RT61 ตามหลังเสมอ

1.2.15 RT61 – ลิงค์ของเส้นทาง จะต้องตามหลัง Route Title Record เสมอ

ฟิลด์ที่ 1 : ใส่ค่า 61

ฟิลด์ที่ 2 : หมายเลขของลิงค์แรกในเส้นทาง

ฟิลด์ที่ 3 : หมายเลขของลิงค์ที่มีทิศทางสวนกันกับลิงค์ในฟิลด์ที่ 1 ณ โหนดเดียวกัน

ฟิลด์ที่ 4-15 : เหมือนฟิลด์ที่ 2-3 สำหรับลิงค์อีก 5 คู่ที่มี

ฟิลด์ที่ 16 : ยังไม่ได้ใช้งาน

1.2.16 RT9X - การสิ้นสุด

ฟิลด์ที่ 1 : มีค่าเป็น

0 สำหรับ สิ้นสุดงาน

1 สำหรับ สิ้นสุดการใส่ข้อมูล

2 สำหรับ การขึ้นรถใหม่

3 สำหรับ การอ่านค่าข้อมูลในคราวหน้า

ฟิลด์ที่ 2-16 : ไม่ได้ใช้

ถ้าใส่ค่าใน RT นี้เป็น 93 ซึ่งเป็น RT ที่ใช้สำหรับการใส่ข้อมูลแบบหลายวงรอบในการจำลองสถานการณ์เท่านั้น จะต้องทำตามข้อกำหนด ดังนี้

1. RT ที่สามารถเปลี่ยนได้ ได้แก่ RT1, 1X, 18, 28, 29,291, 30-41, 43, 5X, 60, 61 และ 9X ส่วน RT อื่นถ้าทำการเปลี่ยนแล้ว โปรแกรมจะไม่นำมาประมวลผลด้วย
2. ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของ RT ในข้อ 1 จะต้องทำการใส่ข้อมูลในทุกฟิลด์ใหม่

2. การสั่งให้โปรแกรมประมวลผล

เมื่อทำการป้อนข้อมูล และคำสั่งใน RT เสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปได้ดำเนินการสั่งให้โปรแกรม TRANSYT ทำการประมวลผล ซึ่งมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการจัดเตรียมแฟ้มข้อมูลในรูปแบบไฟล์ *.tin
2. ทำการเปิดโปรแกรม McT7F
3. ทำการเรียกแฟ้มข้อมูลที่จะทำการประมวลผลขึ้นมา
4. ทำการรันโปรแกรมจากไฟล์ที่เตรียมไว้

ภายหลังจากดำเนินการสั่งรันโปรแกรม TRANSYT แล้วพบว่าโปรแกรมมีข้อผิดพลาดมากจนทำให้ไม่สามารถทำการประมวลผลได้ก็จะแจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้ต้องกลับไปแก้ตามจุดที่โปรแกรมแจ้งเตือนมา อย่างไรก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดบางอย่างที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย โปรแกรมยังคงสามารถทำการประมวลผลได้ แต่ก็แจ้งคำเตือนตามมา ดังที่จะได้อธิบายในหัวข้อถัดไป ถ้าหากโปรแกรมสามารถประมวลผลให้ได้ก็จะอ่านผลลัพธ์จากรายงานผลลัพธ์ต่อไป

3. การแปลความหมายของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม TRANSYT-7F

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม TRANSYT-7F มีดังต่อไปนี้

3.1 ผลลัพธ์พื้นฐานของโปรแกรม

ในตอนนี้จะแสดงตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้ในรูปแบบกว้าง(132 คอลัมน์) เท่านั้น ส่วนในรูปแบบแคบ(80 คอลัมน์) ก็อยู่ในรูปแบบที่ไม่แตกต่างกัน

3.1.1 การรายงานข้อมูลที่ใส่เข้าไป (Input Data Report)

โปรแกรม TRANSYT-7F จะทำการรายงานข้อมูลที่ใส่เข้าไปในลำดับเดียวกับที่ใส่ให้กับโปรแกรม โดยจะมีบรรทัดว่างเพื่อลดความยาวของข้อมูล ทั้งนี้เมื่อพบข้อผิดพลาดหรือค่าเดือนที่ไม่รุนแรงมากก็จะทำการแสดงออกมา ซึ่งผู้ใช้อาจจะทำการปรับแก้ข้อผิดพลาดเหล่านั้นแล้วประมวลผลใหม่ แต่โปรแกรมก็จะไม่สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดที่ละเอียด เช่น ปริมาณการจราจรได้ ซึ่งผู้ใช้จะต้องตรวจสอบด้วยตนเอง

3.1.2 ตารางแสดงลักษณะการจราจร (Traffic Performance Table)

ตารางแสดงลักษณะการจราจรที่ได้จากโปรแกรม TRANSYT-7F จะมีวิธีการวัดประสิทธิภาพ (MOE) ประกอบด้วยหมายเลขลิงค์ (label) ปริมาณการจราจรทั้งหมด อัตราการเคลื่อนตัวอิมตัว ดัชนีความอิมตัว ความล่าช้าทั้งหมด ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคัน เวลาเดินทางเฉลี่ยรถที่หยุดแบบสม่ำเสมอ ความยาวแถวคอยที่มากที่สุด ความจุของแถวคอย การใช้เชื้อเพลิง เวลาไฟเขียวประสิทธิภาพ และตัวเลขลิงค์ (ทวนซ้ำอีกครั้ง) ข้อควรพิจารณาคือ ค่าทั้งหมดที่ได้จากตารางแสดงลักษณะนั้นผู้ใช้ควรตรวจสอบว่าเป็นค่าที่สมเหตุสมผลหรือไม่ ถ้าไม่สมเหตุสมผลอาจมีสาเหตุเกิดจากการใส่ลิงค์ที่ไม่ถูกต้อง

3.1.3 ตารางแสดงการตั้งเวลาสัญญาณไฟ

การตั้งเวลาควบคุมความยาวเฟสและออฟเซตจะพิมพ์ออกมาเป็นแต่ละโหนดในโครงข่ายทุก ๆ โหนดจะบอกว่าเป็นการตั้งเวลาแบบใด และเป็นค่าที่กำหนดคงที่ไว้หรือว่าเป็นค่าที่ได้จากการหาค่าที่ดีที่สุด

ความยาวของแต่ละช่วงสัญญาณไฟจะมีหน่วยเป็นวินาทีและเปอร์เซ็นต์ของความยาววงรอบ นอกจากนี้จะมีการแสดงการตั้งเวลาหมุด (Pin Setting) ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์สะสมของความยาววงรอบที่ตอนเริ่มต้นแต่ละช่วงเวลา ช่วงเวลาแรกของแต่ละเฟสจะแสดงโดยการใส่หมายเลขเฟสด้านล่าง ชนิดของแต่ละช่วง (แปรเปลี่ยน,คงที่,เหลือ,แดงทั้งหมด) ก็แสดงด้วยตัว 'V', 'F', 'Y', 'R' ตามลำดับ

ความยาวเฟส (Split) หมายถึงวินาทีทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์ของความยาววงรอบของแต่ละเฟส รวมทั้งช่วงทั้งหมดในแต่ละเฟส โดยค่า 'M' ที่ต่อจากความยาวช่วงจะแสดงความยาวเฟสที่จำกัดโดยค่า ค่าต่ำสุดที่ใส่ไว้ ถ้าทางแยกนี้ทำการวนรอบสองครั้ง ข้อมูลดังกล่าวจะแสดงซ้ำอีกครั้งสำหรับครึ่งหลังของวงรอบ

การเคลื่อนตัวของลิงค์ในแต่ละเฟสจะถูกรายงานออกมาเพื่อให้สามารถสร้างลำดับเฟสในแต่ละทางแยกได้ ลิงค์ที่เป็นเลขบวกหมายถึงทางที่ไม่ถูกรถอื่นกั้น หรือมีสิทธิผ่านทางเต็มที่ ส่วนที่เป็นเลขลบจะหมายถึงการเคลื่อนตัวที่ยอมให้หรือถูกกั้นระหว่างเฟส

ออฟเซตของเครื่องควบคุมจะอยู่ในเทอมของวินาทีหรือเปอร์เซ็นต์ของความยาววงรอบ ออฟเซตมักจะใช้ในการตั้งเวลาล่วงหน้า แต่ถ้าเป็นแบบตั้งเวลาตามปริมาณการจราจรก็จะแสดงจุดยิลด์ไว้

3.1.4 แผนภาพแสดงรายละเอียดการเคลื่อนตัว

แผนภาพแสดงรายละเอียดการเคลื่อนตัวที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม TRANSYT นั้นประกอบไปด้วย แผนภูมิรูปตัดขวางการเคลื่อนตัว (Flow Profile Diagrams) ที่สะท้อนถึงอัตราการเข้า และออกระหว่างวงรอบสัญญาณไฟในลิงค์หนึ่งๆ แผนภาพเวลา-ระยะทาง (Time-Space Diagram) และแผนภาพเวลา-ตำแหน่ง (Time-Location Diagram) ที่แสดงถึงตำแหน่งของโอกาสการเคลื่อนตัวในหน่วยเวลา (ขั้น) และตำแหน่ง (ทางแยก)

3.2 การตีความหมายของ MOES

โปรแกรม TRANSYT-7F จะทำการแสดงชุดของ MOES ที่สามารถใช้ประเมินการตั้งสัญญาณไฟได้ ในตารางแสดงลักษณะการจราจรแต่ละลิงค์ โหนดหรือระบบ ดังนี้

1. ดีกรีความอิ่มตัว (Degree of Saturation) คือเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของแต่ละลิงค์
2. การเดินทางทั้งหมด (Total Travel) คือ ไมล์ (กม.)-คันรถทั้งหมดต่อชั่วโมงของการเดินทาง
3. เวลาเดินทางทั้งหมด (Total Travel Time) คือ คัน-ชั่วโมงทั้งหมดต่อชั่วโมงของการเดินทาง
4. เวลาเดินทางเฉลี่ย (Average Travel Time) คือ เวลาในหน่วยวินาทีที่ใช้ในลิงค์ ประกอบด้วยเวลาการเดินทางรวมกับเวลาล่าช้า
5. ความเร็วระบบ (System Speed) คือ ความเร็วเฉลี่ยในหน่วยไมล์ต่อชั่วโมง (กม.ต่อชั่วโมง) ในโครงข่าย
6. ความล่าช้า (Delay) จัดแยกเป็นความล่าช้าแบบคงตัว และความล่าช้าแบบสุ่ม (รวมการอิ่มตัว) และทั้งหมดในเทอมของคัน-ชม.ต่อชั่วโมง และค่าเฉลี่ยของความล่าช้าในหน่วยวินาทีต่อคัน
7. ระดับการให้บริการ (LOS) คือระดับการให้บริการของแต่ละลิงค์และแต่ละทางแยกสัญญาณไฟการหยุด (Stops) จะแยกเป็นแบบคงตัวและแบบสุ่ม และทั้งหมดในเทอมคันต่อชั่วโมง หรือเปอร์เซ็นต์ ของรถที่หยุด
8. ความยาวแถวคอยที่มากที่สุด (Maximum Back of Queue) และความจุของแถวคอย (Queuing capacity) ในหน่วยของคัน

9. การใช้เชื้อเพลิง (Fuel Consumption) เป็นจำนวนลิตร(แกลลอน)ทั้งหมดต่อชั่วโมง
10. ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ (Operating Cost) เป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถที่เข้ามาในระบบ
11. ไฟเขียวประสิทธิภาพ (Effective Green) เป็นเวลาจริงที่มีสำหรับการเคลื่อนตัวในลิ้งค์
12. ดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (Disutility Index) เป็นค่าของ D.I.
13. ดัชนีชี้สภาพ (Performance Index) เป็นค่าของฟังก์ชันจุดประสงค์ในการหาค่าที่ดีที่สุด
14. แถวคอยที่ล้นออกมา (Queue Spillover) คือ จำนวนลิ้งค์ในระบบซึ่งมีความยาวแถวคอยมากที่สุดเกินกว่าความจุของแถวคอย
15. เวลาติดขัด (Time Jammed) คือ เปอร์เซ็นต์ของเวลาในระบบที่รถไม่สามารถเคลื่อนได้ระหว่างเฟสไฟเขียวเนื่องจากลิ้งค์ปลายทางเต็มอยู่
16. ดีกรีความอิ่มตัว > 1 (degree of saturation > 1) แสดงจำนวนลิ้งค์ในระบบที่มีปริมาณรถมากกว่าความจุ

รายละเอียดของแต่ละตัวสามารถหาอ่านได้ในคู่มือการใช้โปรแกรม TRANSYT-7F รุ่นที่ 8 ซึ่งจะอธิบายอย่างคร่าว ๆ เพียงเท่านี้

ง.3 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นจากความผันแปรของค่าการกระจายตัว (K) จากโปรแกรม TRANSYT-7F

ตารางที่ ง.5 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าการกระจายตัว (K) ต่อเวลาที่ใช้ในการเดินทางและความล่าช้าเฉลี่ยบนลิงค์ 201 202 และ 209 ที่บริเวณทางแยกนรินทร

ตัวบ่งชี้ (Indicator)	เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย (วินาที / คัน)						ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาที / คัน)					
	125 วินาที			150 วินาที			125 วินาที			150 วินาที		
	หมายเหตุลิงค์			หมายเหตุลิงค์			หมายเหตุลิงค์			หมายเหตุลิงค์		
ค่าการกระจายตัว (K)	201	202	209	201	202	209	201	202	209	201	202	209
0.00	146.0	339.0	146.3	153.2	277.8	155.8	8.8	202.0	9.5	15.8	140.6	18.6
0.05	146.3	336.5	146.5	149.7	270.9	152.3	8.9	201.6	9.7	12.3	133.6	15.1
0.10	146.9	341.7	147.2	150.6	271.2	153.4	8.6	204.7	10.3	13.2	134.0	16.2
0.15	147.8	342.1	148.1	152.0	272.8	155.2	10.4	206.1	11.2	14.6	135.6	18.0
0.20	148.7	340.4	148.2	154.2	273.5	157.5	11.5	203.4	12.3	16.8	136.3	20.3
0.25	150.3	345.8	150.9	154.0	276.4	158.4	13.1	208.8	14.0	18.7	139.5	21.2
0.30	151.2	344.2	151.9	156.1	274.4	160.9	14.0	207.5	15.0	18.8	137.4	23.7
0.35	152.3	345.2	152.8	156.1	279.6	160.7	14.9	208.5	16.0	18.7	142.7	23.5
0.40	152.8	347.0	153.6	156.5	280.6	161.5	15.6	210.3	16.7	19.3	143.7	24.3
0.45	153.9	352.5	154.5	157.4	285.4	162.4	16.7	216.0	17.7	20.2	148.4	25.2
0.50	154.2	349.8	155.0	158.0	286.3	163.1	17.0	213.3	18.1	20.8	149.6	25.8

ตารางที่ ง.6 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าการกระจายตัวต่อค่าดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (D.I.) และค่าออฟเซตที่เกิดขึ้นช่วงระหว่างทางแยกจันทน์นนท์ถึงทางแยกนรินทร

รวมเวลาสัญญาณไฟ	125 วินาที	150 วินาที	125 วินาที	150 วินาที
	ดัชนีอัตราประโยชน์ที่เสียไป (DI)		ออฟเซต (offset) (วินาที)	
ค่าการกระจายตัว (K)				
0.00	241.0	208.1	107.0	74.0
0.05	240.7	205.4	113.0	104.0
0.10	241.2	205.9	116.0	107.0
0.15	241.6	206.9	120.0	110.0
0.20	241.8	210.4	123.0	109.0
0.25	242.5	208.6	123.0	120.0
0.30	242.7	211.0	129.0	132.0
0.35	243.0	210.0	129.0	123.0
0.40	243.5	210.4	132.0	126.0
0.45	244.4	211.1	125.0	126.0
0.50	244.2	211.4	129.0	126.0

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสรศักดิ์ ภิญญาภาพ เป็นบุตรคนที่ 3 ของนายฉัตรชัย-นางธนิษฐา ภิญญาภาพ เกิดเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ.2518 ที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี สำเร็จหลักสูตร การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนอัสสัมชัญ ธนบุรี ปีการศึกษา 2535 และ หลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2539 หลังจากนั้นจึงได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย