

คำเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสาร
บนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย



นายวิรัช หิรัญ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543


ISBN 974-346-483-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19461118

12 ต.ค. 2546

PASSENGER CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES
ON MULTILANE HIGHWAYS IN THAILAND



Mr. Wirach Hirun

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 974-346-483-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบน
ทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย

โดย

นาย วิรัช หิรัญ

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ)

..... กรรมการ
(นายสุจิน มั่งนิมิตร)

นาย วิรัช หิรัญ : ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย. (PASSENGER CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON MULTILANE HIGHWAYS IN THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ : 151 หน้า. ISBN 974-346-483-2.

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้นี้มีประโยชน์ในการวางแผนและออกแบบทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย การคัดเลือกวิธีการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้พิจารณาถึงเครื่องมือ เวลา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและจึงได้คัดเลือกวิธีการวิเคราะห์ 3 วิธี คือ วิธี Headway เฉลี่ย (Average Headway) วิธีการกำหนดค่า Spacing คงที่ (Constant Spacing) และวิธีการกำหนดความเร็วคงที่ (Constant Speed) เป็นวิธีวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลบนทางหลวงหมายเลข 36 ในจังหวัดชลบุรี

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าวิธีวิเคราะห์โดยวิธี Headway เฉลี่ยเป็นวิธีการที่ให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่วงความลาดชัน 0 ถึง 1.8 เปอร์เซ็นต์สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อ มีค่า 1.25 1.36 1.58 และ 1.30 ตามลำดับ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่วงถนนที่มีความลาดชัน 4.2 เปอร์เซ็นต์และมีความยาวทางลาด 200 เมตร สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อ มีค่า 1.46 1.55 1.83 และ 1.39 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าแปรเปลี่ยนตามระดับการให้บริการของถนนและปริมาณจราจร

ภาควิชา ..วิศวกรรมโยธา.....
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา.....
ปีการศึกษา ..2543.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4070421121 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: PCE / PASSENGER CAR EQUIVALENT / HIGHWAY CAPACITY / TRUCK / MULTILANE HIGHWAY

WIRACH HIRUN : PASSENGER CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON MULTILANE HIGHWAYS IN THAILAND. THESIS ADVISOR : SOMPONG SIRISOPONSILP, Ph.D., 151 pp. ISBN 974-346-483-2.

The objective of this thesis is to evaluate the Passenger Car Equivalents (PCEs) for trucks and buses on multilane highways in Thailand. These PCEs would be of great use in the planning and design of multilane highways in Thailand. After considering the equipments, time interval, and budget requirements associated with the collection of data demanded by various available analysis techniques, the so-called Average Headway, Constant Spacing and Constant Speed techniques were selected for analyzing the PCEs. Field traffic data used in the study were collected over a number of sections on the Highway Route Number 36 in the Chonburi province.

The analysis results indicated that the Average Headway technique yielded the most resonable results. For relatively flat terrain with up to 1.8% grades, the derived PCEs for six-wheeled trucks, ten-wheeled trucks, truck combinations, and buses were found to be 1.25, 1.36, 1.58, and 1.30 respectively. At the 200 m. section with 4.2% grade, the resulting PCEs for six-wheeled trucks, ten-wheeled trucks, truck combinations, and buses were 1.46, 1.55, 1.83, and 1.39 respectively. Moreover, the study found that the PCEs varied to a certain extent with the level of service and flow volumes.

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

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ อาจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยนี้ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นอกจากนี้ท่านอาจารย์ยังได้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เขียนในด้านต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้ผู้เขียนสามารถทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ อนุศักดิ์ อิศรเสนา ณ อยุธยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ และ คุณสุจิตน มั่งนิมิตร ที่ให้คำแนะนำในการวิจัยนี้

ผู้เขียนขอขอบพระคุณต่อบริษัทโตโยต้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญในการผลิตบัณฑิตด้านวิศวกรรมขนส่ง โดยได้ให้ทุนการศึกษาแก่ผู้เขียนเป็นเวลา 1 ปี 5 เดือน ซึ่งทุนดังกล่าวนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้เขียนในการทำวิจัยนี้เป็นอย่างมาก

ผู้เขียนมีความสำนึกในพระคุณของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิทยาการต่างๆ ให้กับผู้เขียน นอกจากนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ช่วยเหลือทุนวิจัยบางส่วน

ขอขอบคุณ คุณยุวดี หิรัญ ที่เป็นกำลังใจให้กับผู้เขียน ตลอดจน พี่ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือผู้เขียนซึ่งไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ และทุกๆ คนที่ให้กำลังใจแก่ผู้เขียนจนผู้เขียนสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่าง ๆ จนกระทั่งประสบผลสำเร็จ

วิรัช หิรัญ

กันยายน 2543

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1.บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตและแนวทางการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2.ทบทวนผลงานที่ผ่านมา	
2.1 ทางหลวงหลายช่องทางจราจร	5
2.2 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล	6
2.3 การวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล	11
3.การเก็บข้อมูลภาคสนาม	
3.1 พื้นที่ทำการศึกษา.....	38
3.2 วิธีการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร	42
3.3 วิธีเก็บข้อมูลความเร็วของยวดยาน	43
3.4 วิธีเก็บข้อมูล headway.....	44
3.5 การเก็บข้อมูลในสนาม.....	45
3.6 การถอดข้อมูลที่สำรวจได้ในสนาม.....	47
4.การวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.....	51
4.2 การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Headway เฉลี่ย.....	57
4.3 การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Constant Spacing.....	77
4.4 การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Constant Speed	98

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การประเมินผลการวิเคราะห์.....	101
4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล	102
5.สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา	104
5.2 ข้อเสนอแนะ	111
รายการอ้างอิง.....	112
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก.	116
ภาคผนวก ข.....	129
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	151

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับภูมิภาคแบบทั่วไปที่ใช้ใน HCM 1965.....	7
2.2 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับภูมิภาคแบบทั่วไปที่ใช้ใน HCM 1994.....	8
2.3 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศอินเดีย.....	9
2.4 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้โดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทย.....	9
2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยวิธีความล่าช้า.....	33
2.6 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยวิธีheadway.....	33
2.7 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจร (1).....	34
2.8 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจร (2).....	34
3.1 ปริมาณการจราจรแยกตามประเภทรถ.....	40
3.2 จุดสำรวจต่าง ๆ บนทางหลวงหมายเลข 36.....	41
3.3 จุดสำรวจที่ใช้ในการศึกษา.....	41
3.4 วันที่ทำการเก็บข้อมูลในสนาม.....	45
4.1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา S0.....	52
4.2 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา S18.....	52
4.3 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา S42.....	52
4.4 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทางในพื้นที่ศึกษา S0.....	54
4.5 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทางในพื้นที่ศึกษา S18.....	54
4.6 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทางในพื้นที่ศึกษา S42.....	54
4.7 ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S0.....	56
4.8 ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S18.....	57
4.9 ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S42.....	57
4.10 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	60
4.11 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	61
4.12 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	62
4.13 ค่าประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Headway เฉลี่ย... ..	64

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.14 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	66
4.15 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	67
4.16 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	68
4.17 ค่าประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย	70
4.18 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	72
4.19 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	73
4.20 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	74
4.21 ค่าประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย	76
4.22 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ โดยวิธี Headway เฉลี่ย.....	77
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ในพื้นที่ศึกษา S0.....	78
4.24 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Constant Spacing.....	83
4.25 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Constant Spacing.....	83
4.26 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Constant Spacing.....	83
4.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ในพื้นที่ศึกษา S18.....	84
4.28 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Constant Spacing.....	88
4.29 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Constant Spacing.....	88
4.30 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Constant Spacing.....	88
4.31 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ในพื้นที่ศึกษา S42.....	89
4.32 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Constant Spacing.....	93

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.33 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Constant Spacing	93
4.34 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Constant Spacing	93
4.35 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ โดยวิธี Constant Spacing	94
4.36 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	95
4.37 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	96
4.38 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	96
4.39 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	97
4.40 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 จากวิธี Constant Speed โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	99
4.41 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 จากวิธี Constant Speed โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	100
4.42 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 จากวิธี Constant Speed โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง	100
4.43 การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากวิธีการต่าง ๆ	102
4.44 การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994)	103
5.1 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ	110

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 Lagging time headway	16
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing.....	21
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร	23
2.4 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากัน.....	24
2.5 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีเวลาเดินทางทั้งหมดเท่ากัน	25
2.6 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากันสำหรับ	26
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจร.....	27
2.8 วิธีการที่ใช้คำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล	29
3.1 ทางหลวงหมายเลข 36.....	40
3.2 โปรแกรมวัดค่า lagging time headway	48
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษา S0	63
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษา S18	69
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษา S42	75
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางซ้ายในพื้นที่ ศึกษา S0	80
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางขวาในพื้นที่ ศึกษา S0	81
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S0....	82
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางซ้ายในพื้นที่ ศึกษา S18.....	85
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางขวาในพื้นที่ ศึกษา S18	86
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S18..	87
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางซ้ายในพื้นที่ ที่ศึกษา S42.....	90

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางขวาในพื้นที่ศึกษา S42.....	91
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ Headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S42	92



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger car equivalent) ที่ใช้ในการวางแผนและออกแบบความสามารถในการให้บริการของถนน เป็นค่าที่แสดงถึงอิทธิพลของยานประเภทต่าง ๆ ในกระแสจราจรเมื่อเทียบกับอิทธิพลของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้สภาพถนนและสภาพการจราจรหนึ่ง ๆ ในการวางแผนและออกแบบความสามารถในการให้บริการของถนน เมื่อการจราจรประกอบด้วยยานหลาย ๆ ประเภท อาทิเช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก รถโดยสาร ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะถูกใช้เพื่อปรับเปลี่ยนปริมาณยานในกระแสจราจรดังกล่าวให้เป็นปริมาณการจราจรของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว การเลือกใช้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพความสามารถในการให้บริการของถนน การเลือกใช้ค่าที่ไม่เหมาะสมย่อมส่งผลให้การวางแผนและออกแบบคลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่ควรจะเป็นไป

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเริ่มใช้ครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้แสดงค่าไว้ใน Highway Capacity Manual (1965) โดยได้กำหนดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกและรถโดยสารสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ภูมิประเทศแบบราบเรียบ ภูมิประเทศแบบเนิน และภูมิประเทศแบบภูเขา นอกจากนี้ยังได้กำหนดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกและรถโดยสารสำหรับความลาดชันต่าง ๆ ต่อมาก็ได้มีการพัฒนาการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศต่าง ๆ

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของถนนในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นค่าที่อ้างอิงจาก Highway Capacity Manual ยังไม่เคยมีการศึกษาเพื่อคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยใช้ข้อมูลที่สำรวจจากพื้นที่ศึกษาในประเทศไทย การใช้ค่าอ้างอิงดังกล่าวอาจส่งผลให้การวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของถนนคลาดเคลื่อนได้ ทั้งนี้เนื่องจากประเภทของรถบรรทุกและรถโดยสารที่ใช้ในประเทศไทยและประเทศสหรัฐอเมริกามีความแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกและรถโดยสารเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของถนนในประเทศไทย

การพัฒนาด้านการคมนาคมทางถนนพัฒนาไปอย่างมาก และได้มีโครงการก่อสร้างถนนขนาด 4 ช่องทางจราจรหรือมากกว่าเพื่อใช้ทดแทนถนนขนาด 2 ช่องทางจราจรที่ไม่สามารถรองรับปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรย่อมจะเกิดประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนและออกแบบโครงข่ายทางหลวงขนาด 4 ช่องทางจราจรหรือมากกว่า

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทำการศึกษา ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และการศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
2. เพื่อพิจารณาถึงแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานบนทางหลวงหลายช่องทางจราจร (Multilane highways)
3. เพื่อคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตและแนวทางการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรที่เชื่อมระหว่างจังหวัด โดยจะเน้นศึกษาเฉพาะผลของความลาดชันของทางที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเนื่องจากเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ การศึกษาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับยวดยานประเภทต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1. รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (T6)
2. รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ (T10)
3. รถยนต์บรรทุกพ่วง (TR)
4. รถยนต์โดยสาร 6 ล้อ (B6)

การศึกษามูลของค่าความลาดชันที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์ทำการศึกษาโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาคสนามบนถนนที่มีค่าความลาดชันต่าง ๆ กัน โดยจะใช้ค่าความลาดชันตั้งแต่ 0 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความชันที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงหลายช่องทางจราจร

แนวทางการศึกษาแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษา ค้นคว้า และทบทวนผลงานในอดีตที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพื่อให้ทราบถึงวิธีการต่าง ๆ ในการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

2. ประเมินและเลือกวิธีการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงหลักการและวิธีการที่ใช้ในการเก็บข้อมูล วิธีการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล รวมทั้งระยะเวลาและงบประมาณที่ใช้

3. ทำการเก็บข้อมูลข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ศึกษาที่เลือกไว้เป็นตัวแทนในการศึกษา โดยทำการคัดเลือกถนนที่มีสภาพใกล้เคียงกับสภาพอุดมคติ (Ideal Condition) เพื่อขจัดปัจจัยอื่นที่อาจจะมีผลกับค่าความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรของทางหลวงหลายช่องทางจราจร และในการพิจารณาเบื้องต้นพบว่าอาจจะทำการสำรวจที่ทางหลวงหมายเลข 36 (ชลบุรี - ระยอง) เนื่องจากทางหลวงดังกล่าวไม่ไกลจากกรุงเทพมหานครเป็นผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

4. ทำการถอดข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากสนาม

5. วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เพื่อทำการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกและรถโดยสารสำหรับหลายช่องทางจราจรในประเทศไทยที่ระดับความชันต่าง ๆ กัน

6. ทำการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผลและความถูกต้องของผลที่ได้รับจากการศึกษา

7. สรุปผลการศึกษาที่ได้พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้ทราบถึงทฤษฎี แนวคิด และวิธีการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

2. เพื่อให้ทราบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและออกแบบทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทบทวนผลงานที่ผ่านมา

2.1 ทางหลวงหลายช่องทางจราจร

การออกแบบทางหลวงให้เป็นทางหลวงหลายช่องทางจราจรนั้นมาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดให้ปริมาณการจราจรที่คาดคะเนในอนาคตต้องสูงกว่า 8,000 คันต่อวัน (วัชรินทร์ วิทยกุล, 2535) ซึ่งทางหลวงดังกล่าวนี้อาจอยู่ในชั้นทางหลวงสายประธาน ทางหลวงรองประธาน หรือทางหลวงจังหวัดก็ได้ ทางหลวงหลายช่องทางจราจรโดยทั่วไปมี 4 ช่องทางหรือมากกว่ามีเกาะกลางถนนเพื่อทำหน้าที่แบ่งทิศทางการจราจรแต่ในบางครั้งอาจไม่มีเกาะกลาง ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงหลายช่องทางจราจรในสภาพภูมิประเทศแบบทางราบมีค่าระหว่าง 80 - 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความลาดชันสูงสุดของทางหลวงในสภาพภูมิประเทศแบบทางราบกำหนดไว้ 4 เปอร์เซ็นต์

ทางหลวงหลายช่องทางจราจรไม่มีการควบคุมการเข้าออกที่สมบูรณ์ นอกจากนี้จุดตัดต่าง ๆ ยังคงเป็นทางแยกระดับพื้นและในบางกรณียังพบว่ามีสัญญาณไฟตลอดเส้นทาง ในกรณีทางหลวงหลายช่องทางจราจรที่ไม่มีเกาะกลางผลของการขัดขวางการจราจร (Friction) ที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถในทิศทางตรงกันข้ามและผลกระทบของทางเข้าทำให้ลักษณะการจราจรที่เกิดขึ้นมีลักษณะแตกต่างจากกรณีของทางด่วน ลักษณะการจราจรที่เกิดขึ้นในทางหลวงหลายช่องทางจราจรมีลักษณะตั้งแต่การจราจรที่ไม่ถูกรบกวน (Uninterrupted flow) ที่พบในทางด่วนจนถึงการจราจรที่ถูกรบกวน (Interrupted flow) ที่พบในทางหลวงสายหลักในเมืองซึ่งเป็นผลมาจากสัญญาณไฟจราจร ข้อแตกต่างของทางหลวงหลายช่องทางจราจรและทางด่วนสามารถแสดงได้ดังนี้

- ยวดยานสามารถเข้าและออกจากทางหลวงที่ทางแยกหรือทางเข้าออกและสามารถข้ามเกาะกลางเพื่อเปลี่ยนทิศทางในจุดที่กำหนดไว้
- ทางหลวงหลายช่องทางจราจรอาจมีสัญญาณไฟจราจรได้
- มาตรฐานการออกแบบด้านเรขาคณิตของทางหลวงหลายช่องทางจราจรจะต่ำกว่ามาตรฐานการออกแบบที่ใช้กับทางด่วน
- ทิศนวิสัยของทางหลวงหลายช่องทางจราจรมีผลกระทบต่อคนขับมากกว่าในกรณีของทางด่วน

เมื่อเปรียบเทียบกับถนนสายหลักในเมืองพบว่า มีลักษณะคล้ายกันในหลายด้านแต่จะแตกต่างกันที่จำนวนของสัญญาณไฟจราจรที่น้อยกว่าและการควบคุมการเข้าออกดีกว่า อาจกล่าวได้ว่ามาตรฐานการออกแบบของทางหลวงหลายช่องทางจราจรมีมาตรฐานที่สูงกว่าถนนสายหลักในเมือง นอกจากนี้กิจกรรมของคนเดินเท้าและการจอดรถจะมีน้อยกว่าถนนสายหลักในเมือง

2.2 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

Highway Capacity Manual (1965) ได้นิยามความหมายของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลว่าเป็นค่าที่แสดงถึงจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกระแสจราจรที่ถูกแทนที่ด้วยรถบรรทุกหรือรถโดยสารภายใต้สภาพถนนและสภาพการจราจรหนึ่ง ๆ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้สะท้อนอิทธิพลของขนาดยานขนาดใหญ่ 2 ด้านคือ

- รถบรรทุกหรือยานพาหนะขนาดใหญ่มักจะเคลื่อนตัวในกระแสจราจรช้ากว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ดังนั้นจึงก่อให้เกิดการกีดขวางหรือการลดลงของความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรและระดับการให้บริการของถนน
- ถึงแม้ว่ารถบรรทุกจะสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกับรถยนต์ส่วนบุคคลในกระแสจราจรก็ตามแต่ก็ยังต้องใช้พื้นที่ถนนมากกว่าเนื่องจากมีขนาดและความต้องการระยะทางในการหยุดมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ในกรณีของสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถเพียง 2 ประเภทคือรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุก ค่าปรับแก้ขนาดใหญ่มหาวิทยาลัยสามารถหาได้จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลดังต่อไปนี้

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(PCE_T - 1)} \quad \text{-----(2.1)}$$

โดยที่

f_{HV} คือ ค่าปรับแก้ขนาดใหญ่มหาวิทยาลัย

P_T คือ สัดส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

PCE_T คือ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุก

ค่าปรับแก้ความหนาแน่นขนาดใหญ่ (f_{HV}) เป็นค่าที่ใช้เปลี่ยนปริมาณการจราจรแบบผสมซึ่งมีขนาดหลายประเภทในกระแสจราจรให้เป็นการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว ดังสมการต่อไปนี้

$$F(vph) = F(pcph) \times f_{HV} \text{ -----(2.2)}$$

และ

$$f_{HV} = F(vph) / F(pcph) \text{ -----(2.3)}$$

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลถูกกำหนดขึ้นสำหรับทางหลวงขนาด 2 ช่องทางจราจร ทางหลวงหลายทางช่องทางจราจร และทางด่วน โดยได้กำหนดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับสภาพภูมิประเทศทั่วไปซึ่งแบ่งออกเป็น ภูมิประเทศแบบราบเรียบ ภูมิประเทศแบบเนิน และภูมิประเทศแบบภูเขา นอกจากนี้ยังได้กำหนดค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับความลาดชันจำเพาะ (Specific grade) ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบทั่วไปมีค่าระหว่าง 2 ถึง 12 และในกรณีสำหรับความลาดชันจำเพาะค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าระหว่าง 2 ถึง 108

ตารางที่ 2.1 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับภูมิประเทศแบบทั่วไปที่ใช้ใน HCM 1965

LEVEL OF SERVICE		EQUIVALENT, E , FOR:		
		LEVEL TERRAIN	ROLLING TERRAIN	MOUNTAINOUS TERRAIN
A		Widely variable; one or more truck have same total effect, causing other traffic to shift to order lane. Use equivalent for remaining levels in problems.		
B through E	E_t for trucks	2	4	8
	E_b for buses	1.6	3	5

ที่มา : Highway Capacity Manual (1965)

ตารางที่ 2.2 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับภูมิประเทศแบบทั่วไปที่ใช้ใน HCM 1994

FACTOR	TYPE OF TERRAIN		
	LEVEL	ROLLING	MOUNTAINOUS
E_T (Trucks and Buses)	1.5	3.0	6.0
E_R (RV _g)	1.2	2.0	4.0

ที่มา: Highway Capacity Manual (1994)

การศึกษาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มทำการศึกษาเมื่อปี ค.ศ. 1965 และก็ได้มีการศึกษามาอย่างต่อเนื่องเป็นผลให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและสามารถศึกษาถึงผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล อาทิ เช่น ความยาวของทางลาดที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ผลของกำลังของเครื่องยนต์ต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล เป็นต้น ซึ่งการศึกษาเหล่านี้จำเป็นต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่าย และต้องมีการทำการศึกษามาอย่างต่อเนื่อง แต่จะสังเกตได้ว่าในตอนต้นของการศึกษาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลนั้นปัจจัยเรื่องความลาดชันของทางเป็นปัจจัยที่ถูกจัดให้มีความสำคัญที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากความลาดชันจะส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนตัวของยานพาหนะขนาดใหญ่

การศึกษาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศกำลังพัฒนามักได้มีการศึกษาไว้เช่นกัน แต่การศึกษาเหล่านี้จะมุ่งเน้นที่การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยยังไม่ให้ความสำคัญต่อยปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ตัวอย่างของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศอินเดียดังแสดงในตารางที่ 2.3

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้ในประเทศไทยได้มีการกำหนดค่าขึ้นโดยหลายหน่วยงาน เช่น กรมทางหลวง การทางพิเศษแห่งประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก และกรุงเทพมหานคร เป็นต้น ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะประเภทที่กำหนดโดยแต่ละหน่วยงานจะมีค่าที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้ค่าเพื่อนำไปใช้งานอาจเกิดความสับสนว่าค่าของหน่วยงานใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากัน นอกจากนี้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่กำหนดขึ้นเป็นค่าที่คงที่ซึ่งเมื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์กับสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันค่าดังกล่าวควรเลือกใช้ค่าที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2.3 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศอินเดีย

Vehicle Type	PCE
Car	1
Truck, Bus	3
Cycle	0.5
Motor-cycle	0.5
Horse driven vehicle	4.0
Bullock cart	6-8

ที่มา : Kamala (1997)

ตารางที่ 2.4 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ใช้โดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

ประเภทรถ	ค่า PCE
รถจักรยานยนต์	0.25
รถสามล้อเครื่อง	0.75
รถแท็กซี่	1.00
รถยนต์ส่วนบุคคล	1.00
รถโดยสารขนาดเล็ก	1.25
รถโดยสารขนาดกลาง	1.50
รถโดยสารขนาดใหญ่	2.00
รถบรรทุก 4 ล้อ	1.75
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.75
รถบรรทุก 10 ล้อ	2.00
บรรทุก รถพ่วง	3.00

ที่มา : Methetharan (1997)

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเป็นค่าที่แปรผันตามปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัยซึ่งนักวิจัยแต่ละท่านซึ่งทำการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาผลของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้นที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

Cunagin and Messer (1982) พบว่าตัวแปรที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านราคาชนิด ปัจจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยวดยาน และปัจจัยด้านปริมาณการจราจร ในส่วนของปัจจัยทางด้านราคาชนิดประกอบด้วย ความลาดชัน ความยาวของทางลาดและจำนวนช่องทาง ในส่วนของปัจจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยวดยานได้แบ่งออกเป็น ความยาวของยวดยาน น้ำหนักและกำลังม้า ส่วนปัจจัยทางด้านปริมาณการจราจรประกอบด้วย ปริมาณการจราจร เปอร์เซนต์ของยวดยานแต่ละประเภทและความเร็วของยวดยาน Cunagin and Messer (1982) ได้คำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับยวดยาน 14 ประเภท โดยทำการหาค่าสำหรับปริมาณการจราจร 6 ระดับในสภาพภูมิประเทศ 3 แบบ คือ ภูมิประเทศแบบราบเรียบ ภูมิประเทศแบบเนิน ภูมิประเทศแบบภูเขา ผลจากการศึกษาพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลแปรผันตามความลาดชัน และปริมาณการจราจร แต่แปรผกผันกับปริมาณยวดยานขนาดใหญ่

Huber(1982) พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลแปรผันตามปริมาณการจราจร ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพการจราจรเบาบางรถที่วิ่งช้ากว่าย่อมส่งผลกับสภาพการจราจรเล็กน้อยเมื่อปริมาณการจราจรหนาแน่นปฏิสัมพันธ์ระหว่างยวดยานแต่ละคันมีมากขึ้น ดังนั้นผลกระทบของรถที่วิ่งช้ากว่าย่อมส่งผลกระทบต่อการจราจรมากขึ้น

Krammes and Crowley (1986) ทำการศึกษาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ที่ทำการศึกษา 2 พื้นที่พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสรุปว่าสาเหตุของความแตกต่างดังกล่าวมีสาเหตุมาจากสัดส่วนของรถบรรทุกในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งสองแห่งมีความแตกต่างกัน และนอกจากนี้ยังพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าแปรผันตามปริมาณการจราจร

Highway Capacity Manual (1994) เสนอว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ปัจจัยคือ ความลาดชัน ความยาวของทางลาด และสัดส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร โดยที่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะแปรผันตามความลาดชันและความยาวของทางลาด แต่จะแปรผกผันกับสัดส่วนของรถบรรทุก

Elefteriadou and Webster (1999) ทำการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยทำการพิจารณาปัจจัยทั้งสิ้น 8 ปัจจัยคือ อัตราส่วนกำลังต่อน้ำหนักของรถบรรทุก ความยาวของรถบรรทุก ความลาดชัน ความยาวของทางลาด จำนวนช่องทาง ความเร็วอิสระ ปริมาณรถบรรทุกในกระแสจราจร และปริมาณการจราจร จากการศึกษาพบว่าปัจจัยจำนวนช่องทาง และ ความเร็วอิสระ ไม่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลแปรผันตามปริมาณการจราจร ความชัน และความยาวของทางลาด แต่จะแปรผกผันกับสัดส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

2.3 การวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

2.3.1.1 การหาค่าเทียบเท่าจากอัตราการแข่งขัน

วิธีการของ Walker เป็นวิธีการที่ใช้ในการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับ Highway Capacity Manual (1965) ค่าเทียบเท่าในลักษณะของอัตราการแข่งขันระหว่างรถบรรทุกและรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้ระดับความเร็วเดียวกัน วิธีการนี้มีสมมติฐานว่าอัตราการแข่งขันสามารถหาได้เมื่อทราบการแจกแจงอัตราความเร็วของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและความเร็วของยวดยานที่วิ่งซ้ำภายใต้สภาพการจราจรหนึ่ง ๆ ซึ่งค่าดังกล่าวนี้สามารถหาได้โดยการเก็บข้อมูลความเร็วหรือในกรณีของทางลาดก็สามารถหาได้โดยการประมาณจากค่าอัตราส่วนกำลังต่อน้ำหนักของรถบรรทุก

วิธีการของ Walker ใช้การคำนวณที่อยู่บนพื้นฐานของจำนวนยานพาหนะที่ทำการแข่งที่เกิดขึ้นต่อกิโลเมตรของถนนโดยที่ยานพาหนะแต่ละคันจะต้องขับด้วยความเร็วปกติภายใต้สภาพสภาวะที่กำลังทำการพิจารณา โดยเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i Y_j / 60 \left(\frac{60}{S_{2i}} - \frac{60}{S_{1j}} \right) \quad \text{-----} \quad (2.4)$$

โดยที่ N หมายถึงจำนวนของการแข่งในรูปของยานพาหนะที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว S_1 ซึ่งสามารถแข่งยานพาหนะที่ขับด้วยความเร็ว S_2 ได้ X คันต่อชั่วโมงภายในระยะ 1 กิโลเมตรเมื่อจำนวนของยานพาหนะที่ขับด้วยความเร็ว S_1 เท่ากับ Y คันต่อชั่วโมง จำนวนของยานพาหนะที่ขับช้าและขับเร็วได้แก่ n และ m ในช่วงค่าความเร็วที่เลือกได้ตามลำดับ

สมการดังกล่าวสามารถใช้ในการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับแต่ละช่วงของการกระจายของความเร็ว ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลคำนวณได้ดังนี้

$$PCE = \frac{N/1\text{truck /hr.}}{N/100\text{ passengercar/hr.}} \quad \text{-----} \quad (2.5)$$

จากสมการข้างต้น จะเห็นว่าวิธีการของ Walker ใช้การแยกการกระจายของความเร็วในการคำนวณหาค่าสัมพัทธ์ของจำนวนรถที่ทำการแข่งต่อระยะทาง โดยยานพาหนะแต่ละคันจะต้องวิ่งด้วยความเร็วปกติภายใต้สภาพการจราจรและลักษณะทางกายภาพที่กำหนดและมีสมมติฐานคือ

- ไม่มีการกีดขวางเมื่อมีการแข่งเกิดขึ้น
- ระดับการให้บริการและความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรของถนน 2 ช่องทางจราจรนอกเมืองสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทางโดยไม่พิจารณาถึงการกระจายของปริมาณการจราจรแต่ละทิศทาง (Directional Split)
- พิจารณาให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในทิศทางตรงข้ามมีค่าเท่ากับ 1

วิธีการคำนวณค่าเทียบเท่าจากอัตราการแข่งซึ่งมีพื้นฐานการคำนวณโดยใช้การเทียบเท่าของจำนวนยานพาหนะที่ทำการแข่งระหว่างรถบรรทุกและรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้ระดับความเร็วเดียวกัน ประเด็นความน่าเชื่อถือของวิธีการนี้คือความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแข่งกับตัวแปรที่ใช้วัดค่าระดับการให้บริการโดยเฉพาะในกรณีปริมาณการจราจรหนาแน่น ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพการจราจรเบาบางจะไม่มีปัญหาเรื่องการแข่งดังนั้นรถที่วิ่งช้ากว่าจะถูกแซงเมื่อถูกตามทัน แต่เมื่อปริมาณการจราจรสูงขึ้นขนาดยานแต่ละคันจะวิ่งชิดกันมากขึ้นเป็นผลให้ผู้ขับขี่ไม่มีความต้องการที่จะแซงเป็นผลให้ไม่มีการแข่งเกิดขึ้นดังนั้นจำนวนการแข่งระหว่างรถบรรทุกและรถยนต์นั่งส่วนบุคคลจึงไม่แตกต่างกันเป็นผลให้ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้

2.3.1.2 การหาค่าเทียบเท่าจากความล่าช้า

Craus and others (1980) ได้เสนอวิธีการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล สำหรับถนน 2 ช่องทางจราจร วิธีการดังกล่าวใช้พื้นฐานของวิธีการของ Walker และค่าความล่าช้าของยานพาหนะอันเนื่องมาจากกระแสจราจรในทิศตรงข้าม โดยได้แนะนำว่าควรจะมีการปรับแก้วิธีการที่ใช้อัตราส่วนของความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากรถบรรทุกกับความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเป็นพื้นฐานในการคำนวณ เนื่องจากตรวจสอบพบความแปรปรวนของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและพบแนวโน้มที่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลอาจจะขึ้นอยู่กับระดับการให้บริการและความเร็วของรถบรรทุกคล้ายกับที่ HCM ได้จัดทำไว้ในปี ค.ศ. 1965

Cunagin and Messer (1982) ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล สำหรับทางหลวงนอกเมืองโดยแบ่งออกเป็นทางหลวง 2 ช่องทางจราจร และทางหลวงหลายช่องทางจราจร Cunagin and Messer (1982) ใช้วิธี Equivalent delay ในการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนทางหลวงหลายช่องทางจราจร ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีสมมติฐานว่าการแซงที่เกิดขึ้นจะถูกขัดขวางโดยปริมาณการจราจรเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ยวดยานที่วิ่งเร็วกว่าสามารถแซงยวดยานที่วิ่งช้ากว่าได้ ดังนั้นค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถหาได้จาก

$$PCE_{ij} = (D_{ij} - D_{base}) / D_{base} \quad \text{-----} \quad (2.6)$$

โดยที่

PCE_{ij} คือค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับยวดยานประเภท i ในสภาวะ j

D_{ij} คือความล่าช้าที่เกิดกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเนื่องจากยวดยานประเภท i ภายใต้สภาวะ

D_{base} คือความล่าช้าที่เกิดกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเนื่องจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิ่งช้ากว่า

ตัวแปรที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านเรขาคณิต ปัจจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยวดยาน และปัจจัยด้านปริมาณการจราจร ในส่วนของปัจจัยทางด้านเรขาคณิตประกอบด้วย ความลาดชัน ความยาวของทางลาดและจำนวนช่องทาง

ในส่วนของปัจจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของยวดยานได้แบ่งออกเป็น ความยาวของยวดยาน น้ำหนักและกำลังม้า ส่วนปัจจัยทางด้านปริมาณการจราจรประกอบด้วย ปริมาณการจราจรเปอร์เซ็นต์ของยวดยานแต่ละประเภทและความเร็วของยวดยาน Cunagin and Messer (1982) ได้คำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับยวดยาน 14 ประเภท โดยทำการหาค่าสำหรับปริมาณการจราจร 6 ระดับในสภาพภูมิประเทศ 3 แบบ คือ สภาพภูมิประเทศราบเรียบ สภาพภูมิประเทศแบบเนิน และสภาพภูมิประเทศแบบภูเขา

เนื่องจากการวัดค่าความล่าช้าไม่อาจทำได้โดยตรงดังนั้นจึงได้สร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับทางหลวงหลายช่องทางจราจรดังนี้

$$PCE_i = \frac{(OT_i/VOL_i) [(1/TSSP) - (1/MPCSP)]}{(OT_{LPC}/VOL_{LPC})[(1/AVCRSP) - (1/MPCSP)]} \text{-----}(2.7)$$

โดยที่

- OT_i คือ จำนวนยวดยานประเภท i ที่ถูกแซงโดยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อไมล์ต่อชั่วโมง
- VOL_i คือ ปริมาณยวดยานประเภท i ต่อชั่วโมง
- OT_{LPC} คือ จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ถูกแซงโดยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลคันอื่นต่อไมล์ต่อชั่วโมง
- VOL_{LPC} คือ ปริมาณรถยนต์ประสิทธิภาพต่ำต่อชั่วโมง
- TSSP คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรแบบผสม
- MPCSP คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประสิทธิภาพสูงเพียงประเภทเดียว
- AVCRSP คือ ความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรที่มีเพียงรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ผลการศึกษาพบว่าวิธีความล่าช้าเหมาะกับการวิเคราะห์ในกรณีปริมาณการจราจรสูง ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการดังกล่าวสมมติว่ายวดยานที่มีความเร็วมากกว่าจะถูกกีดขวางโดยยวดยานที่วิ่งช้ากว่ายังผลให้เกิดแถวคอยขึ้น นอกจากนี้ Cunagin and Messer (1982) ยังพบว่าวิธีของ Walker เหมาะสำหรับปริมาณการจราจรต่ำดังนั้นที่ระดับปริมาณการจราจรปานกลางจึงใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากวิธีการทั้งสอง

วิธีความล่าช้าเป็นวิธีที่พัฒนาจากวิธีคำนวณค่าเทียบเท่าจากอัตราการแข่งขันเป็นการหาค่าเทียบเท่าจากความล่าช้าที่เกิดขึ้นโดยสมมติฐานว่ายานพาหนะที่วิ่งเร็วมักจะถูกกีดขวางโดยยานพาหนะที่วิ่งช้ากว่าเป็นผลทำให้เกิดแถวคอยขึ้น วิธีการนี้มีหลักการที่สอดคล้องกับการหาค่าระดับการให้บริการของถนนหลายช่องทางจราจร แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากสมการที่สร้างขึ้นเพื่อคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจำเป็นต้องใช้ข้อมูลการตัดสินใจแข่งและความต้องการที่จะแข่งซึ่งทำการเก็บข้อมูลได้ยาก ดังนั้นในการคำนวณจึงได้ตั้งสมมติฐานว่าสภาพการจราจรนั้นอยู่ในสถานะสมดุลคือไม่มีความต้องการที่จะแข่งเกิดขึ้น การคำนวณโดยวิธีนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลความเร็วของรถประเภทต่างๆ บนช่วงความลาดชันซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บในสนามได้ยากและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง ถึงแม้ว่าสมมติฐานและวิธีการจะสอดคล้องกับการหาค่าระดับการให้บริการก็ตามแต่การเก็บข้อมูลในสนามกระทำได้ยากและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง

2.3.1.3 การหาค่าเทียบเท่าจาก headway

การคำนวณค่าเทียบเท่าจาก headway มีหลักการพื้นฐานว่าขนาดใหญ่มากจะครอบครองพื้นที่ถนนมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจึงเป็นผลให้ความสามารถในการให้บริการของถนนลดลง การคำนวณจะใช้ข้อมูล Time headway โดยที่ค่าเทียบเท่าสามารถคำนวณดังต่อไปนี้

จาก

$$PCE_i = (1/p) [q_B/q_M] - 1 + 1 \text{ ----- (2.8)}$$

โดยที่

p คือ อัตราส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

q_B คือ ปริมาณการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น

q_M คือ ปริมาณการจราจรแบบผสม

สมการดังกล่าวสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ Time headway โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรและค่าเฉลี่ยของ Time headway

$$q_i = (3,600) / h_i \text{ ----- (2.9)}$$

โดยที่

q_i คือ ปริมาณการจราจรของยานประเภท i

h_i คือ ค่าเฉลี่ยของ Time headway ของยานประเภท i

ดังนั้นจึงสามารถคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้จาก

$$PCE = (1/p) [h_M - h_B] / h_B + 1 \text{ ----- (2.10)}$$

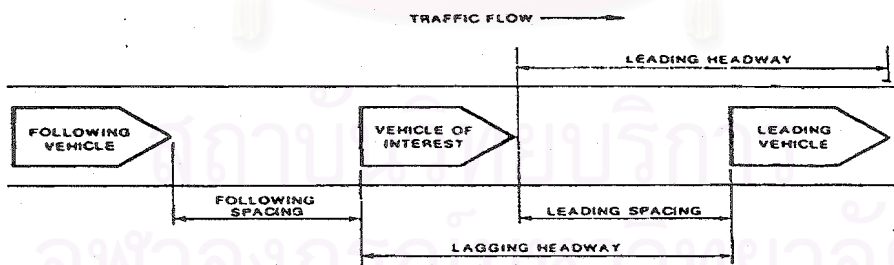
โดยที่

p คือ อัตราส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

h_B คือ ค่า headway เฉลี่ยของการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น

h_M คือ ค่า headway เฉลี่ยของการจราจรแบบผสม

ค่า Time headway ที่ใช้ค่า Lagging time headway ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งค่า Lagging time headway นี้เป็นค่าที่รวมความยาวของยานและ headway ซึ่งค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความรู้สึกของคนขับที่เกิดขึ้นเมื่อขับขีตามหลังยานแต่ละประเภท



รูปที่ 2.1 Lagging time headway

ที่มา : Krammes and Crowley (1986)

ค่า Headway ที่นำมาใช้เป็นการพิจารณายวดยานแต่ละคู่ซึ่งแสดงได้ด้วย h_{ijk} โดยที่ j คือ ประเภทของยวดยานที่สนใจ (P คือรถยนต์นั่งส่วนบุคคล T คือรถบรรทุก) และ k คือ ประเภทของยวดยานที่อยู่ด้านหน้า เนื่องจากกระแสจราจรพื้นฐานประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียวดังนั้น

$$h_b = h_{BPP} \text{-----} (2.11)$$

โดยที่

h_b คือ ค่า headway เฉลี่ยของการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น
 h_{BPP} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ในกรณีของกระแสจราจรที่ประกอบด้วยยวดยาน 2 ประเภท การพิจารณาถึงรูปแบบการวิ่งคู่กันของยวดยานประเภทต่าง ๆ พิจารณาได้ 4 รูปแบบ และถ้าการเรียงลำดับของยวดยานในกระแสจราจรเป็นแบบสุ่มดังนั้นก็จะได้

$$h_M = (1-p)^2 h_{MPP} + p(1-p)h_{Mpt} + p(1-p)h_{Mtp} + p^2 h_{Mtt} \text{-----} (2.12)$$

โดยที่

p คือ อัตราส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

h_{MPP} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mpt} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยบรรทุกในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mtp} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mtt} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถบรรทุกในสภาพการจราจรแบบผสม

และ

$$PCE = (1/p) \{ [(1-p)^2 h_{Mpp} + p(1-p)h_{Mpt} + p(1-p)h_{Mtp} + p^2 h_{Mtt} - h_{Bpp}] / h_{Bpt} \} + 1 \text{ ----- (2.13)}$$

โดยที่

p คือ อัตราส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

h_{Mpp} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mpt} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถบรรทุกในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mtp} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mtt} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถบรรทุกในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Bpp} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น

h_{Btp} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น

สมการข้างต้นสามารถเปลี่ยนรูปโดยสมมติให้ $h_{Bpp} = h_{Mpp}$ ทั้งนี้เนื่องจากสมมติฐานที่ว่าค่าเฉลี่ยของ Headway ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกระแสจราจรพื้นฐานที่ปริมาณการจราจร q_b จะมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของ Headway ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกระแสจราจรแบบผสม สมมติฐานดังกล่าวมีแนวคิดที่ผู้ขับขี่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกระแสจราจรจะได้รับผลกระทบเนื่องจากรถบรรทุกที่วิ่งอยู่ด้านหน้าเท่านั้น ดังนั้น

$$PCE = [(1-p)(h_{Mtp} + h_{Mtp} - h_{Mpp}) + ph_{Mtt}] / h_{Mpp} \text{ ----- (2.14)}$$

โดยที่

p คือ อัตราส่วนของรถบรรทุกในกระแสจราจร

h_{Mpp} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mip} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mit} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถบรรทุกในสภาพการจราจรแบบผสม

Krammes and Crowley (1986) พบว่าที่ระดับปริมาณการจราจรและความเร็วหนึ่งๆ ผลกระทบของชนิดยวดยานที่นำหน้ามีผลต่อการรักษาระยะห่างของยวดยานที่ตามหลังซึ่งเป็นรถบรรทุกและรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าแตกต่างกัน รถบรรทุกจะรักษาระยะห่างเมื่อขับตามหลังรถบรรทุกด้วยกันน้อยกว่าเมื่อขับตามหลังรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ในขณะที่ผลของประเภทยวดยานที่นำหน้าไม่ส่งผลกระทบต่อรักษาระยะห่างของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิ่งตามหลัง แต่เนื่องจาก Krammes and Crowley (1986) ทำการศึกษาในกรณีที่มีปริมาณการจราจรต่ำกว่า 1,300 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทาง ดังนั้นสมมติฐานที่ว่ารักษาระยะห่างของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่ได้รับผลกระทบจากประเภทของยวดยานที่นำหน้าจึงใช้ได้ ในกรณีที่มีปริมาณการจราจรมีค่าต่ำเท่านั้น และจากสมมติฐานดังกล่าวจะได้ว่า $h_{MPT} = h_{Mpp}$ ดังนั้นค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถหาได้จาก

$$PCE = [(1-p)h_{Mip} + ph_{Mit}] / h_{Mp} \text{ ----- (2.15)}$$

โดยที่

h_{Mip} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mit} คือ ค่า headway เฉลี่ยกรณีรถบรรทุกตามด้วยรถบรรทุกในสภาพการจราจรแบบผสม

h_{Mp} คือ ค่า headway เฉลี่ยสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

การตั้งสมการดังกล่าวได้ตั้งสมมติฐานว่ากระแสจราจรประกอบด้วยยวดยานเพียง 2 ประเภท คือรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุก และได้พิจารณาถึงผลของประเภทยวดยานที่นำหน้าว่ามีผลต่อการรักษาระยะห่างของยวดยานที่ตามหลัง สมการดังกล่าวไม่สามารถนำมาหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกรณีที่ประเภทยวดยานมากกว่า 2 ประเภท และการพัฒนาสม

การดังกล่าวเพื่อให้สามารถหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานหลาย ๆ ประเภทนั้น จำเป็นต้องใช้วิธีการสถิติขั้นสูง และการทำ การจำลองสภาพการจราจร (Simulation) อย่างไรก็ตาม Mcshane and Roess (1990) กล่าวว่าหากไม่พิจารณาผลของยวดยานที่นำหน้าซึ่งจะเป็นผลให้ค่าเฉลี่ยของ Lagging Time Headway แตกต่างจากในกรณีที่พิจารณาผลของยวดยานที่นำหน้าเพียงเล็กน้อย และนอกจากนี้การไม่พิจารณาผลของประเภทยวดยานที่นำหน้าจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานหลาย ๆ ประเภทดังนั้น จะได้ว่า

$$PCE_{ij} = H_{Tij}/H_{apj} \quad \text{-----} \quad (2.16)$$

โดยที่ PCE_{ij} คือค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกภายใต้สภาวะ j

H_{Tij} คือ ค่า headway เฉลี่ยของรถบรรทุกภายใต้สภาวะ j

H_{apj} คือ ค่า headway เฉลี่ยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้สภาวะ j

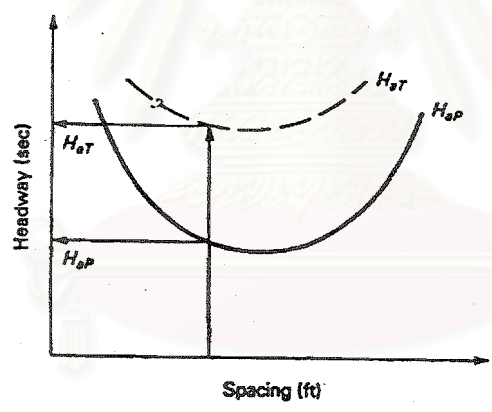
ค่า headway ที่นำมาแทนในสมการอาจพิจารณาได้จากหลาย ๆ กรณีดังนี้

การพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้ขับขี่ Krammes and Crowley (1986) ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกบนทางด่วน โดยมองว่าภายใต้สภาวะการจราจรที่สมดุลย์ผู้ขับขี่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการขับขี่ให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรที่รับรู้ โดยมองว่าค่า headway ภายใต้สภาพการจราจรจะเป็นค่าที่แสดงถึงมุมมองของผู้ขับขี่ต่อคุณภาพของสภาพการจราจรหรือระดับการให้บริการที่ผู้ขับขี่ประสบอยู่ในขณะนั้น การวิเคราะห์โดยวิธีการนี้กระทำโดยการพิจารณาเปรียบเทียบค่า headway ของยวดยานประเภทต่าง ๆ กับค่า headway ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้ระดับปริมาณการจราจรหนึ่ง ๆ ค่า headway ที่นำมาใช้เปรียบเทียบเป็นค่า headway เฉลี่ยในช่วงเวลา 15 นาที

การคำนวณโดยวิธีการนี้มีสมมติฐานที่สอดคล้องกับการวัดค่าระดับการให้บริการ และวิธีการเก็บข้อมูลก็สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคที่ไม่ยุ่งยากและไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ราคาแพง นอกจากนี้วิธีการวิเคราะห์ก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป

การพิจารณาจาก Constant spacing ทำได้โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า headway ของขบวนรถที่พิจารณาและค่า headway ของขบวนรถที่วิ่งสวนบุคคลกับ Spacing เนื่องจากค่า spacing มีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่น และค่าความหนาแน่นนี้เป็นตัวแปรที่ใช้วัดระดับการให้บริการของทางหลวงหลายช่องทางจราจร ดังนั้นการใช้วิธีการนี้จะให้ค่าเทียบเท่าขบวนรถที่วิ่งสวนบุคคลที่ระดับการให้บริการเดียวกัน

การสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ทำได้โดยการเก็บข้อมูล headway และ spacing ของขบวนรถแต่ละคัน โดยสามารถใช้ข้อมูลจากหลาย ๆ ช่วงเวลาเพื่อให้ได้จำนวนข้อมูลเพียงพอที่จะหาความสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามผลที่ได้จะเป็นค่าที่ใช้ได้เฉพาะกับพื้นที่ที่ทำการเก็บข้อมูลซึ่งจะขึ้นอยู่กับการขนาดของถนน สภาพภูมิประเทศ ความชัน และความยาวของทางลาด



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing
 ที่มา : Mcshane and Roess. (1990)

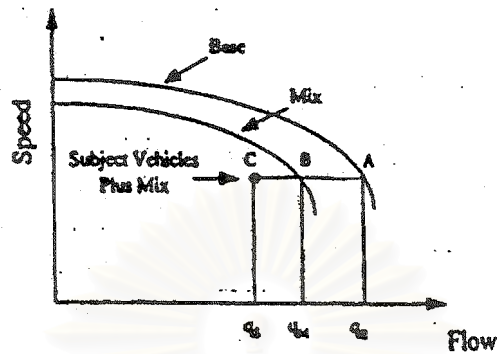
วิธีพิจารณาจาก Constant spacing มีข้อดีคือค่าเทียบเท่าที่คำนวณได้นี้จะเป็นค่าเทียบเท่าที่มีความหนาแน่นเดียวกัน ซึ่งจะสอดคล้องกับวิธีการหาค่าระดับการให้บริการของถนนหลายช่องทางจราจร แต่อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูล spacing ของขบวนรถในสนามกระทำได้ยากและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง ดังนั้นการเลือกใช้วิธีนี้ในการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาวิธีการเก็บข้อมูล Spacing โดยใช้การเก็บข้อมูลจากตัวแปรอื่นแทนแล้วจึงนำตัวแปรเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อหาค่า Spacing ต่อไป

การพิจารณาจาก Constant speed วิธีการนี้มีหลักการเช่นเดียวกับกรณี constant spacing การคำนวณทำโดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่า headway และความเร็ว ค่าเทียบเท่าคำนวณหาโดยการพิจารณาถึงสัดส่วนของ headway ของขบวนรถที่พิจารณากับค่า headway รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ค่าความเร็วคงที่หนึ่ง ๆ ด้วยวิธีการนี้อาจกล่าวได้ว่าค่าเทียบเท่านี้เป็นค่าเทียบเท่าที่แสดงถึงสภาพการจราจรที่ความเร็วเท่ากัน หรือกล่าวได้ว่าวิธีการนี้มองว่าระดับการให้บริการนิยามด้วยความเร็ว

การพิจารณาจากค่า Constant Speed สามารถทำได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และความเร็วของขบวนรถแต่ละคัน สมมติฐานของการค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยวิธีนี้คือการสมมติให้สภาพการจราจรแบบผสมและสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถนั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียวมีความเร็วเท่ากัน หรือมีระดับการให้บริการเดียวกัน ถึงแม้ว่าวิธีการนี้จะมีมุมมองในการกำหนดระดับการให้บริการแตกต่างจากในกรณีของทางหลวงหลายช่องทางจราจรก็ตามแต่เนื่องจากวิธีการนี้มีความเป็นไปได้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามรวมถึงระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงเกินไปนัก

2.3.1.4 การหาค่าโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร

วิธีการนี้วิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรของสภาพการจราจรแบบผสมและสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติวิธีการดังกล่าวนี้กระทำได้ยากทั้งนี้เนื่องจากต้องทำการเก็บข้อมูลจำนวนมากเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร นอกจากนี้การเก็บข้อมูลเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรของสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียวนั้นจำเป็นต้องหาพื้นที่ศึกษาที่มีเพียงรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้นซึ่งพื้นที่ดังกล่าวหาได้ยาก



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร
ที่มา : Elefteriadou, Torbic, and Webster (1997)

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2.3 พบว่าเส้นตามแนวนอนที่ลากจากจุด A ไปยังจุด B เป็นเส้นที่มีความเร็วเท่ากัน หรืออาจกล่าวได้ว่าการจราจรแบบผสม q_M และการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว q_B มีความเร็วเท่ากัน หรือมีระดับการให้บริการเท่ากัน (การนิยามระดับการให้บริการด้วยความเร็ว)

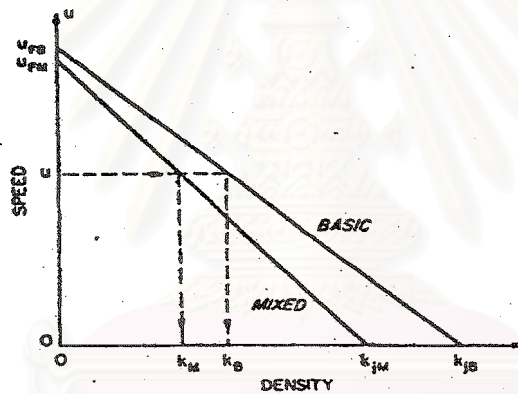
การคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรมักจะประสบปัญหาในการศึกษาเนื่องจากเก็บข้อมูลกระทำได้ยากรวมทั้งสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาแบบจำลองเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร

Huber (1982) ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 15 ประเภท Huber (1982) ได้ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรของ Greenshields ในการวิเคราะห์ Huber (1982) ได้พิจารณาถึงตัวชี้ระดับการให้บริการโดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ เวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากัน (Equal average travel time) เวลาเดินทางทั้งหมดเท่ากัน (Equal total travel time) และเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากันสำหรับยานพาหนะมาตรฐาน (Equal average travel time for basic vehicle) การคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 2.4 พบว่า $U_B = U_M = U$ ดังนั้นจะได้ว่า $q_B = K_B U$ และ $q_M = K_M U$ และ $q_B/q_M = K_B/K_M$ ดังนั้น

$$PCE = (1/p) \{ [U_{FM}/U_{FB}] (K_{JB}) \} [(U_{FB} - U)/(U_{FM} - U)] - 1 \} + 1 \text{ ----- (2.17)}$$

โดยที่

- PCE คือ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- p คือ สัดส่วนรถยนต์ขนาดใหญ่ในกระแสจราจร
- U_{FM} คือ ความเร็วอิสระในสภาพการจราจรแบบผสม
- U_{FB} คือ ความเร็วอิสระในสภาพการจราจรพื้นฐาน
- U คือ ความเร็วที่พิจารณา
- K_{JB} คือ ค่าความหนาแน่นในสถานะติดขัดในสภาพการจราจรพื้นฐาน



รูปที่ 2.4 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากัน
ที่มา : Huber (1982)

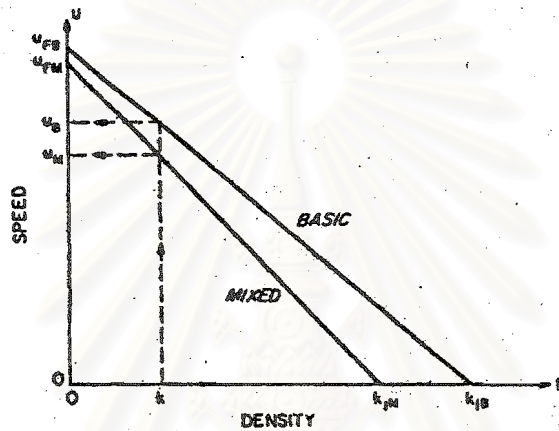
สำหรับกรณีเวลาเดินทางทั้งหมดเท่ากันดังแสดงในรูปที่ 2.5 พบว่า $K_B = K_M = K$ ดังนั้นจะได้

$$PCE = (1/p) \{ [U_{FB}/U_{FM}] (K_{JM}/K_{JB}) \} [(K_{JB} - K) + (K_{JM} - K)] - 1 \} + 1 \text{ ----- (2.18)}$$

โดยที่

- PCE คือ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- p คือ สัดส่วนรถยนต์ขนาดใหญ่ในกระแสจราจร

- U_{FM} คือ ความเร็วอิสระในสภาพการจราจรแบบผสม
- U_{FB} คือ ความเร็วอิสระในสภาพการจราจรพื้นฐาน
- K คือ ค่าความหนาแน่นที่พิจารณา
- K_{JB} คือ ค่าความหนาแน่นในสภาวะติดขัดในสภาพการจราจรพื้นฐาน
- K_{JM} คือ ค่าความหนาแน่นในสภาวะติดขัดในสภาพการจราจรแบบผสม



รูปที่ 2.5 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีเวลาเดินทางทั้งหมดเท่ากัน
ที่มา : Huber (1982)

สำหรับกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากันสำหรับยานมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2.6

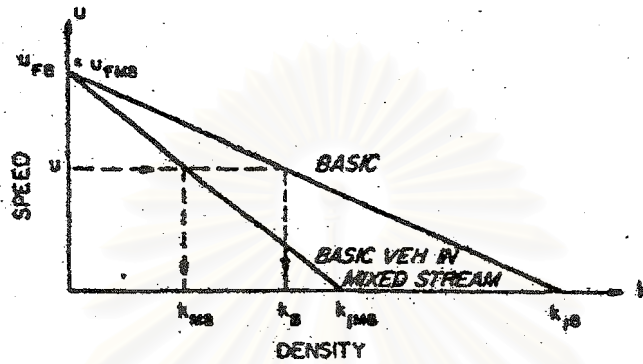
พบว่า $U_{FMB} = U_{FB}$ และ $U_B = U_{MB} = U$ ดังนั้นจะได้

$$PCE = (1/p)[q_b/q_M - 1] + 1 = (U_{FB}/U_{FT})(L_T/L_B) \text{----- (2.19)}$$

โดยที่

- PCE คือ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- p คือ สัดส่วนยานขนาดใหญ่ในกระแสจราจร
- q_B คือ ปริมาณการจราจรในสภาพการจราจรพื้นฐาน
- q_M คือ ปริมาณการจราจรในสภาพการจราจรผสม
- U_{FB} คือ ความเร็วอิสระของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- U_{FT} คือ ความเร็วอิสระของรถบรรทุก

- L_T คือ ความยาวของรถบรรทุก
 L_B คือ ความยาวของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

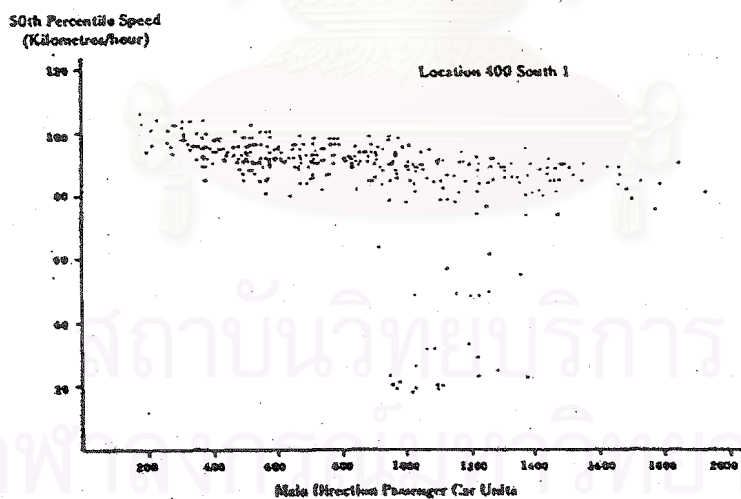


รูปที่ 2.6 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากันสำหรับ
 ยวดยานมาตรฐาน ที่มา : Huber (1982)

ผลการศึกษาพบว่าในกรณีเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากัน ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณได้จะมีค่าลดต่ำลงเมื่อปริมาณการจราจรเพิ่มมากขึ้น และเมื่อปริมาณการจราจรมีค่าต่ำมาก ๆ จะไม่สามารถคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้ซึ่งผลการคำนวณที่ได้ไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ส่วนในกรณีเวลาเดินทางทั้งหมดเท่ากันค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณได้มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เนื่องจากในสภาพการจราจรที่เบาบางรถที่วิ่งช้ากว่าย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรเพียงเล็กน้อย และเมื่อปริมาณการจราจรหนาแน่นขึ้นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างยวดยานแต่ละคันจะมีมากขึ้น ดังนั้นผลกระทบของรถที่วิ่งช้าย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรมากขึ้น ในกรณีของเวลาเดินทางเฉลี่ยเท่ากันสำหรับยวดยานมาตรฐานค่าที่คำนวณได้เป็นค่าคงที่สำหรับทุกระดับปริมาณการจราจร ดังเหตุผลที่กล่าวในข้างต้นจะพบว่าการคำนวณเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยการใช้เวลาเดินทางทั้งหมดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

Van Aerde and Yagar (1984) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนทางหลวง 2 ช่องทางจราจร โดยใช้แนวคิดที่ว่าขบวนประเภทต่าง ๆ มีผลทำให้ความเร็วโดยรวมของขบวนยานในกระแสจราจรมีค่าลดลง Van Aerde and Yagar (1984) ได้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจรดังแสดงในรูปที่ 2.7 พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ส่วนที่เป็นเส้นตรงและส่วนที่ไม่ใช่เส้นตรง

Van Aerde and Yagar (1984) ให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ส่วนที่เป็นเส้นตรงเนื่องจากเป็นช่วงที่แสดงถึงสภาพการจราจรในช่วงปริมาณการจราจรปกติ โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression Model) เพื่อทำการประมาณค่าความเร็วอิสระและค่าสัมประสิทธิ์ของการลดลงของความเร็วสำหรับความเร็วที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ต่าง ๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 50 และ 90 แบบจำลองดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 2.20



รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจร
ที่มา : Van Aerde and Yagar (1984)

$$\begin{aligned} \text{Percentile Speed} = & \text{Free Speed} + C_1(\text{Number of Cars}) + C_2(\text{Number of Truck}) + \\ & C_3(\text{Number of Recreation Vehicles}) + C_4(\text{Number of Other Vehicles}) \\ & + C_5(\text{Number of Opposing Vehicles}) \quad \text{-----} \quad (2.20) \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ C_1 ถึง C_5 แสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของความเร็วอันเนื่องมาจากยวดยานประเภทต่าง ๆ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถหาได้จากอัตราส่วนของ C_n กับ C_1 เช่น

$$\text{PCE (Truck)} = C_2 / C_1 \quad \text{-----} \quad (2.21)$$

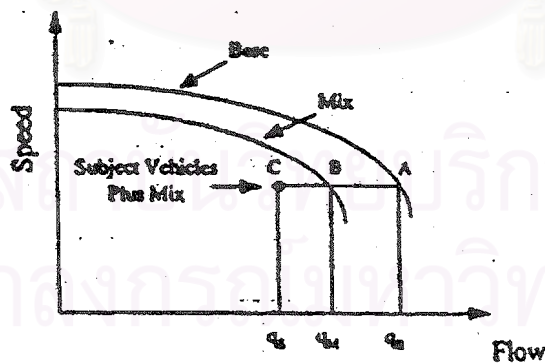
Van Aerde and Yagar (1984) พบว่าการเก็บข้อมูลในพื้นที่ทำการศึกษเพียงพื้นที่เดียวทำให้ขาดข้อมูลของจำนวนยวดยานบางประเภททำให้ไม่สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์บางตัวได้ ดังนั้นจึงต้องทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละพื้นที่ทำการศึกษาแล้วจึงนำมาเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก โดยที่ในแต่ละค่าสัมประสิทธิ์ของการลดลงของความเร็วจะถูกถ่วงน้ำหนักด้วยส่วนกลับของค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์เอง

วิธีการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรสามารถคำนวณได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรของการจราจรแบบผสมและปริมาณการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว การสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวต้องใช้ข้อมูลความเร็วและปริมาณการจราจรจำนวนมากซึ่งถ้าหากทำการเก็บข้อมูลจากสนามต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงถึงแม้ว่าจะได้มีการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรและความเร็วขึ้นแต่แบบจำลองต่าง ๆ เหล่านี้ก็ยังมีข้อจำกัดเป็นผลให้การนำแบบจำลองมาใช้อาจเป็นผลให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้ และนอกจากนี้หลักการของการวิเคราะห์ที่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรและความเร็วมีสมมติฐานว่าสภาพการจราจรแบบผสมและสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียวนั้นมีความเร็วเท่ากันซึ่งวิธีการนี้จะสอดคล้องกับวิธีการหาค่าระดับการให้บริการเมื่อระดับการให้บริการนั้นถูกกำหนดด้วยความเร็ว แต่ในกรณีของทางหลวงหลายช่องจราจรนั้นระดับการให้บริการถูกกำหนดโดยพิจารณาจากค่าความหนาแน่น

2.3.2 วิธีการใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร

Elefteriadou, Torbic, and Webster (1997) ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับทางด่วน ทางหลวง 2 ช่องทาง และทางหลวงสายหลักในเมือง การศึกษาของ Elefteriadou, Torbic, and Webster (1997) ใช้การทำการจำลองสภาพการจราจรเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยใช้แบบจำลองต่าง ๆ ได้แก่ TRAF FRESIM ใช้สำหรับทางด่วน TWO-PAS ใช้สำหรับทางหลวง 2 ช่องทาง และ TRAF NETSIM ใช้สำหรับทางหลวงสายหลักในเมือง สำหรับวิธีการคำนวณเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล Elefteriadou, Torbic, and Webster (1997) ได้พัฒนาวิธีการขึ้นโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- สร้าง Speed flow curve สำหรับการจราจรที่มีเพียงรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเท่านั้น
- ระบุชนิดของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่จะเข้าไปในกระแสจราจรสำหรับช่วงถนนที่พิจารณา
- สร้าง Speed flow curve สำหรับการจราจรแบบผสม
- เลือกประเภทของยานพาหนะและระดับปริมาณการจราจรจากนั้นทำการจำลองสภาพการจราจรหลังจากที่ได้เพิ่มปริมาณยานพาหนะที่พิจารณาเข้าไปแทนที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคล



รูปที่ 2.8 วิธีการที่ใช้คำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ที่มา : Elefteriadou, Torbic, and Webster (1997)

จากรูปที่ 2.8 เส้นตามแนวนอนที่ลากจากจุด C ไปตัดเส้นการจราจรแบบผสมที่จุด B และตัดกับเส้นการจราจรพื้นฐานที่จุด A ซึ่งจุดดังกล่าวนี้อยู่บนความเร็วที่เท่ากัน ดังนั้นค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$PCEs = \frac{1}{\Delta p} \left(\frac{q_b}{q_s} - \frac{q_m}{q_m} \right) + 1 \text{ -----(2.22)}$$

โดยที่

- PCEs คือ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่พิจารณา
- P คือ สัดส่วนของยวดยานที่พิจารณาที่นำเข้าไปในสภาพการจราจรแบบผสม
- q_b คือ ปริมาณการจราจรของยวดยานมาตรฐานที่ความเร็วคงที่
- q_m คือ ปริมาณการจราจรแบบผสมที่ความเร็วคงที่
- q_s คือ ปริมาณการจราจรของยวดยานที่พิจารณาที่ความเร็วคงที่

การสร้าง Speed flow curve ทำโดยการจำลองสภาพการจราจรที่มีระดับปริมาณการจราจรหลาย ๆ ระดับ จากนั้นจึงนำค่าความเร็วที่ได้จากการจำลองไปสร้างกราฟ ในขั้นตอนการทำการจำลองสภาพการจราจรจะมีการกำหนดช่วงทางหลวงมาตรฐาน การระบุประเภทของรถบรรทุกและลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องใช้ในแบบจำลองสภาพการจราจรอันประกอบด้วย การกำหนดลักษณะของทางหลวงมาตรฐานเช่น ความกว้างของช่องทาง ความกว้างไหล่ทาง และอื่น ๆ จะใช้ค่าที่ระบุไว้ใน Highway Capacity Manual การกำหนดลักษณะทางเรขาคณิตและตัวแปรด้านปริมาณการจราจรซึ่งค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ทำการคำนวณเป็นค่าที่แปรผันตาม ความชัน ความยาวของทางลาด ปริมาณการจราจร และเปอร์เซ็นต์รถบรรทุก นอกจากนี้ยังกำหนดลักษณะเฉพาะของรถบรรทุก ได้แก่ ความยาวและอัตราส่วนน้ำหนักต่อแรงแม้ เป็นตัวแปรที่นำมาพิจารณาในแบบจำลองสภาพการจราจร

ผลการศึกษาพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณได้สำหรับทางด่วนมีค่าแตกต่างจากที่แสดงไว้ใน Highway Capacity Manual ค่อนข้างมากทั้งนี้เนื่องมาจากการเลือกใช้ลักษณะเฉพาะของรถบรรทุกที่แตกต่างกัน โดยที่ Eleferiadou, Torbic, and Webster (1997) เลือกใช้ค่าอัตราส่วนน้ำหนักต่อกำลังม้าแยกตามประเภทของรถบรรทุก ในขณะที่ Highway Capacity Manual ใช้ค่า 125 ถึง 150 lb/hp เป็นค่ามาตรฐานสำหรับคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์

นั่งส่วนบุคคล นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับทางด่วนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์รถบรรทุกในกระแสจราจรมีค่าเพิ่มขึ้น

Bang, Carlson, and Palgunadi (1999) ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถประเภทต่าง ๆ ในอินโดนีเซีย โดยการใช้การหาค่าเทียบเท่าจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเป็นการผสมผสานระหว่างข้อมูลที่เก็บจากสนามและข้อมูลที่ได้จากการทำการจำลองสภาพการจราจรทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลทางด้านอุปสรรคในการเก็บข้อมูลและจำนวนข้อมูลที่ต้องใช้ แบบจำลองการจราจรที่ใช้คือแบบจำลองของ Swedish VTI ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลดังนี้

1. กำหนดค่าคงที่ของเวลาการเดินทางสำหรับยานมาตรฐานในสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยยานมาตรฐานเพียงประเภทเดียว

$$\Delta T_{Lv} = \left(\frac{1}{V_{1200}} - \frac{1}{V_{600}} \right) - 3600 / 600 \quad \text{-----}(2.23)$$

โดยที่

V_{1200} และ V_{600} คือ ค่าความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) ของยานมาตรฐานที่ระดับปริมาณการจราจร 600 และ 1200 คันต่อชั่วโมง ในสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว

2. กำหนดค่าคงที่ของเวลาการเดินทางสำหรับยานมาตรฐานในสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยยานมาตรฐานในสัดส่วน p และยานประเภท x ในสัดส่วน $1-p$

$$\Delta T_{p,x} = \left(\frac{1}{V_{1200}} - \frac{1}{V_{600}} \right) - 3600 / 600 \quad \text{-----}(2.24)$$

โดยที่

V_{1200} และ V_{600} คือ ค่าความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) ของยวดยานมาตรฐานที่ระดับ
ปริมาณการจราจร 600 และ 1200 คันต่อชั่วโมง ในสภาพการจราจรที่
ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสัดส่วน p

3.ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลคำนวณได้จาก

$$\Delta T_{p,x} = p\Delta T_{LV} + (1-p)\alpha \Delta T_{LV} \text{ -----(2.25)}$$

โดยที่ α คือค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานประเภท x

นอกจากนี้ Bang, Carlson, and Palgunadi (1999) ยังได้ทำการวิเคราะห์หาค่า
เทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการใช้ข้อมูลที่เก็บจากสนาม โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์
ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรทำการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นหลายตัวแปรเพื่อหา
ผลของยวดยานประเภทต่าง ๆ ที่มีผลทำให้ความเร็วของกระแสจราจรลดลง ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้มี
แนวคิดเช่นเดียวกับวิธีการของ Van Aerde and Yagar (1984)

การนำแบบจำลองสภาพการจราจรมาใช้เพื่อทำการจำลองสภาพการจราจรและสร้าง
ข้อมูลสำหรับคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งให้ผลที่น่าเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง แต่
อย่างไรก็ตามการนำโปรแกรมที่พัฒนาจากต่างประเทศซึ่งพัฒนามาจากข้อมูลและสมมติฐานของ
ประเทศที่พัฒนาโปรแกรมเหล่านั้น ดังนั้นการนำโปรแกรมมาใช้จึงต้องทำการตรวจสอบว่า
สามารถใช้จ่ายของสภาพการจราจรของประเทศไทยได้ถูกต้องเพียงใด การตรวจสอบดังกล่าวอยู่
นอกเหนือการศึกษานี้และยังมีได้มีผู้วิจัยท่านใดได้ทำการตรวจสอบโปรแกรมด้านการจราจรที่
สามารถประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้มาก่อน

2.3.3 สรุปเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

จากทบทวนผลงานที่ผ่านมาในอดีตพบว่าวิธีการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้มีการพัฒนาขึ้นหลายวิธีซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในด้านแนวคิดและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ดังแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยวิธีความล่าช้า

ระดับการให้บริการ	เปอร์เซ็นต์ ยอดยานขนาดใหญ่	ลักษณะภูมิประเทศ		
		ทางราบ	เนิน	ภูเขา
A-C	5	1.8	3.3	10.2
A-C	10	1.8	3.4	8.2
A-C	15	1.8	3.5	6.9
A-C	20	1.8	3.6	6.2
D&E	5	2.0	4.3	22.7
D&E	10	2.1	4.7	15.0
D&E	15	2.1	5.0	11.6
D&E	20	2.2	5.2	9.0

ที่มา : Cunagin and Messer (1982)

ตารางที่ 2.6 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยวิธี headway

ระดับการให้บริการ	ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
A	1.1
B	1.2
C	1.4

ที่มา : Krammes and Crowley (1986)

ตารางที่ 2.7 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจร (1)

Grade	Length of Grade	Vehicle Type					
		Single Unit Truck L = 12.2 m Wt/hp = 50	Single Unit Truck L = 12.2 m Wt/hp = 300	Semi Trailer L = 19.8 m Wt/hp = 50	Double Trailer L = 22.9 m Wt/hp = 244	Triple Trailer L = 30.5 m Wt/hp = 89	Triple Trailer L = 30.5 m Wt/hp = 244
		0	0.805	1	2	1	2
3	0.403	1	6	1	4	2	4
3	0.805	1	10	1	6	2	6
3	1.208	1	15	1	9	2	9
6	0.403	2	11	1	8	3	8
6	0.805	2	55	1	37	6	29

ที่มา : Elefteriadou, Torbic, and Webster (1997)

ตารางที่ 2.8 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองสภาพการจราจร (2)

Terrain Type	Vehicle Class		
	Medium heavy vehicle	Large Bus	Large Truck
Flat	1.5	1.4	2.7
Rolling	2.0	1.6	4.5
Hilly	4.5	1.8	12.5

ที่มา : Bang, Cartson, and Palgunadi (1999)

เมื่อพิจารณาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการต่าง ๆ พบว่าค่าที่ได้มีค่าที่แตกต่างกันตามวิธีการวิเคราะห์ รวมทั้งความละเอียดของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้ก็มีความแตกต่างกัน วิธีการใช้โปรแกรมจำลองการจราจรเป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งบุคคลในหลาย ๆ กรณีได้ แต่ก็ประสบปัญหาในด้านความถูกต้องของค่าเทียบเท่าที่ไม่สามารถหาค่าเทียบเท่าถึงระดับทศนิยมได้ และในกรณีวิธีการเก็บข้อมูลในสนามการเก็บข้อมูลจำนวนมากเพื่อวิเคราะห์ในหลาย ๆ กรณีต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่าย

จ่ายสูง แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ ย่อมให้ผลที่น่าเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง การเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์แบบใดจึงขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและข้อจำกัดด้านต่าง ๆ ของผู้ที่ทำการวิเคราะห์ สำหรับการวิเคราะห์ที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ดังที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

วิธีการคำนวณค่าเทียบเท่าจากอัตราการแข่งเป็นวิธีการที่มีข้อสงสัยเกี่ยวกับสมมติฐานของวิธีการ ประเด็นความน่าเชื่อถือของวิธีการนี้คือความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแข่งกับตัวแปรที่ใช้วัดค่าระดับการให้บริการโดยเฉพาะในกรณีปริมาณการจราจรหนาแน่น ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพการจราจรเบาบางจะไม่มีปัญหาเรื่องการแข่งดังนั้นรถที่วิ่งช้ากว่าจะถูกแซงเมื่อถูกตามทัน แต่เมื่อปริมาณการจราจรสูงขึ้นยวดยานแต่ละคันจะวิ่งชิดกันมากขึ้นเป็นผลให้ผู้ขับขี่ไม่มีความต้องการที่จะแซงดังนั้นการพิจารณาอัตราการแข่งจึงไม่มีความหมาย ดังนั้นเป็นผลให้ค่าที่คำนวณได้ไม่ถูกต้อง

วิธีความล่าช้าเป็นวิธีที่พัฒนาจากวิธีคำนวณค่าเทียบเท่าจากอัตราการแข่งเป็นการหาค่าเทียบเท่าจากความล่าช้าที่เกิดขึ้นโดยสมมติฐานว่ายานพาหนะที่วิ่งเร็วมักจะถูกกีดขวางโดยยานพาหนะที่วิ่งช้ากว่าเป็นผลทำให้เกิดแถวคอยขึ้น วิธีการนี้มีหลักการที่สอดคล้องกับการหาค่าระดับการให้บริการของถนนหลายช่องทางจราจร การคำนวณโดยวิธีนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลความเร็วของรถประเภทต่างๆ บนช่วงความลาดชันซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บในสนามได้ยากและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง

วิธีการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรสามารถคำนวณได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรของการจราจรแบบผสมและปริมาณการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว การสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวต้องใช้ข้อมูลความเร็วและปริมาณการจราจรจำนวนมากซึ่งถ้าหากทำการเก็บข้อมูลจากสนามต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง

การใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรเพื่อวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจำเป็นต้องใช้โปรแกรมจากต่างประเทศ การนำโปรแกรมมาใช้จึงต้องทำการตรวจสอบว่าสามารถใช้จำลองสภาพการจราจรของประเทศไทยได้ถูกต้องเพียงใด การตรวจสอบดังกล่าวอยู่

นอกเหนือการศึกษานี้และยังมิได้มีผู้วิจัยท่านใดได้ทำการตรวจสอบและปรับแต่งโปรแกรมด้านการจราจรที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้มาก่อน

การคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจากค่า headway โดยพิจารณาจาก Constant spacing ทำการวิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ของขบวนแต่ละคัน วิธีการนี้มีข้อดีคือค่าเทียบเท่าที่คำนวณได้นี้จะเป็นค่าเทียบเท่าที่มีความหนาแน่นเดียวกัน ซึ่งจะสอดคล้องกับวิธีการหาค่าระดับการให้บริการของถนนหลายช่องทางจราจร และนอกจากนี้ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์เป็นข้อมูลของขบวนแต่ละคันเป็นผลทำให้การเก็บข้อมูลไม่ต้องใช้เวลามากนัก

การคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการพิจารณาจากค่า headway โดยพิจารณาจากค่า headway เฉลี่ยมีสมมติฐานที่สอดคล้องกับการวัดค่าระดับการให้บริการ และวิธีการเก็บข้อมูลก็สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคที่ไม่ยุ่งยากและไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ราคาแพง นอกจากนี้วิธีการวิเคราะห์ก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป

การพิจารณาจากค่า headway โดยพิจารณา Constant Speed สามารถทำได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าระหว่าง headway และความเร็วของขบวนแต่ละคัน สมมติฐานของการค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยวิธีนี้คือการสมมติให้สภาพการจราจรแบบผสมและสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียวมีความเร็วเท่ากัน หรือมีระดับการให้บริการเดียวกัน ถึงแม้ว่าวิธีการนี้จะมีมุมมองในการกำหนดระดับการให้บริการแตกต่างจากในกรณีของทางหลวงหลายช่องทางจราจรก็ตามแต่เนื่องจากวิธีการนี้มีความเป็นไปได้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามรวมถึงระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงเกินไปนัก

เมื่อพิจารณาจากแนวคิดและสมมติฐานของวิธีการ วิธีการเก็บข้อมูลของวิธีการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลวิธีต่าง ๆ แล้วพบว่าวิธีการวิเคราะห์โดยการพิจารณาจาก headway เป็นวิธีการที่สามารถทำได้ภายใต้เงื่อนไขของค่าใช้จ่ายและเวลารวมทั้งอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์โดยการพิจารณาจาก headway ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ 3 กรณีคือ การพิจารณาจาก Constant spacing การพิจารณาจาก Constant speed และการพิจารณาจากค่า headway เฉลี่ย

บทที่ 3

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการพิจารณาจาก Constant spacing ทำการวิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ของ ยวดยานแต่ละคัน ข้อมูลที่ต้องใช้ประกอบด้วยค่า headway และ spacing ของยวดยานประเภทต่าง ๆ ข้อมูลที่ใช้สามารถได้จากหลาย ๆ ช่วงเวลาได้เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอแก่การสร้างความสัมพันธ์

ข้อมูลที่ใช้คำนวณในวิธีการพิจารณาจากค่า headway เฉลี่ย คือ headway ของ ยวดยานแต่ละประเภทในช่วงเวลา 15 นาที ดังนั้นการเก็บข้อมูลจึงควรทำการเก็บข้อมูล headway ของรถทุกคันเพื่อให้ข้อมูลมีปริมาณมากพอแก่การวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังต้องเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรและความเร็วเฉลี่ยของยวดยานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย

การคำนวณโดยวิธี Constant speed วิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง headway และความเร็วของยวดยานแต่ละคัน ข้อมูลที่ใช้คือ headway และความเร็วของยวดยานแต่ละคัน ข้อมูลที่ใช้สามารถได้จากหลาย ๆ ช่วงเวลาได้เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอแก่การสร้างความสัมพันธ์

เมื่อพิจารณาวิธีการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทั้งสามวิธีพบว่าข้อมูลที่ต้องทำการเก็บประกอบด้วย ปริมาณการจราจร ความเร็วของยวดยาน และ headway โดยได้ทำการแบ่งประเภทของยวดยานออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PC)
2. รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (T6)
3. รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ (T10)
4. รถยนต์บรรทุกพ่วง (TR)
5. รถยนต์โดยสาร 6 ล้อ (B6)

ปริมาณการจราจรที่ทำการเก็บจะทำการเก็บปริมาณการจราจรแยกตามประเภทของ ยวดยาน ส่วนกรณีของ headway ค่าที่เก็บคือค่า Lagging time headway เป็นค่าที่รวมความ ยาวของยวดยานและ headway โดยแบ่งออกเป็น

1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์บรรทุก 6 ล้อ
3. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์บรรทุก 10 ล้อ
4. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์บรรทุกพ่วง
5. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลตามด้วยรถยนต์โดยสาร 6 ล้อ
6. รถยนต์บรรทุก 6 ล้อตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
7. รถยนต์บรรทุก 10 ล้อตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
8. รถยนต์บรรทุกพ่วงตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
9. รถยนต์โดยสาร 6 ล้อตามด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
10. รถยนต์บรรทุก 6 ล้อตามด้วยรถยนต์บรรทุก 6 ล้อ
11. รถยนต์บรรทุก 10 ล้อตามด้วยรถยนต์บรรทุก 10 ล้อ
12. รถยนต์บรรทุกพ่วงตามด้วยรถยนต์บรรทุกพ่วง
13. รถยนต์โดยสาร 6 ล้อขึ้นไปตามด้วยรถยนต์โดยสาร 6 ล้อขึ้นไป

3.1 พื้นที่ทำการศึกษา

การคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษามีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านเรขาคณิต ถนนที่ทำการศึกษาคือต้องเป็นสภาพอุดมคติ (Ideal condition) ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน Highway Capacity Manual (1994) ซึ่งมีข้อกำหนดดังนี้

- ความกว้างของช่องทางมากกว่าหรือเท่ากับ 3.65 เมตร (12 ฟุต)
- ไหล่ทางกว้างกว่าหรือเท่ากับ 1.80 เมตร (6 ฟุต)
- ไม่มีทางเชื่อมในบริเวณที่พิจารณา
- มีเกาะกลางแยกการจราจรใน 2 ทิศทาง

- ค่าความเร็วสูงสุด (Free flow speed) มากกว่าหรือเท่ากับ 90 กม.ต่อชั่วโมง (60 ไมล์ต่อชั่วโมง)

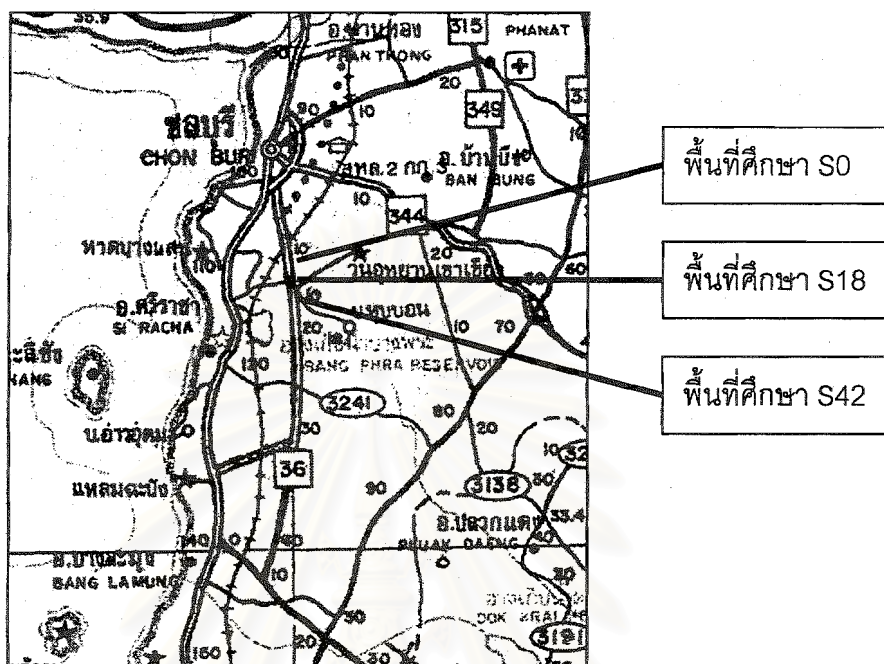
2. ปัจจัยทางด้านปริมาณการจราจรที่คำนึงถึงคือถนนที่ทำการศึกษามีปริมาณการจราจรและปริมาณของรถบรรทุกและรถโดยสารมากพอที่จะทำการศึกษาได้

3. บริเวณด้านข้างถนนต้องมีพื้นที่เพียงพอที่จะบันทึกภาพโดยใช้กล้องวีดิทัศน์ ภาพที่บันทึกต้องมีมุมกว้างที่เพียงพอทั้งนี้เพื่อให้การถอดข้อมูลกระทำได้ง่าย และในบางกรณีอาจจำเป็นต้องตั้งกล้องในพื้นที่สูง

สภาพดังกล่าวเป็นตัวแปรที่ถูกควบคุม จากนั้นจึงทำการคัดเลือกถนนที่มีลักษณะตามข้อกำหนดดังกล่าวที่มีความลาดชันต่าง ๆ กันตั้งแต่ถนนในแนวระดับจนถึงถนนที่มีความลาดชัน 4 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นค่าความลาดชันสูงสุดที่กรมทางหลวงใช้ในการออกแบบทางหลวงหลายช่องทางจราจร

การคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาคำนึงถึงหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น โดยได้ทำการพิจารณาจากแบบก่อสร้างของกรมทางหลวงและการเดินทางไปยังพื้นที่จริง ทั้งนี้เนื่องจากในแบบก่อสร้างสามารถให้รายละเอียดทางด้านเรขาคณิตของถนนได้แต่ไม่สามารถบอกถึงสภาพด้านข้างของถนนในปัจจุบันซึ่งอาจมีการก่อสร้างบ้านเรือนหรือร้านค้าบริเวณด้านข้างถนนทำให้ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ นอกจากนี้การคัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษายึดตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นแล้วพื้นที่ศึกษาที่เลือกต้องอยู่ใกล้กรุงเทพมหานครทั้งนี้เนื่องจากต้องการประหยัดค่าใช้จ่าย

ทางหลวงหมายเลข 36 (ชลบุรี – ระยอง) ถูกเลือกเป็นถนนที่ใช้ในการศึกษา ลักษณะเป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องทางจราจรเชื่อมระหว่างชลบุรีกับระยอง ดังแสดงในรูปที่ 3.1 มีความกว้างของช่องทาง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 2.5 เมตร มีเกาะกลางแบ่งการจราจรในสองทิศทาง ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) 38,681 คัน/วัน โดยจำแนกตามประเภทของรถได้ดังตารางที่



รูปที่ 3.1 ทางหลวงหมายเลข 36

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการจราจรแยกตามประเภทรถ

ประเภทรถ	ปริมาณ (คัน / วัน) *
รถนั่งส่วนบุคคล	10,527
รถโดยสาร 4 ล้อ	1,288
รถโดยสาร 6 ล้อ	582
รถบรรทุก 4 ล้อ	12,696
รถบรรทุก 6 ล้อ	8,567
รถบรรทุก 10 ล้อและรถพ่วง	5,021

* ปริมาณการจราจรบนทางหลวงปี 2540

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร (2540)

หลังจากนั้นจึงได้ทำการหาจุดสำรวจเพื่อให้ได้ระดับความชันที่ต้องการโดยการเดินทางไปยังพื้นที่จริง และได้ทำการคัดเลือกจุดสำรวจที่มีความชันต่าง ๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 จุดสำรวจต่าง ๆ บนทางหลวงหมายเลข 36

จุดที่	กม.ที่	ความชัน (เปอร์เซ็นต์)	ความยาว ทางลาด	การรบกวน ด้านข้าง	จุดตั้งกล้อง
1.	11+000 – 13+000 (EB)	0.000	-	ไม่มี	ดี
2.	11+000 – 13+000(WB)	0.000	-	ไม่มี	ไม่ดี
3.	6+650 – 6+975(WB)	0.945	325	มี	ดี
4.	19+750 - 20+250(EB)	0.967	500	มี	ไม่ดี
5.	3+450 – 3+975(WB)	1.217	525	มี	ดี
6.	4+025 - 4+250(EB)	1.732	225	มี	ดี
7.	15+000-15+250(WB)	1.846	200	ไม่มี	ไม่ดี
8.	14+725 - 14+925(EB)	1.846	200	ไม่มี	ดี
9.	20+350 – 21+000(WB)	1.856	650	มี	ดี
10.	9+350 – 10+300(WB)	1.600	950	ไม่มี	ไม่ดี
11.	21+700 - 21+950(EB)	1.690	250	มี	ดี
12.	17+575 - 17+950(EB)	4.240	375	ไม่มี	ดี

เมื่อพิจารณาจุดสำรวจต่าง ๆ จึงได้ทำการคัดเลือกจุดที่มีความเหมาะสมจำนวน 3 จุด โดยพิจารณาจากการรบกวนด้านข้าง ความยาวของช่วงทางลาดและพื้นที่ที่ใช้เป็นจุดตั้งกล้อง จุดที่คัดเลือกแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จุดสำรวจที่ใช้ในการศึกษา

จุดที่	กม.ที่	ความชัน (เปอร์เซ็นต์)	ความยาวทาง ลาด
1.(S0)	11+000 – 13+000(EB)	0.000	-
2.(S18)	14+725 – 14+925(EB)	1.846	200
3.(S42)	17+575 – 17+950(EB)	4.240	375

3.2 วิธีการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร

วิธีใช้คนนับ (Manual counting) เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายเนื่องจากผู้ทำการเก็บข้อมูล เพียงแต่ทำการนับจำนวนรถที่วิ่งผ่านจุดที่กำหนดแล้วบันทึกลงในสมุด หรืออาจใช้อุปกรณ์ช่วยในการนับเช่น Hand counter เมื่อปริมาณการจราจรมีค่าสูง ๆ วิธีการนี้มีข้อเสียคือค่าใช้จ่ายที่สูง และการเก็บข้อมูลติดต่อกันเป็นระยะเวลาอันจำเป็นต้องใช้แรงงานมาก ข้อดีของวิธีการนี้คือ สามารถนับแยกประเภทรถได้และสามารถบันทึกสภาพผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่เก็บข้อมูล ได้

การเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ (Mechanical counting) วิธีการนี้จะใช้ในกรณีการเก็บ ข้อมูลปริมาณการจราจรโดยไม่ต้องการปริมาณรถแยกตามประเภทเพียงแต่ต้องการค่าตัวเลข แสดงถึงปริมาณการจราจรเท่านั้น เครื่องมือที่มีการพัฒนาขึ้นมาช่วยในการนับรถในปัจจุบันมี หลายประเภทแต่จะมีหลักการทำงานคล้าย ๆ กันคือ มีตัวจับสัญญาณ (Detector) และเครื่องนับ (Counter) ตัวจับสัญญาณจะเป็นส่วนสำคัญในการนับรถโดยจะถูกกระตุ้นเมื่อรถวิ่งผ่านและจะส่ง สัญญาณไปยังเครื่องนับ ส่วนเครื่องนับจะทำงานเมื่อมีสัญญาณส่งเข้ามาเท่านั้นตัวจับสัญญาณมี อยู่หลายประเภท เช่น ชนิดกลไกแบบโลหะกระทบ (Positive contact) ชนิดใช้ลำแสงหรือรังสี อินฟราเรด (Photoelectric or Infrared) ชนิดใช้ความดัน (Pneumatic) ชนิดใช้ของเหลวแทน ความดัน (Hydraulic) เป็นต้น

การเก็บข้อมูลโดยใช้ภาพถ่าย (Photographic technique) วิธีนี้ใช้ภาพถ่าย เช่น ภาพ ยนต์ร์ วีดีทัศน์ หรือ ภาพถ่าย ซึ่งจะทำการบันทึกภาพจากบริเวณที่อยู่ระดับสูงกว่าและสามารถ มองเห็นได้ทั่วบริเวณที่ทำการศึกษา หลังจากนั้นจึงนำภาพที่บันทึกไว้มาทำการนับปริมาณการ จราจรตามที่ปรากฏในภาพซึ่งจะให้ผลอย่างสมบูรณ์และจำนวนที่แน่นอน นอกจากนี้เมื่อต้องการ ศึกษาเพิ่มเติมหรือมีข้อสงสัยในรายละเอียดก็สามารถตรวจสอบจากภาพที่บันทึกไว้ได้

การเก็บข้อมูลโดยวิธีการเคลื่อนที่ของรถ (Moving vehicle method) การศึกษาโดย วิธีนี้ทำโดยการขับรถปะปนไปในกระแสจราจรบนถนนแล้วทำการบันทึกข้อมูล ระยะเวลาการเดินทาง จำนวนรถที่วิ่งสวนทางกับรถทดลอง จำนวนรถที่ถูกรถทดลองแซงผ่านข้างหน้าไป และจำนวน รถที่แซงรถทดลอง จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาปริมาณการจราจร

การเก็บข้อมูลข้อมูลปริมาณการจราจรเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องวิดีโอที่ติดตั้งนี้เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ

3.3 วิธีเก็บข้อมูลความเร็วของขบวนรถ

วิธีเก็บข้อมูลโดยใช้นาฬิกาจับเวลา ผู้ทำการเก็บข้อมูลจะทำการจับเวลาที่รถวิ่งผ่านจุดสังเกต 2 จุด โดยที่จุดดังกล่าวอาจเป็นจุดที่ทำเครื่องหมายไว้บนผิวจราจร หรืออาจใช้ Enoscope ก็ได้ วิธีการดังกล่าวมีข้อดีคือสามารถเก็บข้อมูลได้ง่าย และไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง ข้อเสียคือเกิดความผิดพลาดได้ง่ายเนื่องจากผู้สังเกตอาจจับเวลาไม่ทันเมื่อรถวิ่งมาถึงจุดสังเกต

วิธีเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Pneumatic tube เครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วยเครื่องจับสัญญาณ (Detector) และเครื่องจับเวลา เครื่องจับสัญญาณมีลักษณะเป็นท่อที่มีอากาศอยู่ภายในเมื่อรถวิ่งทับก็จะส่งสัญญาณออกมา การติดตั้งเครื่องจับสัญญาณจะติดตั้งขวางกับทิศทางการจราจรโดยทำการติดตั้ง 2 จุดที่ห่างกันพอสมควร ในส่วนของเครื่องจับเวลามีการพัฒนาขึ้นมาหลายรูปแบบ อาทิ เช่น นาฬิกาจับความเร็ว (Speed watch) เครื่องมือ 20 pen graphic recorder นาฬิกาจับเวลาอิเล็กทรอนิกส์ (Electrically operated meter) เป็นต้น ข้อเสียของวิธีนี้คือ เครื่องจับสัญญาณซึ่งเป็นท่อวางไว้บนผิวจราจรอาจมีผลต่อการขับขี่

การเก็บข้อมูลโดยใช้ภาพถ่าย เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น ภาพที่บันทึกจะทำการบันทึกในรูปแบบภาพยนตร์ วิดีทัศน์ เป็นต้น จากนั้นจึงนำภาพที่บันทึกไว้มาฉายซ้ำและทำการจับเวลาการเคลื่อนที่ของรถผ่านจุดสังเกต 2 จุดที่ทราบระยะทางที่แน่นอนเพื่อคำนวณหาความเร็วต่อไป

การเก็บข้อมูลโดยใช้เรดาร์หรืออัลตราโซนิก เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลจะทำการส่งคลื่นไปกระทบขบวนรถ คลื่นดังกล่าวจะสะท้อนกลับไปยังเครื่องมือ จากนั้นเครื่องจะนำความถี่ของคลื่นที่เปลี่ยนไปเพื่อคำนวณหาความเร็วของขบวนรถ วิธีการนี้มีข้อดีคือ เครื่องมือติดตั้งและใช้งานได้ง่ายและไม่ค่อยมีผลต่อพฤติกรรมจราจร แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถใช้ในกรณีที่มีปริมาณการจราจรมีค่าสูงและในกรณีถนนหลายช่องทาง

การเก็บข้อมูลความเร็วโดยใช้วิธีทัศนเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการถอดข้อมูลมากทั้งนี้เนื่องจากการบันทึกภาพไม่สามารถบันทึกภาพในมุมกว้างได้ ความกว้างของภาพที่บันทึกได้มีระยะไม่เกิน 20 เมตร ประกอบกับจุดตั้งกล้องไม่สามารถหาจุดที่อยู่บนที่สูงได้จึงจำเป็นต้องตั้งไว้ข้างถนน เป็นผลทำให้ภาพของรถในช่องทางด้านขวามีโอกาสถูกบังโดยรถที่อยู่ในช่องทางด้านซ้ายเป็นผลทำให้ไม่สามารถหาความเร็วของรถบางคันในช่องทางด้านขวาได้ การใช้ Loop detector และ เรดาร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงนอกจากนี้การใช้เครื่องมือดังกล่าวยังจำเป็นต้องเจาะผิวถนน การใช้เรดาร์ในการเก็บข้อมูลก็ประสบปัญหาในการเก็บข้อมูลความเร็วของรถในช่องทางขวาจำเป็นที่ต้องให้ผู้ทำการสำรวจบริเวณไหล่ทางด้านขวาซึ่งมีความกว้างเพียง 1.50 เมตร เป็นผลทำให้เกิดอันตรายต่อผู้สำรวจและการให้ผู้สำรวจยืนอยู่ในจุดดังกล่าวยังอาจมีผลต่อผู้ขับขี่รถยนต์ ทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นเป็นผลทำให้การเก็บข้อมูลความเร็วของรถยนต์จำเป็นต้องใช้คนในการเก็บข้อมูล ถึงแม้ว่าจะเป็นผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นก็ตาม

3.4 วิธีเก็บข้อมูล headway

วิธีใช้คน โดยการให้ผู้เก็บข้อมูลทำการจับเวลาเพื่อหา headway วิธีนี้มีข้อเสียคือค่าใช้จ่ายสูง และอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย นอกจากนี้การเก็บข้อมูลติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจำเป็นต้องใช้แรงงานมาก

การเก็บข้อมูลโดยใช้ Inductive loop detector เครื่องมือดังกล่าวจะถูกติดตั้งไว้ใต้ผิวจราจร เมื่อส่วนหน้าของรถผ่านเข้าไปในลูบเครื่องตรวจจับจะถูกกระตุ้นให้ทำงาน และเมื่อส่วนท้ายของรถผ่านลูบไปเครื่องตรวจจับก็จะอยู่ในสภาวะเปิดเพื่อรอรับข้อมูลใหม่ต่อไป สัญญาณจากเครื่องตรวจจับสามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาค่า headway วิธีการนี้อาจให้ผลที่ผิดพลาดเมื่อรถยนต์วิ่งตามกันในระยะที่ใกล้กันมากและในบางกรณีจำเป็นต้องทำการทดสอบและปรับแต่งเครื่องมือเมื่อต้องติดตั้งเครื่องมือในบริเวณที่มีโลหะขนาดใหญ่ฝังอยู่

การเก็บข้อมูลโดยใช้ภาพถ่าย เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น ภาพที่บันทึกจะทำการบันทึกในรูปแบบภาพยนตร์ วิธีทัศน เป็นต้น จากนั้นจึงนำภาพที่บันทึกไว้มาฉายซ้ำแล้วทำการจับเวลาเพื่อหาค่า headway

เก็บข้อมูล headway เลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องวิดีโอที่คนทั้งนี้เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถเก็บค่า headway ของขบวนรถทุกคันได้ และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

3.5 การเก็บข้อมูลในสนาม

การเก็บข้อมูลในสนามทำการเก็บข้อมูลพื้นที่ศึกษาละ 1 วัน โดยทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาระหว่าง 9:00 – 12:00 และ 13:00-17:00 น. รวมเวลาเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 7 ชั่วโมง การเลือกวันในการเก็บข้อมูลจะเลือกวันที่อยู่กลางสัปดาห์และในช่วงนั้นต้องไม่อยู่ในสัปดาห์ที่มีวันหยุดติดต่อกันหลายวันทั้งนี้เนื่องจากอาจทำให้ปริมาณการจราจรผิดไปจากสภาพปกติได้

ตารางที่ 3.4 วันที่ทำการเก็บข้อมูลในสนาม

พื้นที่ศึกษา	วันที่เก็บข้อมูล
ความชัน 0.000	28 มีนาคม 2543
ความชัน 1.846	27 มิถุนายน 2543
ความชัน 4.240	29 มิถุนายน 2543

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในสนามประกอบด้วย

1. กล้องวิดีโอที่คน SONY รุ่น TR330
2. แบตเตอรี่รุ่น NP33 บันทึกต่อเนื่องได้ 70 นาที
3. แบตเตอรี่รุ่น NP77H บันทึกต่อเนื่องได้ 205 นาที
4. ม้วนเทปบันทึกภาพขนาดความยาว 60 นาทีและ 90 นาที
5. ขาดังกล้อง
6. นาฬิกาจับเวลา
7. สมุดบันทึกข้อมูล

การบันทึกภาพการจราจรโดยการตั้งกล้องที่บริเวณด้านข้างถนน การตั้งกล้องจะพยายามตั้งในจุดที่ห่างจากขอบถนนให้มากที่สุดทั้งนี้เพื่อให้ภาพที่บันทึกได้มีความกว้างมากขึ้นซึ่งจะทำให้การถอดข้อมูลกระทำได้โดยสะดวก จุดที่ตั้งกล้องเป็นจุดที่สิ้นสุดของความชันทั้งนี้เพื่อจะเห็นผลกระทบของขบวนขนาดใหญ่ชัดเจนขึ้น และนอกจากนี้จุดที่ตั้งกล้องต้องเป็นจุดที่ไม่ทำให้เกิดการถ่ายภาพย้อนแสงเพื่อให้ภาพที่ได้ชัดเจนและไม่เกิดการหลอมนของภาพขึ้น

เนื่องจากแบตเตอรี่ที่ใช้มี 2 ขนาดคือบันทึกได้ 70 นาที และ 205 นาทีตามลำดับ แต่เนื่องจากอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ทั้งสองก่อนค่อนข้างนาน จึงเป็นผลทำให้ไม่สามารถบันทึกภาพได้ตามเวลาดังกล่าว การเก็บข้อมูลในสนามได้เริ่มใช้แบตเตอรี่ที่บันทึกได้ 205 นาทีเพื่อทำการบันทึกภาพและใช้ม้วนเทปขนาดความยาว 60 นาที ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยนม้วนเทปที่ใช้บันทึกเมื่อครบ 1 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาในการเปลี่ยนเทปประมาณ 30 วินาที

การเก็บข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์โดยวิธี Constant speed และ Constant spacing ทำโดยใช้ผู้สำรวจ 3 คนต่อ 1 ช่องทาง คนที่หนึ่งทำการเก็บความเร็วของขบวนคันที่วิ่งนำหน้า คนที่สองเก็บความเร็วของขบวนคันที่วิ่งตามหลัง ส่วนคนที่สามเก็บข้อมูล headway การเก็บข้อมูลความเร็วของขบวนผู้ทำการเก็บข้อมูลจะทำการจับเวลาที่รถวิ่งผ่านจุดสังเกต 2 จุด โดยที่จุดดังกล่าวเป็นจุดที่ทำเครื่องหมายไว้บนผิวจราจร จุดทั้งสองห่างกัน 50 เมตร เนื่องจากข้อมูลจะต้องเป็นข้อมูลของขบวนคันเดียวกันดังนั้นผู้สำรวจทั้งสามคนต้องนัดหมายกันก่อนที่จะทำการเก็บเมื่อตกลงกันแล้วว่าจะเก็บข้อมูลของรถคันใด ผู้สำรวจคนที่หนึ่งและคนที่สองจะทำการเก็บข้อมูลความเร็วของรถทั้งสองคันนั้น ในขณะเดียวกันผู้สำรวจคนที่สามต้องทำการเก็บข้อมูล headway ทั้งสองคัน

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเก็บข้อมูลสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. จุดตั้งกล้องบางจุดมีวัชพืชปกคลุมมากดังนั้นอาจได้รับอันตรายจากสัตว์ต่างๆ ได้
2. แบตเตอรี่ที่ใช้มีอายุการใช้งานมานานทำให้ไม่สามารถบันทึกภาพได้ตามเวลาที่คาดไว้
3. สภาพอากาศที่ร้อนและลมที่แรงอาจทำความเสียหายแก่กล้องบันทึกภาพได้
4. การเลือกจุดตั้งกล้องจำเป็นต้องตั้งในจุดที่ผู้ขับขีมองไม่เห็น

3.6 การถอดข้อมูลที่สำรวจได้ในสนาม

3.6.1 วิธีการถอดข้อมูล lagging time headway

วิธีการที่ใช้ในการถอดข้อมูลจากวีดิทัศน์มีวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. การใช้นาฬิกาจับเวลา
2. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จับเวลา
3. การถอดข้อมูลโดยการนับจำนวนเฟรม
4. การใช้เครื่องมือบันทึกเวลาในเทปบันทึกภาพ

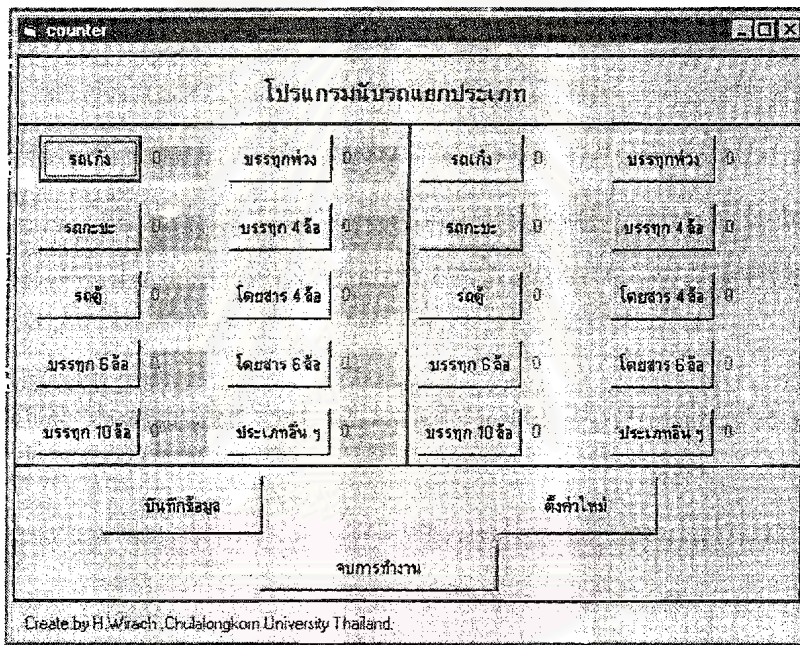
3.6.1.1 การใช้นาฬิกาจับเวลา

การถอดข้อมูลด้วยวิธีนี้กระทำโดยการเล่นเทปด้วยความเร็วปกติ จากนั้นจึงใช้นาฬิกาจับเวลาหาค่า lagging time headway นอกจากการใช้ความเร็วปกติแล้วการเล่นเทปอาจเล่นที่ความเร็ว $\frac{1}{2}$ เท่า หรือ $\frac{1}{4}$ เท่า ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องเล่นเทปที่ใช้ วิธีการนี้ใช้เวลาในการถอดข้อมูลค่อนข้างมาก เนื่องจากนาฬิกาจับเวลาสามารถจับเวลาได้เพียง 1 คั่น จากนั้นจึงต้องหยุดเทปและเล่นเทปใหม่

ความผิดพลาดของการถอดข้อมูลโดยวิธีการนี้ Kite et al (1993) อ้างถึงใน Bonneson and Fitts (1995) ทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แทนนาฬิกาจับเวลา การหาค่าเวลาทำโดยการทดทีเคียแทน Kite et al (1993) ทำการทดลองโดยให้ผู้สังเกตการณ์จับเวลาค่าต่างๆ ที่สุ่มขึ้นมาเป็นจำนวน 2,300 ครั้ง โคนแต่ละครั้งจะใช้ช่วงเวลาไม่เท่ากัน ในการทดลองแต่ละช่วงเวลาจะทำการทดลอง 2 ครั้ง พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการจับเวลาช่วงเดียวกัน 1 ครั้ง มีค่า 0.4 วินาที หรืออาจกล่าวได้ว่า headway ที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งจะแตกต่างกันประมาณ 0.4 วินาที

3.6.1.2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จับเวลา

วิธีการนี้ทำเช่นเดียวกับการใช้นาฬิกาจับเวลา แต่การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถจับเวลาได้ครั้งละหลายๆ ค่า และสามารถบันทึกข้อมูลที่ได้อลงในไฟล์ และสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ที่ได้โดยง่าย การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเพื่อใช้ในการวัดค่า lagging time headway ดังแสดงในรูปที่ 3.2 นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถใช้นับปริมาณการจราจรได้ ส่วนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวัดค่ามีค่าเช่นเดียวกับการใช้นาฬิกาจับเวลา



รูปที่ 3.2 โปรแกรมวัดค่า lagging time headway

3.6.1.3 การถอดข้อมูลโดยการนับจำนวนเฟรม

วิธีนี้ทำการถอดข้อมูลโดยการเล่นเทปไปที่ละเฟรม แทนการเล่นเทปด้วยความเร็วปกติ การอ่านค่าเวลาทำโดยการนับจำนวนเฟรม และหาว่าเฟรมหนึ่งเฟรมมีค่าเวลาเท่ากับเท่าใด เช่น เฟรมละ 1/30 วินาที หรือ 1/25 วินาที เป็นต้น การหาจำนวนเฟรมทำโดยการนับจำนวนเฟรมที่เลื่อนไปหรือถ้าหากเครื่องบันทึกสามารถบันทึกหมายเลขแสดงเฟรมลงไปบนภาพก็สามารถอ่านจำนวนเฟรมจากจอได้

ความละเอียดของการวัดค่าจะขึ้นอยู่กับจำนวนเฟรมในแต่ละวินาที เครื่องเล่นวีดิทัศน์ที่ใช้มีความละเอียด 25 เฟรม ใน 1 วินาที ดังนั้นความละเอียดของการวัดค่ามีค่าเท่ากับ 0.04 วินาที การถอดข้อมูลด้วยวิธีการนับจำนวนเฟรมเป็นวิธีที่ใช้เวลา เนื่องจากต้องเล่นภาพไปที่ละเฟรม จากการทดลองถอดข้อมูลพบว่าใช้เวลามากถึง 12 เท่า และนอกจากนี้ยังต้องนำข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

3.6.1.4 การใช้เครื่องมือบันทึกเวลาลงบนเทปบันทึกภาพ

เครื่องมือบันทึกเวลาลงบนเทปบันทึกภาพ (Time Coding) เป็นเครื่องมือที่จะบันทึกภาพของเวลาลงบนสัญญาณวีดิทัศน์เพื่อให้ความละเอียดมากขึ้น โดยทั่วไปเครื่องมือดังกล่าวให้ความละเอียดได้ถึง 0.01 วินาที (ซึ่งจะมีความละเอียดมากกว่าเฟรมของวีดิทัศน์ เช่น 1/25 วินาที) อย่างไรก็ตามเนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวไม่สามารถหามาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้

3.6.2 วิธีการถอดข้อมูลปริมาณการจราจร

การถอดข้อมูลปริมาณการจราจรทำโดยใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษาเบสิก โปรแกรมดังกล่าวสามารถนับรถแยกออกเป็นประเภทต่างๆ การใช้งานโดยการกดคีย์บอร์ด เพื่อบันทึกปริมาณการจราจรของรถประเภทต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 (โปรแกรมวัดค่า lagging time headway) อย่างไรก็ตามโปรแกรมนี้ไม่สามารถนับรถอย่างต่อเนื่องได้ ดังนั้นเมื่อครบเวลาที่ต้องการต้องทำการจดบันทึกค่าจากนั้นจึงเริ่มนับใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6.3 ขั้นตอนการถอดข้อมูลที่สำรวจได้จากสนาม

3.6.3.1 การถอดข้อมูลปริมาณการจราจร

การถอดข้อมูลปริมาณการจราจรโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนดังนี้

1. เล่นเทปด้วยความเร็วปกติ
2. ทำการนับปริมาณการจราจร โดยใช้ผู้สังเกตการณ์ 2 คน นับรถคนละ 1 ช่องทาง
3. เมื่อครบกำหนด 5 นาที จึงทำการหยุดเทปและจดบันทึกค่าปริมาณการจราจรที่นับได้ในตารางบันทึกข้อมูล จากนั้นจึงเริ่มต้นนับในช่วงเวลาถัดไป

3.6.3.2 การถอดข้อมูล lagging time headway

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เทปด้วยความเร็ว 1/5 เท่าของความเร็วปกติ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถของเครื่องเล่นวีดีทัศน์
2. ทำการวัดค่าโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้สังเกตการณ์ 2 คน แยกวัดค่าคนละ 1 ช่องทาง การจับเวลาทำได้โดยการกดคีย์เมื่อกันชนด้านท้ายของรถผ่านเส้นที่ทำเครื่องหมายไว้
3. โปรแกรมจะทำการบันทึกค่าเวลาและประเภทของรถที่ผ่านจุดสังเกตไว้ในแฟ้มข้อมูลในคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4.1.1 ปริมาณการจราจร

ข้อมูลที่สามารถได้ในพื้นที่ศึกษา S0 มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย 1,452 คัน/ชั่วโมง โดยมีปริมาณการจราจรในช่องทางซ้าย 696 คัน/ชั่วโมง และช่องทางขวา 756 คัน/ชั่วโมง มีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่คิดเป็น 27.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่ในช่องทางซ้ายคิดเป็น 46.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่องทางขวามีสัดส่วนยวดยานขนาดใหญ่คิดเป็น 9.1 เปอร์เซ็นต์

สำหรับพื้นที่ศึกษา S18 มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย 1,309 คัน/ชั่วโมง โดยมีปริมาณการจราจรในช่องทางซ้าย 638 คัน/ชั่วโมง และช่องทางขวา 671 คัน/ชั่วโมง มีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่คิดเป็น 30.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่ในช่องทางซ้ายคิดเป็น 50.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่องทางขวามีสัดส่วนยวดยานขนาดใหญ่คิดเป็น 11 เปอร์เซ็นต์

สำหรับพื้นที่ศึกษา S42 พบว่ามีปริมาณการจราจรเฉลี่ย 1,326 คัน/ชั่วโมง โดยมีปริมาณการจราจรในช่องทางซ้าย 472 คัน/ชั่วโมง และช่องทางขวา 854 คัน/ชั่วโมง มีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่คิดเป็น 27.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่ในช่องทางซ้ายคิดเป็น 50.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่องทางขวามีสัดส่วนยวดยานขนาดใหญ่คิดเป็น 14.6 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการจราจรทั้งสามพื้นที่ศึกษาพบว่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนยวดยานขนาดใหญ่ก็มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน สำหรับสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่ในช่องทางซ้ายพบว่าพื้นที่ศึกษา S18 และ S42 มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่พื้นที่ศึกษา S0 จะมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนยวดยานขนาดใหญ่ในช่องทางขวาพบว่าพื้นที่ศึกษา S0 มีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ S18 และพื้นที่ศึกษา S42 มีค่าสูงที่สุดซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่มีความลาดชันมากขึ้นยวดยานขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพดีมักจะเลือกใช้ช่องทางขวาเพื่อทำการแซงยวดยานที่มีประสิทธิภาพต่ำมากขึ้น

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา S0

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย		ช่องทางขวา		รวม 2 ช่องทาง	
	คัน/ชม.	%	คัน/ชม.	%	คัน/ชม.	%
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	370	53.2	687	90.9	1057	72.8
รถบรรทุก 6 ล้อ	103	14.8	16	2.1	119	8.2
รถบรรทุก 10 ล้อ	105	15.1	21	2.5	126	8.7
รถบรรทุกพ่วง	105	15.1	15	2.0	120	8.3
รถโดยสาร 6 ล้อ	13	1.8	17	2.2	30	2.1
รวม	696	100	756	100	1,452	100

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา S18

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย		ช่องทางขวา		รวม 2 ช่องทาง	
	คัน/ชม.	%	คัน/ชม.	%	คัน/ชม.	%
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	314	49.2	597	89.0	911	69.6
รถบรรทุก 6 ล้อ	98	15.4	20	3.0	118	9.0
รถบรรทุก 10 ล้อ	115	18.0	23	3.4	138	10.6
รถบรรทุกพ่วง	102	16.0	15	2.2	117	8.9
รถโดยสาร 6 ล้อ	9	1.4	16	2.4	25	1.3
รวม	638	100	671	100	1,309	100

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา S42

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย		ช่องทางขวา		รวม 2 ช่องทาง	
	คัน/ชม.	%	คัน/ชม.	%	คัน/ชม.	%
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	232	49.2	729	85.4	961	72.5
รถบรรทุก 6 ล้อ	66	14.0	41	4.8	107	8.1
รถบรรทุก 10 ล้อ	83	17.6	32	3.7	115	8.7
รถบรรทุกพ่วง	82	17.3	33	3.9	115	8.7
รถโดยสาร 6 ล้อ	9	1.9	19	2.2	28	2.0
รวม	472	100	854	100	1,326	100

4.1.2 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทาง

พื้นที่ศึกษา S0 พบว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ช่องทางขวา 65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรถบรรทุกจะใช้ช่องทางซ้ายมากกว่าช่องทางขวาโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์โดยพบว่ามีรถบรรทุก 10 ล้อ จะเลือกใช้ช่องทางขวามากกว่ารถบรรทุกประเภทอื่น ๆ ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อจะใช้ช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย

ส่วนพื้นที่ศึกษา S18 พบว่าพบว่ามีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ช่องทางขวา 65.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรถบรรทุกกว่า 80 เปอร์เซ็นต์จะใช้ช่องทางซ้ายมากกว่าช่องทางขวาโดยพบว่ามีรถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อจะเลือกใช้ช่องทางขวามากกว่ารถบรรทุกพ่วง ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อจะใช้ช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย

สำหรับพื้นที่ศึกษา S42 พบว่าพบว่ามีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลใช้ช่องทางขวา 75.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรถบรรทุกจะใช้ช่องทางซ้ายมากกว่าช่องทางขวาโดยพบว่ามีรถบรรทุก 6 ล้อ จะเลือกใช้ช่องทางขวามากกว่ารถบรรทุก 10 ล้อและรถบรรทุกพ่วง ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อจะใช้ช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย

การที่ยอดยานขนาดใหญ่ใช้ช่องทางซ้ายมากกว่าช่องทางขวาเนื่องจากมีกฎหมายกำหนดไว้ให้รถที่วิ่งช้าต้องใช้ช่องทางซ้ายยกเว้นในกรณีที่ทำกาการแข่งขัน ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อจะใช้ช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพของรถโดยสาร 6 ล้อซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่ารถบรรทุกประกอบกับน้ำหนักบรรทุกที่น้อยกว่ารถบรรทุกประเภทต่าง ๆ เป็นผลให้รถโดยสารสามารถใช้ความเร็วได้สูงกว่ารถบรรทุก ดังนั้นเมื่อรถโดยสาร 6 ล้อที่มีความเร็วสูงกว่ารถบรรทุกวิ่งตามทันรถบรรทุก จึงทำการเปลี่ยนช่องทางเพื่อทำการแซง และในบางครั้งก็มักจะเลือกใช้ช่องทางขวาเนื่องจากสามารถใช้ความเร็วได้สูงกว่า

ตารางที่ 4.4 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทางในพื้นที่ศึกษา S0

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย (%)	ช่องทางขวา (%)
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	35.0	65.0
รถบรรทุก 6 ล้อ	86.6	13.4
รถบรรทุก 10 ล้อ	83.3	16.7
รถบรรทุกพ่วง	87.5	12.5
รถโดยสาร 6 ล้อ	43.3	56.7
รวม	47.9	52.1

ตารางที่ 4.5 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทางในพื้นที่ศึกษา S18

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย (%)	ช่องทางขวา (%)
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	34.5	65.5
รถบรรทุก 6 ล้อ	83.1	16.9
รถบรรทุก 10 ล้อ	83.3	16.7
รถบรรทุกพ่วง	87.2	12.8
รถโดยสาร 6 ล้อ	36.0	64.0
รวม	48.7	51.3

ตารางที่ 4.6 การกระจายปริมาณการจราจรตามช่องทางในพื้นที่ศึกษา S42

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย (%)	ช่องทางขวา (%)
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	24.1	75.9
รถบรรทุก 6 ล้อ	61.7	38.3
รถบรรทุก 10 ล้อ	72.2	27.8
รถบรรทุกพ่วง	71.3	28.7
รถโดยสาร 6 ล้อ	32.1	67.9
รวม	25.6	64.4

4.1.3 ความเร็วของขบวนรถ

จากข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของขบวนรถในพื้นที่ศึกษา S0 พบว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีความเร็วเฉลี่ยสูงสุด และในกรณีของรถบรรทุกพบว่ารถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่มีความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่ารถบรรทุกที่มีขนาดเล็ก ในช่องทางขวามีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายโดยเฉพาะความเร็วเฉลี่ยของรถบรรทุกจะมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าความเร็วเฉลี่ยของรถส่วนบุคคลและรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายและช่องทางขวามีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ รถบรรทุก 10 ล้อแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรถบรรทุกพ่วงพบว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและช่องทางขวามีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 75 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีของรถโดยสาร 6 ล้อพบว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาไม่แตกต่างกัน

สำหรับพื้นที่ศึกษา S18 พบว่าข้อมูลเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับพื้นที่ศึกษา S0 กล่าวคือความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีความเร็วเฉลี่ยสูงสุด และในกรณีของรถบรรทุกพบว่ารถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่มีความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่ารถบรรทุกที่มีขนาดเล็ก ในช่องทางขวามีค่ามากกว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายโดยเฉพาะความเร็วเฉลี่ยของรถบรรทุกและรถโดยสารจะมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและความเร็วเฉลี่ยของรถทุกประเภทมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในกรณีของพื้นที่ศึกษา S42 พบว่าความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีความเร็วเฉลี่ยสูงสุด และในกรณีของรถบรรทุกพบว่ารถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่มีความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่ารถบรรทุกที่มีขนาดเล็ก แต่ความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาของรถทุกประเภทมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และในกรณีของรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วงและรถโดยสาร 6 ล้อ พบว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางขวามีค่าต่ำกว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายเมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาของรถทุกประเภทไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์



เมื่อเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยของยวดยานในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ พบว่าความเร็วเฉลี่ยของยวดยานทุกประเภทในพื้นที่ศึกษา S0 มีค่าสูงที่สุด และความเร็วเฉลี่ยของยวดยานทุกประเภทในพื้นที่ศึกษา S42 มีค่าต่ำที่สุด เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าความเร็วเฉลี่ยของยวดยานประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งมีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ พบว่าความแตกต่างของความเร็วเฉลี่ยในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาในพื้นที่ศึกษา S18 มีความแตกต่างมากที่สุด ส่วนพื้นที่ศึกษา S42 มีความแตกต่างน้อยที่สุด ความแตกต่างดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ศึกษา S18 ซึ่งมีระดับความชัน 1.8 เปอร์เซ็นต์เป็นผลให้รถขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพต่ำจะเลือกใช้ช่องทางซ้ายแต่รถขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพสูงจะเลือกใช้ช่องทางขวาและระดับความชัน 1.8 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลต่อความเร็วของยวดยานขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนในกรณีของพื้นที่ศึกษา S42 ซึ่งมีระดับความชัน 4.2 เปอร์เซ็นต์ ระดับความชันดังกล่าวนี้ส่งผลกระทบต่อยวดยานขนาดใหญ่จึงเป็นผลให้ยวดยานขนาดใหญ่ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าที่เลือกใช้ช่องทางขวามีความเร็วลดลง

ตารางที่ 4.7 ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S0

ประเภทรถ	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)								
	ช่องทางซ้าย			ช่องทางขวา			รวม 2 ช่องทาง		
	Mean	N	S.D.	Mean	N	S.D.	Mean	N	S.D.
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	87.24	125	22.19	92.07	297	20.09	90.65	422	20.82
รถบรรทุก 6 ล้อ	69.68	79	16.13	81.99	37	23.22	73.81	116	19.42
รถบรรทุก 10 ล้อ	67.55	145	14.87	71.52	52	16.29	68.60	197	15.31
รถบรรทุกพ่วง	65.16	126	16.70	68.50	35	14.80	65.89	161	16.32
รถโดยสาร 6 ล้อ	77.66	20	18.65	77.00	44	20.36	77.25	64	19.70

ตารางที่ 4.8 ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S18

ประเภทรถ	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)								
	ช่องทางซ้าย			ช่องทางขวา			รวม 2 ช่องทาง		
	Mean	N	S.D.	Mean	N	S.D.	Mean	N	S.D.
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	67.23	268	14.45	86.72	564	15.09	80.44	832	17.45
รถบรรทุก 6 ล้อ	56.61	90	10.99	75.03	46	15.18	62.84	136	15.26
รถบรรทุก 10 ล้อ	54.82	182	12.31	73.14	52	13.97	58.89	234	14.79
รถบรรทุกพ่วง	51.81	142	11.94	67.61	41	16.42	55.35	183	14.60
รถโดยสาร 6 ล้อ	58.11	28	11.89	78.44	36	18.86	69.55	64	19.02

ตารางที่ 4.9 ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา S42

ประเภทรถ	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)								
	ช่องทางซ้าย			ช่องทางขวา			รวม 2 ช่องทาง		
	Mean	N	S.D.	Mean	N	S.D.	Mean	N	S.D.
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	67.67	147	22.53	67.77	546	15.90	67.75	693	17.50
รถบรรทุก 6 ล้อ	53.55	67	16.66	54.64	56	14.38	54.04	123	15.61
รถบรรทุก 10 ล้อ	52.61	102	15.24	49.52	48	12.34	51.62	150	14.41
รถบรรทุกพ่วง	51.62	80	17.72	48.45	33	12.45	50.60	113	16.38
รถโดยสาร 6 ล้อ	66.50	24	21.42	62.42	46	19.52	63.82	71	20.13

4.2 การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Headway เฉลี่ย

การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Headway เฉลี่ยเป็นการพิจารณาถึงสัดส่วนของ Headway ของยวดยานประเภทต่าง ๆ และค่า headway ของรถยนต์ส่วนบุคคลภายใต้สภาพการจราจรหนึ่ง ๆ ซึ่งค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$PCE_{ij} = H_{Tij}/H_{apj} \quad \text{-----} \quad (4.1)$$

โดยที่ PCE_{ij} คือค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกภายใต้สภาวะ j

H_{Tij} คือ ค่า headway เฉลี่ยของรถบรรทุกภายใต้สภาวะ j

H_{apj} คือ ค่า headway เฉลี่ยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้สภาวะ j

การวิเคราะห์ได้ทำการแบ่งข้อมูลที่สำรวจได้จากสนามออกเป็นช่วง ๆ ละ 15 นาที เนื่องจากมีสมมติฐานว่าสภาพการจราจรภายในช่วงเวลา 15 นาทีไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานประเภทต่าง ๆ โดยทำการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้าย ช่องทางขวาและรวมทั้งสองช่องทาง นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ผลของปริมาณการจราจรที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลค่า headway ที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่า headway ที่มีค่าน้อยกว่า 7 วินาทีทั้งนี้เนื่องจากค่า headway ที่มีค่ามากกว่า 7 วินาทีเป็นค่าที่ไม่สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างยวดยาน (Aryal, 1988)

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งในพื้นที่ศึกษา S0 แสดงในตารางที่ 4.10 – 4.12 เมื่อพิจารณาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.78-1.24 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 0.73-1.43 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 0.92-1.51 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.56-2.00 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 0.98 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.06 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.16 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.22 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.15 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.06 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.30 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุก ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าใกล้เคียงกับรถบรรทุก 10 ล้อ สำหรับกรณีของรถบรรทุก 6 ล้อที่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารถบรรทุก 6 ล้อไม่มีอิทธิพลต่อรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้าย

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.48-2.74 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 0.50-2.51 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 0.65-2.94 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.51-2.72 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.47 มีค่า

เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.46 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.43 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อและรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนรถบรรทุกพ่วงมีค่ามากที่สุด สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าใกล้เคียงกับรถบรรทุก 6 ล้อ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวามีค่ามากกว่าช่องทางซ้ายสำหรับรถทุกประเภท ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะส่งผลกระทบต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย

เมื่อทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.96-1.48 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 1.01-1.71 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 1.10-1.93 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.82-1.99 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.25 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.15 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.34 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.54 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.20 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.30 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.30 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุก ทั้งนี้เนื่องจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ นอกจากจะมีขนาดใหญ่กว่าแล้ว การบรรทุกน้ำหนักก็มากกว่ารถบรรทุกขนาดเล็ก และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลความเร็วของรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ จะพบว่ารถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่มีความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่ารถบรรทุกขนาดเล็ก จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นย่อมแสดงให้เห็นว่าขนาดของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์

การพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับปริมาณการจราจรพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกประเภทต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรมีค่าเพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนในกรณีของรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อ

ตารางที่ 4.10 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี

Headway เฉลี่ย

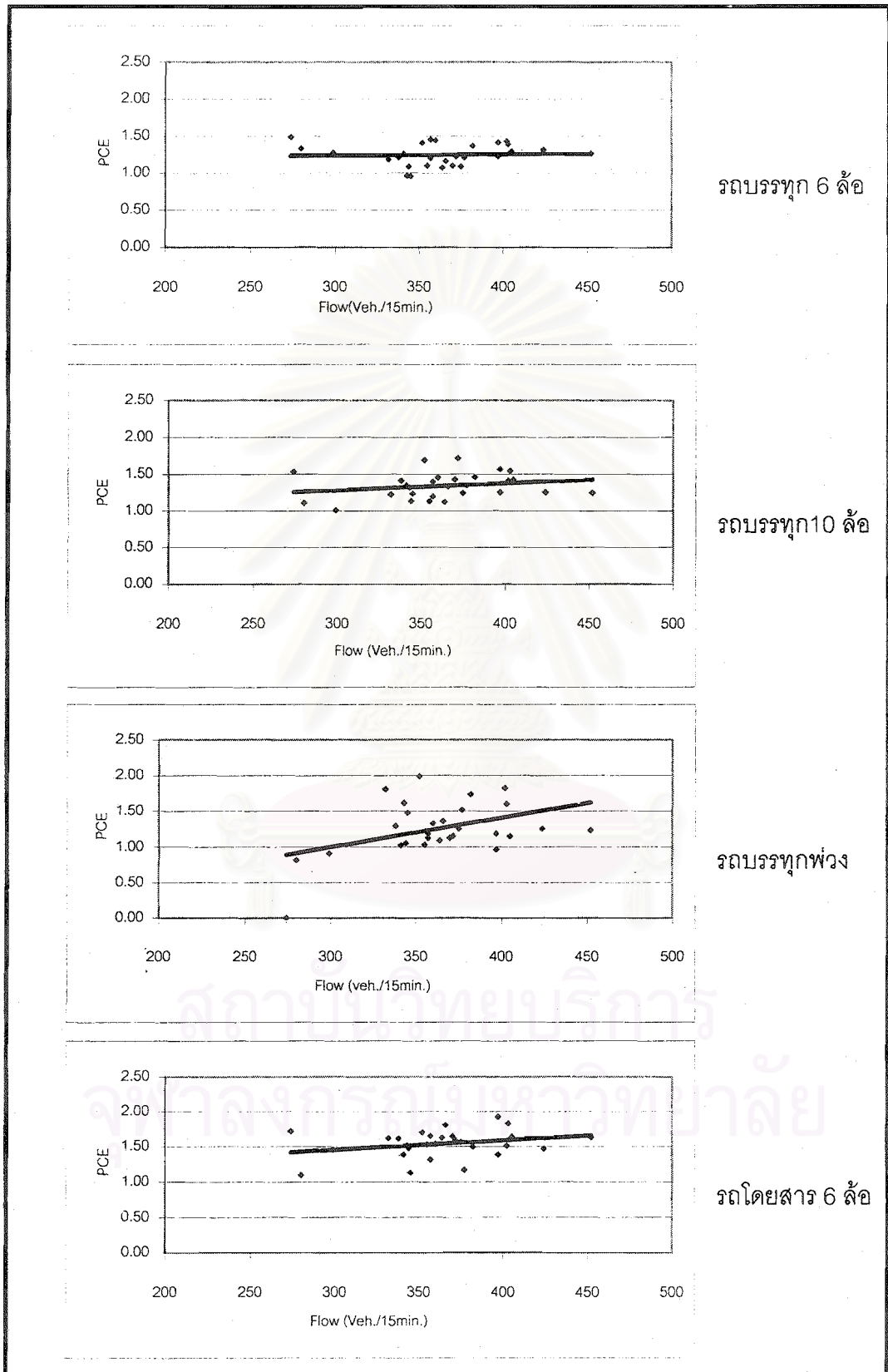
Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	3.34	3.08	3.96	3.75	2.41	0.92	1.18	1.12	0.72
09:15 - 09:30	3.22	2.98	3.24	4.31	-	0.93	1.01	1.34	-
09:30 - 09:45	3.47	2.69	3.91	3.40	4.47	0.78	1.13	0.98	1.29
09:45 - 10:00	3.40	3.74	4.10	4.10	3.03	1.10	1.21	1.21	0.89
10:00 - 10:15	3.22	3.31	3.78	3.12	2.12	1.03	1.17	0.97	0.66
10:15 - 10:30	3.24	4.01	3.15	4.83	3.55	1.24	0.97	1.49	1.09
10:30 - 10:45	3.14	3.30	3.09	3.65	3.91	1.05	0.98	1.16	1.24
10:45 - 11:00	3.19	3.41	3.52	3.77	6.38	1.07	1.10	1.18	2.00
11:00 - 11:15	3.52	2.88	3.12	3.89	3.61	0.82	0.99	1.11	1.03
11:15 - 11:30	3.38	3.23	3.71	4.25	3.52	0.95	1.10	1.26	1.04
11:30 - 11:45	3.07	3.36	3.59	4.54	1.72	1.10	1.17	1.48	0.56
11:45 - 12:00	3.43	3.06	3.31	3.42	2.94	0.89	0.96	1.00	0.86
12:00 - 12:15	3.30	3.22	3.67	4.99	4.09	0.98	1.11	1.51	1.24
13:15 - 13:30	3.25	3.89	4.66	4.23	-	1.20	1.43	1.30	-
13:30 - 13:45	3.02	3.30	3.48	3.85	3.51	1.09	1.15	1.28	1.17
13:45 - 14:00	2.98	3.29	3.45	3.71	3.88	1.10	1.16	1.25	1.30
14:00 - 14:15	3.03	2.55	3.26	4.06	5.11	0.84	1.07	1.34	1.69
14:15 - 14:30	3.50	3.12	4.84	4.30	2.74	0.89	1.38	1.23	0.78
14:30 - 14:45	3.32	3.37	3.16	3.89	4.55	1.02	0.95	1.17	1.37
14:45 - 15:00	3.50	3.00	3.42	4.15	3.65	0.86	0.98	1.19	1.04
15:00 - 15:15	3.40	2.74	3.63	4.81	3.33	0.81	1.07	1.41	0.98
15:15 - 15:30	3.54	3.16	2.81	4.01	3.00	0.89	0.79	1.13	0.85
15:30 - 15:45	3.60	2.80	3.23	4.49	3.20	0.78	0.90	1.25	0.89
15:45 - 16:00	3.45	3.46	3.50	3.75	3.45	1.00	1.01	1.09	1.00
16:00 - 16:15	3.55	3.76	3.15	3.29	3.15	1.06	0.89	0.92	0.89
16:15 - 16:30	3.60	3.73	2.63	4.36	3.67	1.04	0.73	1.21	1.02
16:30 - 16:45	3.22	3.17	4.26	3.90	3.00	0.99	1.32	1.21	0.93
16:45 - 17:00	3.20	3.13	3.13	4.26	3.37	0.98	0.98	1.33	1.05

ตารางที่ 4.11 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี
Headway เฉลี่ย

Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	2.22	5.94	1.83	1.86	3.55	2.67	0.82	0.84	1.60
09:15 - 09:30	2.15	3.53	5.37	1.97	3.29	1.64	2.49	0.92	1.53
09:30 - 09:45	2.66	5.14	1.32	-	-	1.93	0.50	-	-
09:45 - 10:00	2.57	3.58	2.80	-	-	1.39	1.09	-	-
10:00 - 10:15	2.27	2.35	2.72	2.38	4.40	1.03	1.20	1.04	1.94
10:15 - 10:30	2.15	2.37	3.40	2.51	2.74	1.10	1.59	1.17	1.28
10:30 - 10:45	1.94	2.35	2.21	5.15	1.90	1.21	1.14	2.65	0.98
10:45 - 11:00	2.16	4.88	3.42	-	3.62	2.26	1.58	-	1.68
11:00 - 11:15	2.23	-	1.47	4.51	2.08	-	0.66	2.02	0.93
11:15 - 11:30	1.80	1.72	3.02	2.91	1.93	0.95	1.68	1.62	1.07
11:30 - 11:45	1.86	2.73	2.95	3.36	2.61	1.47	1.58	1.81	1.40
11:45 - 12:00	2.03	2.62	2.29	3.53	-	1.29	1.13	1.74	-
12:00 - 12:15	2.57	3.15	-	-	1.73	1.22	-	-	0.67
13:15 - 13:30	2.44	3.88	1.75	6.09	-	1.59	0.72	2.50	-
13:30 - 13:45	1.82	1.69	3.22	5.37	3.55	0.93	1.77	2.94	1.94
13:45 - 14:00	2.07	2.58	3.03	1.35	4.12	1.25	1.47	0.65	2.00
14:00 - 14:15	2.44	2.71	4.94	3.86	4.04	1.11	2.03	1.58	1.66
14:15 - 14:30	2.07	3.68	3.75	3.46	3.39	1.78	1.81	1.67	1.63
14:30 - 14:45	2.11	2.74	3.13	2.90	2.28	1.30	1.48	1.38	1.08
14:45 - 15:00	2.24	1.61	1.78	3.70	2.56	0.72	0.79	1.65	1.14
15:00 - 15:15	2.17	3.61	5.44	2.38	2.79	1.66	2.51	1.10	1.28
15:15 - 15:30	2.22	1.07	4.07	3.18	2.55	0.48	1.83	1.43	1.15
15:30 - 15:45	2.12	3.73	1.37	3.66	2.69	1.76	0.65	1.72	1.27
15:45 - 16:00	2.04	4.32	4.19	4.14	3.13	2.12	2.06	2.03	1.54
16:00 - 16:15	2.50	6.85	4.65	-	1.28	2.74	1.86	-	0.51
16:15 - 16:30	2.43	-	6.08	3.15	2.15	-	2.50	1.30	0.88
16:30 - 16:45	1.97	3.43	2.25	3.93	5.35	1.74	1.14	2.00	2.72
16:45 - 17:00	2.39	1.87	3.24	4.01	6.01	0.78	1.36	1.68	2.52

ตารางที่ 4.12 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	2.65	3.20	3.71	3.50	2.98	1.20	1.40	1.32	1.12
09:15 - 09:30	2.54	3.09	3.60	4.11	3.29	1.21	1.41	1.62	1.29
09:30 - 09:45	3.02	2.88	3.73	3.40	4.47	0.96	1.23	1.13	1.48
09:45 - 10:00	2.96	3.73	4.00	4.10	3.03	1.26	1.35	1.39	1.02
10:00 - 10:15	2.60	3.14	3.50	3.03	3.95	1.21	1.35	1.17	1.52
10:15 - 10:30	2.66	3.87	3.18	4.40	3.15	1.46	1.20	1.65	1.18
10:30 - 10:45	2.35	3.09	2.93	3.83	2.90	1.31	1.25	1.63	1.24
10:45 - 11:00	2.49	3.57	3.51	3.77	4.54	1.43	1.41	1.51	1.82
11:00 - 11:15	2.61	2.88	2.95	4.00	2.69	1.10	1.13	1.53	1.03
11:15 - 11:30	2.38	3.07	3.39	3.89	2.72	1.29	1.43	1.64	1.15
11:30 - 11:45	2.25	3.18	3.53	4.33	2.16	1.41	1.57	1.93	0.96
11:45 - 12:00	2.48	3.03	3.11	3.44	2.94	1.23	1.25	1.39	1.19
12:00 - 12:15	2.76	3.21	3.67	4.99	3.75	1.16	1.33	1.81	1.36
13:15 - 13:30	2.62	3.89	4.01	4.50	-	1.48	1.53	1.72	-
13:30 - 13:45	2.21	3.06	3.41	4.04	3.54	1.39	1.54	1.83	1.60
13:45 - 14:00	2.31	3.16	3.37	3.47	4.01	1.37	1.46	1.50	1.74
14:00 - 14:15	2.67	2.56	3.53	4.04	4.31	0.96	1.32	1.52	1.62
14:15 - 14:30	2.67	3.27	4.58	4.24	3.09	1.22	1.71	1.59	1.16
14:30 - 14:45	2.52	3.31	3.15	3.70	3.16	1.32	1.25	1.47	1.25
14:45 - 15:00	2.59	2.82	3.22	4.06	3.24	1.09	1.24	1.57	1.25
15:00 - 15:15	2.60	2.86	3.71	4.28	2.93	1.10	1.42	1.65	1.13
15:15 - 15:30	2.64	2.99	2.99	3.90	2.78	1.13	1.13	1.48	1.05
15:30 - 15:45	2.69	2.89	3.02	4.38	2.94	1.07	1.12	1.63	1.09
15:45 - 16:00	2.46	3.54	3.58	3.79	3.27	1.44	1.46	1.54	1.33
16:00 - 16:15	2.99	3.99	3.32	3.29	2.45	1.33	1.11	1.10	0.82
16:15 - 16:30	2.92	3.73	2.94	4.26	2.65	1.28	1.01	1.46	0.91
16:30 - 16:45	2.29	3.23	3.88	3.90	4.57	1.41	1.69	1.70	1.99
16:45 - 17:00	2.59	3.07	3.17	4.20	4.69	1.19	1.22	1.62	1.81



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์หนึ่งส่วนบุคคลและปริมาณการจราจร
ในพื้นที่ศึกษา S0

จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณในกรณีต่างๆ พบว่าการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการรวมทั้งสองช่องทางเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นผลกระทบของขนาดใหญ่อุตสาหกรรมการจราจรทั้งหมด แต่เนื่องจากการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่วงเวลาต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ทำการประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์ ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับพื้นที่ศึกษา S0 ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่าประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

ประเภทรถ	PCE
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.19-1.31
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.27-1.41
รถบรรทุกพ่วง	1.46-1.62
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.18-1.42

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งในพื้นที่ศึกษา S18 แสดงในตารางที่ 4.14-4.16 เมื่อพิจารณาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.72-1.37 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 0.83-1.47 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 0.74-1.69 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.29-1.67 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 0.98 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.16 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.08 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.25 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.24 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 0.95 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุก สำหรับกรณีของรถบรรทุก 6 ล้อและรถโดยสาร 6 ล้อที่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารถบรรทุก 6 ล้อและรถโดยสาร 6 ล้อไม่มีอิทธิพลต่อรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้าย

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาแสดงในตารางที่ 4.15 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.48-1.90 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 0.58-2.78 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 0.49-2.36 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.49-2.58 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.11 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.31 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.18 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 10 ล้อและรถบรรทุกพ่วงมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าน้อยที่สุด สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าใกล้เคียงกับรถบรรทุก 6 ล้อ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวามีค่ามากกว่าช่องทางซ้ายสำหรับรถทุกประเภท ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารถยนต์ขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย

เมื่อทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.91-1.50 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 1.02-2.02 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 1.07-2.11 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.57-1.74 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.22 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.16 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.36 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.22 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.58 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.15 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุก

การพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับปริมาณการจราจรพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกประเภทต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรมีค่าเพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนในกรณีของรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อ

ตารางที่ 4.14 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

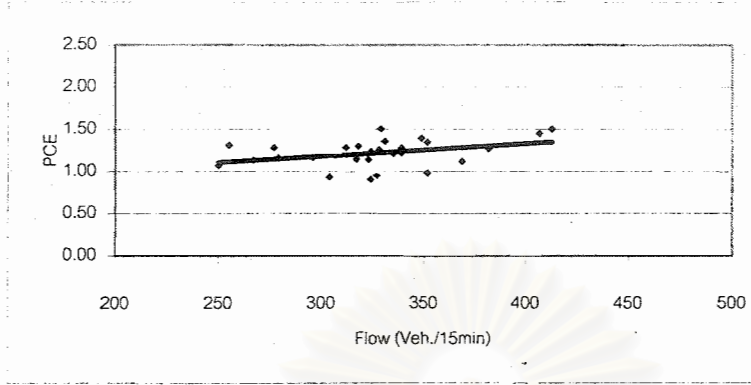
Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	3.67	3.23	4.00	4.19	-	0.88	1.09	1.14	-
09:15 - 09:30	4.09	3.43	3.65	4.51	-	0.84	0.89	1.10	-
09:30 - 09:45	3.52	4.12	3.39	3.61	-	1.17	0.96	1.03	-
09:45 - 10:00	2.85	2.60	4.19	4.82	1.58	0.91	1.47	1.69	0.55
10:00 - 10:15	2.67	3.19	3.83	3.48	4.10	1.19	1.44	1.30	1.54
10:15 - 10:30	3.11	2.57	3.11	4.70	4.72	0.83	1.00	1.51	1.52
10:30 - 10:45	2.66	3.22	3.49	4.37	4.28	1.21	1.31	1.65	1.61
10:45 - 11:00	2.61	3.24	3.15	3.33	1.28	1.24	1.20	1.27	0.49
11:00 - 11:15	3.09	2.93	3.27	3.37	-	0.95	1.06	1.09	-
11:15 - 11:30	2.52	2.29	3.21	4.09	-	0.91	1.27	1.62	-
11:30 - 11:45	2.75	2.83	3.06	4.06	3.36	1.03	1.11	1.47	1.22
11:45 - 12:00	2.62	3.60	2.72	3.46	4.17	1.37	1.04	1.32	1.59
12:00 - 12:15	2.81	3.37	3.61	4.32	2.93	1.20	1.28	1.54	1.04
13:15 - 13:30	3.73	2.67	3.60	3.52	4.50	0.72	0.97	0.94	1.21
13:30 - 13:45	3.62	3.75	3.50	4.44	1.06	1.04	0.97	1.23	0.29
13:45 - 14:00	3.04	3.33	3.52	3.71	-	1.10	1.16	1.22	-
14:00 - 14:15	3.31	2.81	3.45	4.10	3.31	0.85	1.04	1.24	1.00
14:15 - 14:30	3.62	3.17	3.31	4.34	6.05	0.88	0.91	1.20	1.67
14:30 - 14:45	3.41	2.90	2.98	4.12	2.40	0.85	0.88	1.21	0.70
14:45 - 15:00	3.10	2.89	2.95	3.73	-	0.93	0.95	1.21	-
15:00 - 15:15	3.90	3.62	3.26	2.89	4.88	0.93	0.84	0.74	1.25
15:15 - 15:30	3.83	3.13	3.82	3.03	4.11	0.82	1.00	0.79	1.07
15:30 - 15:45	3.07	3.11	3.96	4.40	4.62	1.02	1.29	1.43	1.51
15:45 - 16:00	3.69	3.21	4.29	4.47	3.11	0.87	1.16	1.21	0.84
16:00 - 16:15	3.49	3.38	2.89	3.90	2.71	0.97	0.83	1.12	0.78
16:15 - 16:30	3.18	2.89	3.45	3.82	4.15	0.91	1.08	1.20	1.30
16:45 - 17:00	3.14	3.03	3.09	4.37	1.97	0.97	0.99	1.39	0.63

ตารางที่ 4.15 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

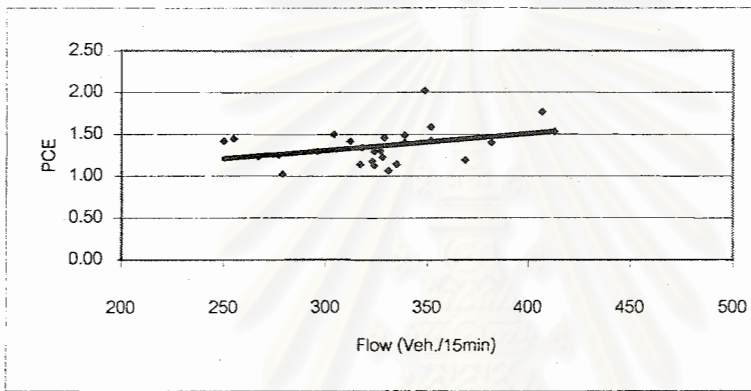
Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	2.50	2.07	3.51	-	2.52	0.83	1.41	-	1.01
09:15 - 09:30	2.40	2.41	-	5.38	2.36	1.01	-	2.24	0.98
09:30 - 09:45	2.47	2.25	1.43	4.00	1.10	0.91	0.58	1.62	0.44
09:45 - 10:00	2.69	2.75	-	2.91	6.92	1.02	-	1.08	2.58
10:00 - 10:15	2.20	-	2.14	5.18	-	-	0.97	2.36	-
10:15 - 10:30	2.51	1.70	-	-	1.85	0.68	-	-	0.74
10:30 - 10:45	2.33	2.87	3.29	4.33	-	1.23	1.41	1.86	-
10:45 - 11:00	2.52	3.05	-	-	3.24	1.21	-	-	1.29
11:00 - 11:15	2.34	1.83	2.77	-	2.21	0.78	1.18	-	0.95
11:15 - 11:30	2.22	2.41	5.71	3.30	2.91	1.08	2.57	1.49	1.31
11:30 - 11:45	2.27	2.30	1.98	-	-	1.01	0.87	-	-
11:45 - 12:00	2.48	2.24	-	3.25	3.54	0.90	-	1.31	1.43
12:00 - 12:15	2.39	2.29	3.88	3.73	1.17	0.96	1.62	1.56	0.49
13:15 - 13:30	2.08	1.79	2.25	3.28	3.29	0.86	1.08	1.58	1.58
13:30 - 13:45	2.07	3.04	4.25	3.97	1.68	1.47	2.05	1.91	0.81
13:45 - 14:00	2.26	1.95	2.60	1.45	1.42	0.86	1.15	0.64	0.63
14:00 - 14:15	1.95	3.16	1.36	0.95	1.94	1.63	0.70	0.49	1.00
14:15 - 14:30	2.11	1.01	2.04	3.91	3.55	0.48	0.97	1.85	1.68
14:30 - 14:45	1.53	2.58	2.44	3.12	1.78	1.69	1.60	2.04	1.16
14:45 - 15:00	2.22	1.84	1.58	-	2.81	0.83	0.71	-	1.26
15:00 - 15:15	2.22	3.03	3.83	2.98	3.40	1.36	1.73	1.34	1.53
15:15 - 15:30	1.72	2.71	3.14	1.58	2.85	1.58	1.83	0.92	1.66
15:30 - 15:45	1.69	1.71	4.70	2.15	2.97	1.02	2.78	1.28	1.76
15:45 - 16:00	2.16	4.10	2.82	2.32	1.62	1.90	1.31	1.07	0.75
16:00 - 16:15	2.17	1.40	2.54	1.95	1.76	0.64	1.17	0.90	0.81
16:15 - 16:30	1.91	2.25	2.64	2.74	1.40	1.18	1.38	1.43	0.73
16:45 - 17:00	2.17	3.16	3.42	3.06	5.35	1.46	1.58	1.41	2.47

ตารางที่ 4.16 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

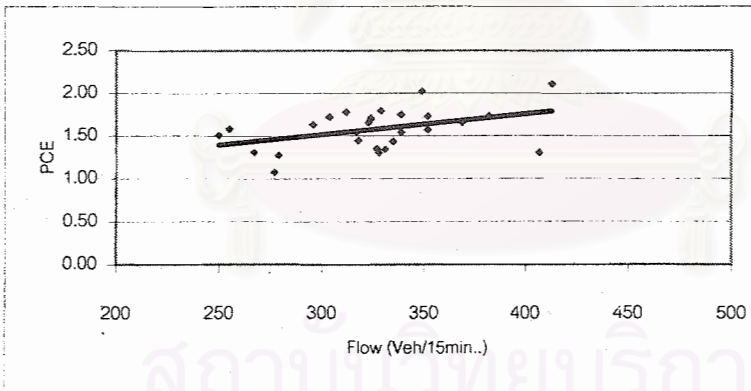
Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	2.78	2.97	3.95	4.19	2.52	1.07	1.42	1.51	0.91
09:15 - 09:30	2.82	3.28	3.65	4.60	2.36	1.16	1.29	1.63	0.84
09:30 - 09:45	2.83	3.29	2.90	3.61	0.00	1.16	1.02	1.27	0.00
09:45 - 10:00	2.80	2.61	4.19	4.82	3.36	0.93	1.50	1.72	1.20
10:00 - 10:15	2.44	3.19	3.52	3.86	4.10	1.31	1.45	1.58	1.68
10:15 - 10:30	2.76	2.50	3.11	4.70	2.11	0.91	1.13	1.71	0.77
10:30 - 10:45	2.45	3.15	3.47	4.36	4.28	1.28	1.42	1.78	1.74
10:45 - 11:00	2.56	3.22	3.15	3.33	2.59	1.26	1.23	1.30	1.01
11:00 - 11:15	2.58	2.93	3.18	3.37	2.21	1.14	1.23	1.31	0.86
11:15 - 11:30	2.34	2.30	3.34	4.05	2.91	0.98	1.43	1.73	1.24
11:30 - 11:45	2.45	2.75	2.93	4.06	3.36	1.12	1.19	1.65	1.37
11:45 - 12:00	2.55	3.46	2.72	3.43	4.17	1.36	1.06	1.34	1.63
12:00 - 12:15	2.47	3.15	3.68	4.32	2.05	1.28	1.49	1.75	0.83
13:15 - 13:30	2.55	2.44	3.34	3.45	3.69	0.96	1.31	1.35	1.45
13:30 - 13:45	2.45	3.69	3.57	4.39	1.47	1.50	1.46	1.79	0.60
13:45 - 14:00	2.52	3.28	3.37	3.63	1.42	1.30	1.34	1.44	0.57
14:00 - 14:15	2.28	2.90	3.20	3.96	2.49	1.27	1.40	1.73	1.09
14:15 - 14:30	2.59	2.96	3.06	4.29	4.38	1.14	1.18	1.65	1.69
14:30 - 14:45	1.86	2.79	2.84	3.92	2.01	1.50	1.53	2.11	1.08
14:45 - 15:00	2.41	2.77	2.75	3.73	2.81	1.15	1.14	1.55	1.16
15:00 - 15:15	2.70	3.46	3.39	2.90	3.82	1.28	1.25	1.07	1.41
15:15 - 15:30	2.10	3.04	3.71	2.74	3.21	1.45	1.77	1.30	1.53
15:30 - 15:45	2.00	2.79	4.03	4.04	3.44	1.40	2.02	2.02	1.72
15:45 - 16:00	2.53	3.41	4.03	3.98	2.36	1.35	1.59	1.57	0.93
16:00 - 16:15	2.47	2.99	2.81	3.53	2.47	1.21	1.14	1.43	1.00
16:15 - 16:30	2.37	2.89	3.32	3.66	2.77	1.22	1.40	1.54	1.17
16:45 - 17:00	2.48	3.06	3.21	4.20	3.66	1.24	1.30	1.70	1.48



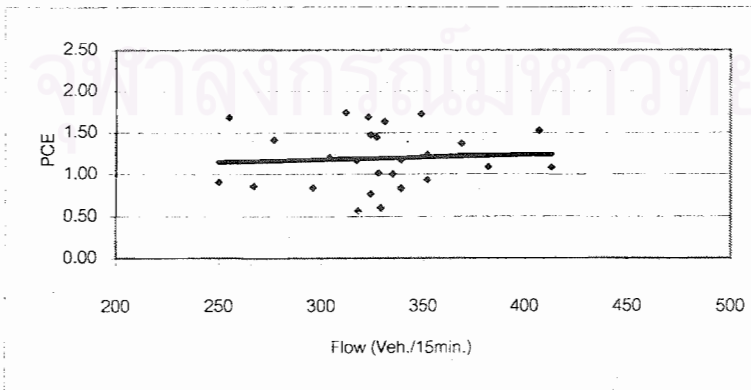
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ



รถบรรทุกฟ่วง



รถโดยสาร 6 ล้อ

รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและปริมาณการจราจร

ในพื้นที่ศึกษา S18

จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณในกรณีต่างๆ พบว่าการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการรวมทั้งสองช่องทางเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นผลกระทบของยวดยานขนาดใหญ่ต่อสภาพการจราจรทั้งหมด ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับพื้นที่ศึกษา S18 ดังแสดงในตารางที่ 4.17 ค่าที่แสดงเป็นค่าที่ทำการประมาณค่าที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.17 ค่าประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

ประเภทรถ	PCE
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.16-1.28
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.27-1.45
รถบรรทุกพ่วง	1.49-1.67
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.01-1.29

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งในพื้นที่ศึกษา S42 แสดงในตารางที่ 4.18-4.20 เมื่อพิจารณาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.62-1.59 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 0.70-1.51 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 0.97-1.71 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.58-1.97 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.06 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.13 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.28 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.18 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 0.91 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุก สำหรับกรณีของรถโดยสาร 6 ล้อที่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่ารถโดยสาร 6 ล้อไม่มีอิทธิพลต่อรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้าย

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาแสดงในตารางที่ 4.19 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.53-2.23 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 0.55-2.89 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 0.91-2.52 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.72-

2.27 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.34 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.49 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.79 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.23 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกพ่วงมีค่ามากที่สุดส่วนรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าน้อยที่สุด สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าใกล้เคียงกับรถบรรทุก 6 ล้อ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายและช่องทางขวาพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวามีค่ามากกว่าช่องทางซ้ายสำหรับรถทุกประเภท ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารถยนต์ขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวามากกว่าช่องทางซ้าย

เมื่อทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.82-2.25 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าระหว่าง 1.14-2.01 รถบรรทุกพ่วงมีค่าระหว่าง 1.41-2.32 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าระหว่าง 0.73-2.13 ค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.46 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.29 สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.55 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.83 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19 และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.39 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุก

การพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับปริมาณการจราจรพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกประเภทต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรมีค่าเพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนในกรณีของรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อ

ตารางที่ 4.18 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

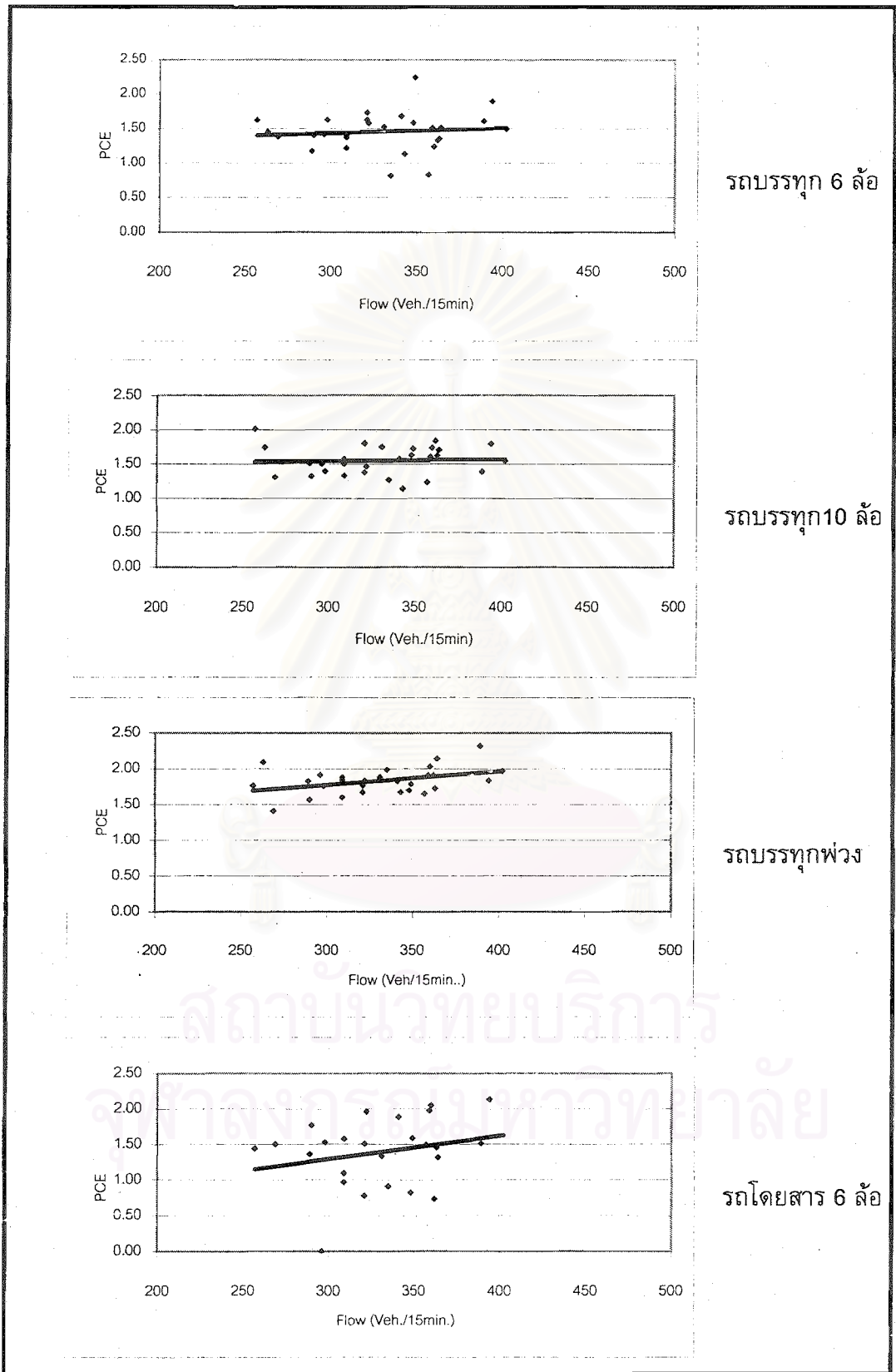
Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	3.91	4.57	4.55	5.20	-	1.17	1.16	1.33	-
09:15 - 09:30	3.54	4.43	3.65	4.27	-	1.25	1.03	1.21	-
09:30 - 09:45	3.98	4.04	3.62	4.95	-	1.02	0.91	1.24	-
09:45 - 10:00	3.12	2.97	3.50	4.59	-	0.95	1.12	1.47	-
10:00 - 10:15	2.99	4.75	3.85	4.71	4.62	1.59	1.29	1.57	1.54
10:15 - 10:30	3.44	2.71	2.39	3.79	-	0.79	0.70	1.10	-
10:30 - 10:45	3.32	2.05	3.14	4.55	6.55	0.62	0.95	1.37	1.97
10:45 - 11:00	3.31	2.45	3.88	4.86	-	0.74	1.17	1.47	-
11:00 - 11:15	3.06	2.96	4.62	3.66	1.77	0.97	1.51	1.19	0.58
11:15 - 11:30	4.22	4.06	4.16	-	-	0.96	0.99	-	-
11:30 - 11:45	3.49	3.83	3.47	4.79	6.16	1.10	0.99	1.37	1.77
11:45 - 12:00	3.19	3.90	4.37	3.33	4.44	1.22	1.37	1.05	1.39
12:00 - 12:15	3.21	3.56	3.25	4.17	-	1.11	1.01	1.30	-
13:15 - 13:30	3.55	3.85	3.87	4.75	-	1.08	1.09	1.34	-
13:30 - 13:45	4.00	3.44	3.11	5.04	3.78	0.86	0.78	1.26	0.95
13:45 - 14:00	3.65	3.23	4.64	4.20	3.22	0.89	1.27	1.15	
14:00 - 14:15	3.60	3.37	3.92	4.47	4.22	0.93	1.09	1.24	1.17
14:15 - 14:30	3.31	3.13	3.88	4.59	-	0.95	1.17	1.39	-
14:30 - 14:45	3.34	3.85	4.53	4.62	3.53	1.15	1.36	1.39	1.06
14:45 - 15:00	3.17	4.35	3.80	5.15	5.92	1.37	1.20	1.63	1.87
15:00 - 15:15	3.25	4.11	3.56	4.02	-	1.26	1.10	1.24	-
15:15 - 15:30	3.27	3.42	4.33	4.86	3.74	1.04	1.32	1.49	1.14
15:30 - 15:45	2.94	3.73	4.23	5.02	3.14	1.27	1.44	1.71	1.07
15:45 - 16:00	3.34	3.59	3.44	3.86	2.38	1.08	1.03	1.15	0.71
16:00 - 16:15	3.12	3.39	3.89	4.47	4.26	1.09	1.25	1.43	1.37
16:15 - 16:30	3.96	3.46	3.12	3.86	5.71	0.87	0.79	0.97	1.44
16:30 - 16:45	3.75	4.04	4.42	4.13	3.37	1.08	1.18	1.10	0.90
16:45 - 17:00	2.47	3.29	3.35	3.45	4.74	1.34	1.36	1.40	1.92

ตารางที่ 4.19 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	2.24	1.19	3.22	-	-	0.53	1.44	-	-
09:15 - 09:30	2.05	2.56	2.69	4.14	3.68	1.25	1.31	2.02	1.79
09:30 - 09:45	2.14	1.97	4.34	3.07	-	0.92	2.03	1.44	-
09:45 - 10:00	2.05	2.39	5.92	3.14	4.64	1.17	2.89	1.53	2.27
10:00 - 10:15	1.75	3.66	2.75	2.85	2.81	2.09	1.57	1.63	1.60
10:15 - 10:30	2.10	2.30	3.37	5.25	-	1.09	1.60	2.49	-
10:30 - 10:45	2.22	2.15	3.06	3.37	2.36	0.97	1.38	1.52	1.06
10:45 - 11:00	2.17	1.85	1.18	5.43	2.23	0.85	0.55	2.50	1.03
11:00 - 11:15	2.07	2.47	3.17	4.50	1.49	1.19	1.53	2.17	0.72
11:15 - 11:30	2.02	3.72	2.57	4.13	1.83	1.84	1.27	2.04	0.90
11:30 - 11:45	1.98	3.03	3.39	3.28	3.81	1.53	1.71	1.65	1.92
11:45 - 12:00	1.78	3.98	3.13	4.09	4.74	2.23	1.75	2.29	2.66
12:00 - 12:15	1.91	2.83	3.32	3.41	-	1.48	1.74	1.79	-
13:15 - 13:30	1.95	3.11	2.26	3.24	1.76	1.59	1.16	1.66	0.90
13:30 - 13:45	1.73	3.08	2.11	4.38	2.36	1.78	1.21	2.52	1.36
13:45 - 14:00	2.14	4.08	4.49	3.60	3.32	1.90	2.09	1.68	1.55
14:00 - 14:15	2.06	3.35	2.58	4.91	3.72	1.62	1.25	2.38	1.80
14:15 - 14:30	2.04	3.41	2.80	3.83	2.28	1.67	1.37	1.87	1.12
14:30 - 14:45	2.09	2.94	2.86	2.55	2.81	1.41	1.37	1.22	1.35
14:45 - 15:00	2.09	2.28	2.49	3.71	4.01	1.09	1.19	1.78	1.92
15:00 - 15:15	1.85	2.67	3.03	3.66	4.04	1.45	1.64	1.98	2.19
15:15 - 15:30	2.29	3.43	3.87	2.31	3.67	1.50	1.69	1.01	1.60
15:30 - 15:45	1.84	2.43	1.36	3.61	2.48	1.32	0.74	1.97	1.35
15:45 - 16:00	2.23	2.38	2.54	4.14	2.86	1.07	1.14	1.86	1.28
16:00 - 16:15	2.12	1.57	2.74	4.01	2.31	0.74	1.29	1.89	1.09
16:15 - 16:30	2.01	2.04	3.63	3.90	2.39	1.01	1.80	1.94	1.19
16:30 - 16:45	1.95	2.13	3.87	3.30	3.62	1.09	1.99	1.70	1.86
16:45 - 17:00	2.26	3.22	2.20	2.06	2.41	1.43	0.97	0.91	1.07

ตารางที่ 4.20 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

Time Interval	Average headway (sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
09:00 - 09:15	2.48	3.61	4.33	5.20	-	1.45	1.74	2.09	-
09:15 - 09:30	2.41	3.93	3.37	4.23	3.68	1.63	1.40	1.76	1.53
09:30 - 09:45	2.59	3.67	3.90	4.95	-	1.42	1.51	1.91	-
09:45 - 10:00	2.26	2.81	3.94	4.59	4.64	1.24	1.74	2.03	2.05
10:00 - 10:15	1.91	4.29	3.30	3.41	3.03	2.25	1.73	1.78	1.59
10:15 - 10:30	2.33	2.64	2.66	3.89	-	1.13	1.14	1.67	-
10:30 - 10:45	2.52	2.10	3.12	4.15	3.76	0.83	1.24	1.65	1.49
10:45 - 11:00	2.44	2.00	3.11	4.86	2.23	0.82	1.27	1.99	0.91
11:00 - 11:15	2.22	2.96	4.08	4.25	1.63	1.33	1.84	1.91	0.73
11:15 - 11:30	2.34	3.81	3.23	4.13	1.83	1.63	1.38	1.76	0.78
11:30 - 11:45	2.11	3.19	3.40	4.03	4.17	1.51	1.61	1.91	1.98
11:45 - 12:00	2.08	3.94	3.73	3.82	4.44	1.89	1.79	1.83	2.13
12:00 - 12:15	2.12	3.16	3.28	4.17	-	1.49	1.55	1.97	-
13:15 - 13:30	2.13	3.38	3.48	3.62	1.76	1.58	1.63	1.70	0.82
13:30 - 13:45	2.03	3.26	2.82	4.71	3.07	1.61	1.39	2.32	1.51
13:45 - 14:00	2.27	3.69	4.57	4.00	3.28	1.63	2.01	1.76	1.44
14:00 - 14:15	2.40	3.36	3.79	4.52	3.79	1.40	1.58	1.88	1.58
14:15 - 14:30	2.35	3.23	3.54	4.33	2.28	1.37	1.50	1.84	0.97
14:30 - 14:45	2.28	3.48	4.00	4.30	3.05	1.52	1.75	1.88	1.34
14:45 - 15:00	2.32	3.66	3.40	4.26	4.56	1.58	1.47	1.84	1.96
15:00 - 15:15	2.14	3.59	3.38	3.91	4.04	1.68	1.58	1.83	1.89
15:15 - 15:30	2.53	3.42	4.11	4.35	3.68	1.35	1.63	1.72	1.46
15:30 - 15:45	2.08	3.15	3.55	4.46	2.75	1.51	1.71	2.14	1.32
15:45 - 16:00	2.45	2.99	3.27	3.93	2.68	1.22	1.33	1.60	1.09
16:00 - 16:15	2.41	2.83	3.64	4.40	3.29	1.18	1.51	1.83	1.37
16:15 - 16:30	2.47	3.46	3.28	3.87	4.38	1.40	1.33	1.57	1.77
16:30 - 16:45	2.33	4.04	4.20	3.90	3.52	1.73	1.80	1.67	1.51
16:45 - 17:00	2.38	3.29	3.12	3.35	3.58	1.38	1.31	1.41	1.50



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและปริมาณการจราจร
ในพื้นที่ศึกษา S42

จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณในกรณีต่างๆ พบว่าการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยการรวมทั้งสองช่องทางเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นผลกระทบของยวดยานขนาดใหญ่ต่อสภาพการจราจรทั้งหมด ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับพื้นที่ศึกษา S42 โดยการประมาณค่าที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าประมาณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Headway เฉลี่ย

ประเภทรถ	PCE
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.35-1.57
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.47-1.63
รถบรรทุกพ่วง	1.75-1.91
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.23-1.55

เมื่อพิจารณาค่าเทียบเท่าที่วิเคราะห์ได้ในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับพื้นที่ศึกษา S0 และพื้นที่ศึกษา S18 มีค่าใกล้เคียงกัน ผลการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถทุกประเภทในพื้นที่ศึกษา S0 และพื้นที่ศึกษา S18 ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับพื้นที่ศึกษา S42 ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกในพื้นที่ศึกษา S42 มีค่าแตกต่างจากพื้นที่ศึกษา S0 และ S18 ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อ พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากถึงแม้ว่าพื้นที่ศึกษา S18 จะมีความลาดชัน 1.8 เปอร์เซ็นต์ก็ตามแต่ความชันดังกล่าวยังไม่ส่งผลต่อการลดลงของความเร็วของยวดยานขนาดใหญ่มากนัก ประกอบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลสามารถเปลี่ยนช่องทางไปยังช่องทางขวาเพื่อแซงยวดยานขนาดใหญ่ได้ดังนั้นผลกระทบที่เกิดขึ้นจึงมีไม่มากนัก แต่สำหรับพื้นที่ศึกษา S42 ซึ่งมีความลาดชัน 4.20 เปอร์เซ็นต์ ความลาดชันดังกล่าวมีผลกระทบต่ออัตราการลดลงของความเร็วของยวดยานขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยวดยานขนาดใหญ่บางคันยังมักจะเปลี่ยนช่องทางไปยังช่องทางขวาเพื่อทำการแซง

ยวดยานขนาดใหญ่ที่มีความเร็วต่ำกว่า เป็นผลให้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้รับผลกระทบดั่งนั้นย่อมส่งผลให้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อถึงแม้จะเป็นยวดยานขนาดใหญ่แต่เนื่องจากประสิทธิภาพที่สูงกว่ารถบรรทุกและน้ำหนักบรรทุกที่น้อยกว่ารถบรรทุกจึงเป็นผลทำให้มีอิทธิพลต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่ำกว่ารถบรรทุก นอกจากนี้ระดับความชันในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งยังไม่ส่งผลต่อรถโดยสาร 6 ล้อจึงเป็นผลให้ค่าเทียบเท่าที่วิเคราะห์ได้ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.22 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ โดยวิธี Headway เฉลี่ย

ประเภทรถ	พื้นที่ศึกษา		
	S0	S18	S42
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.25	1.22	1.46
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.34	1.36	1.55
รถบรรทุกพ่วง	1.54	1.58	1.83
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.30	1.15	1.39

4.3 การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Constant Spacing

4.3.1 การวิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด

การวิเคราะห์ทำโดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ของยวดยานแต่ละประเภท โดยการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS 7.5 โดยได้ทำการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้าย ช่องทางขวาและรวมทั้งสองช่องทาง

การสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ทำการสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ (Scatter plot) เพื่อตรวจสอบหาความสัมพันธ์เบื้องต้น พบว่ามีความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ 4 รูปแบบดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง $Headway = \beta_0 + \beta_1(\text{Spacing})$
2. ความสัมพันธ์แบบลอการิทึม $Headway = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(\text{Spacing})$
3. ความสัมพันธ์แบบเอ็กโปเนนเชียล $Headway = \beta_0 \text{EXP}(\beta_1 \cdot \text{Spacing})$
4. ความสัมพันธ์แบบยกกำลัง $Headway = \beta_0(\text{Spacing})^{\beta_1}$

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงซ้อน (Non Linear Regression) จากนั้นจึงทำการคัดเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

1. การทดสอบค่าทางสถิติ (t-test) สำหรับพารามิเตอร์ β_0 และ β_1
2. การพิจารณาจากค่า SSE (Sum of Square Error) โดยพิจารณาความสัมพันธ์ที่มีค่า SSE ต่ำที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing สำหรับขบวนรถประเภทต่าง ๆ พื้นที่ศึกษา S0 แสดงดังตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.4-4.6 สำหรับค่าทางสถิติแสดงไว้ในภาคผนวก

ตารางที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ในพื้นที่ศึกษา S0

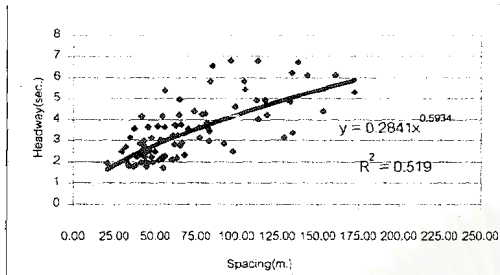
ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย	ช่องทางขวา	รวม 2 ช่องทาง
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	$H=0.2841(S)^{0.5934}$	$H=0.0773(S)^{0.8430}$	$H=0.1562(S)^{0.7075}$
รถบรรทุก 6 ล้อ	$H=0.3854(S)^{0.5235}$	$H=0.1017(S)^{0.8066}$	$H=0.3078(S)^{0.5690}$
รถบรรทุก 10 ล้อ	$H=0.4367(S)^{0.5115}$	$H=0.0902(S)^{0.8175}$	$H=0.3737(S)^{0.5358}$
รถบรรทุกพ่วง	$H=0.5508(S)^{0.4755}$	$H=0.0835(S)^{0.8506}$	$H=0.5102(S)^{0.4862}$
รถโดยสาร 6 ล้อ	$H=0.2372(S)^{0.6210}$	$H=0.0588(S)^{0.9117}$	$H=0.1025(S)^{0.7979}$

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Spacing และ headway พบว่าความสัมพันธ์แบบยกกำลังให้ค่า SSE (Sum of Square Error) ต่ำที่สุด และเมื่อตรวจสอบค่าทางสถิติของค่าพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้มีค่า R^2 มากกว่า 0.5 ซึ่งแสดงว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีความถูกต้องพอสมควร

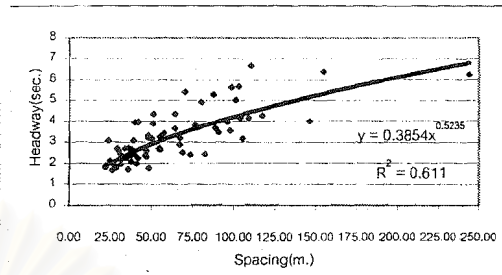
การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทำการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่าในช่วงที่ประมาณค่าได้ซึ่งค่า Spacing ซึ่งต่ำที่สุดที่อยู่ในช่วงข้อมูลคือ 25 เมตร ผลการวิเคราะห์ในช่วงทางซ้ายพบว่า รถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.08 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.18 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.33 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อเนื่องจากข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์ไม่สามารถประมาณค่าในช่วง spacing เท่ากับ 25 เมตรได้ดังนั้นจึงทำการหาค่าที่ค่า spacing 50 เมตร ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 0.93 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ และรถบรรทุกพ่วงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับค่า Spacing

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.17 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.07 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.11 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าเท่ากับ 1.08 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง ส่วนในกรณีของรถบรรทุกพ่วงและรถโดยสารค่าเทียบเท่าที่วิเคราะห์ได้ค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับค่า Spacing

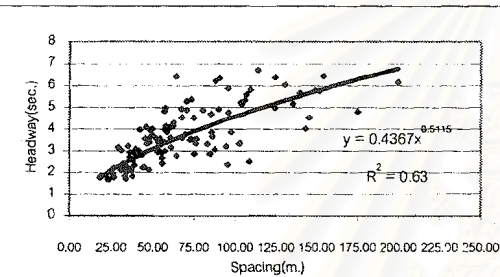
เมื่อทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.26 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.37 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.60 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าเท่ากับ 1.03 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุกทุกประเภทมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง แต่สำหรับค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับค่า Spacing ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุกซึ่งรถบรรทุกพ่วงมีค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมากที่สุด



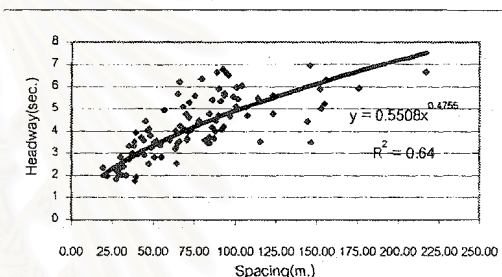
รถส่วนบุคคล



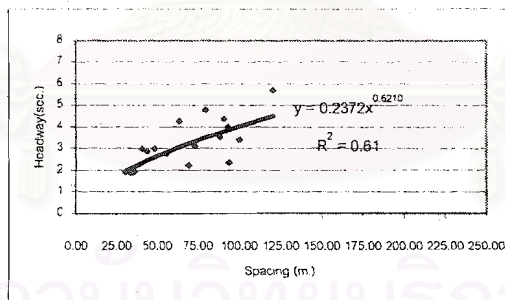
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

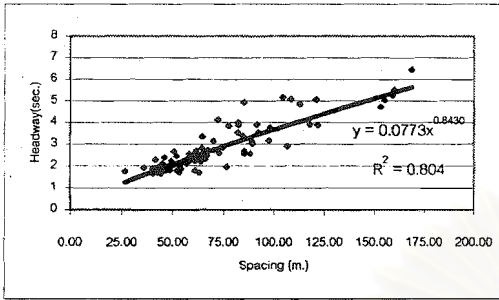


รถบรรทุกพ่วง

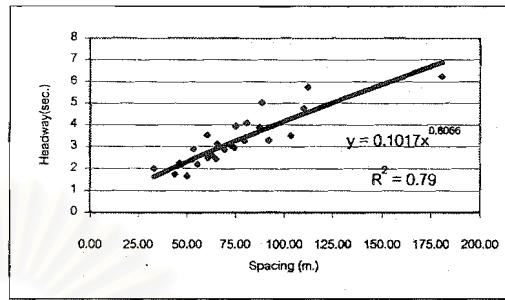


รถโดยสาร 6 ล้อ

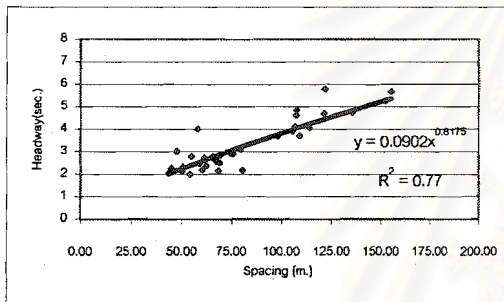
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆในช่องทางซ้าย
ในพื้นที่ศึกษา S0



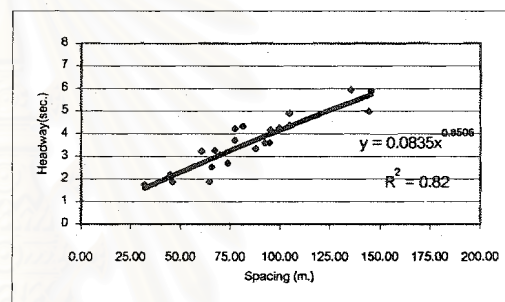
รถส่วนบุคคล



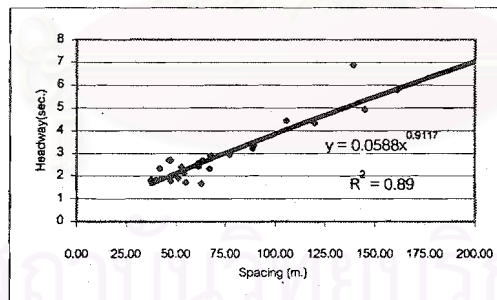
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

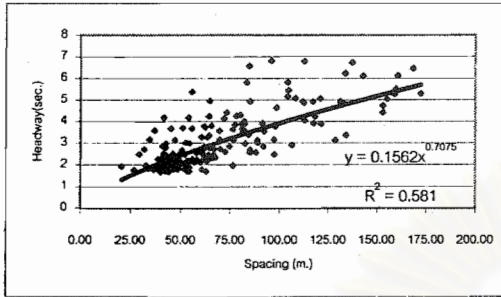


รถบรรทุกพ่วง

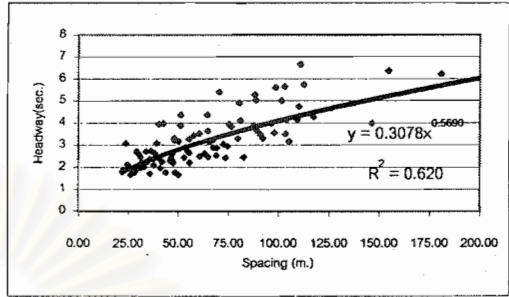


รถโดยสาร 6 ล้อ

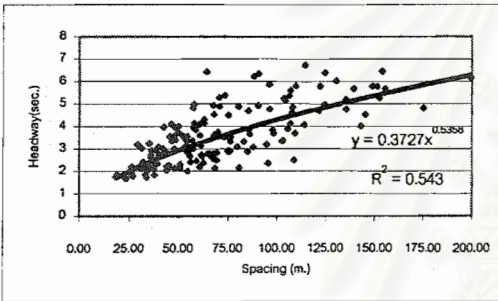
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆในช่องทางขา
 ในพื้นที่ศึกษา S0



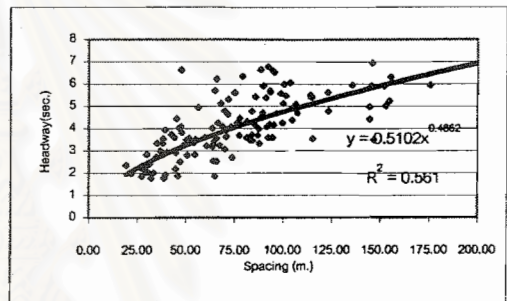
รถส่วนบุคคล



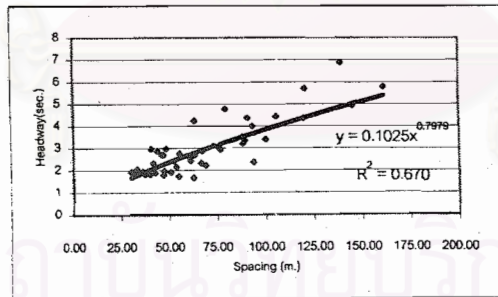
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ



รถบรรทุกพ่วง



รถโดยสาร 6 ล้อ

รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆของพื้นที่ศึกษา S0

ตารางที่ 4.24 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	1.52	1.92	2.09	2.44	1.34	1.26	1.37	1.60	0.88*
50	2.49	2.85	3.03	3.42	2.32	1.15	1.22	1.37	0.93
75	3.31	3.59	3.77	4.16	3.21	1.08	1.14	1.26	0.97
100	4.06	4.23	4.40	4.79	4.04	1.04	1.08	1.18	1.00
125	4.76	4.80	4.95	5.34	4.83	1.01	1.04	1.12	1.02
150	5.41	5.33	5.46	5.83	5.59	0.98	1.01	1.08	1.03
175	6.03	5.82	5.93	6.29	6.32	0.96	0.98	1.04	1.05*

ตารางที่ 4.25 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	1.92	2.08	2.27	2.55	1.75	1.08	1.18	1.33	0.91*
50	2.89	2.99	3.23	3.54	2.69	1.03	1.12	1.22	0.93
75	3.68	3.69	3.97	4.29	3.46	1.00	1.08	1.17	0.94
100	4.37	4.29	4.60	4.92	4.14	0.98	1.05	1.13	0.95
125	4.99	4.83	5.16	5.47	4.76	0.97	1.04	1.10	0.95
150	5.56	5.31	5.67	5.97	5.33	0.96	1.02	1.07	0.96*
175	6.09	5.76	6.13	6.42	5.86	0.95	1.01	1.05	0.96*

ตารางที่ 4.26 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	1.17	1.36	1.25	1.29	1.11	1.17	1.07	1.11	0.95*
50	2.09	2.39	2.21	2.33	2.08	1.14	1.06	1.11	1.00
75	2.94	3.31	3.08	3.29	3.01	1.12	1.05	1.12	1.02
100	3.75	4.17	3.89	4.20	3.92	1.11	1.04	1.12	1.04
125	4.53	5.00	4.67	5.07	4.80	1.10	1.03	1.12	1.06
150	5.28	5.79	5.42	5.92	5.67	1.10	1.03	1.12	1.07
175	6.01	6.55	6.15	6.75	6.52	1.09	1.02	1.12	1.08

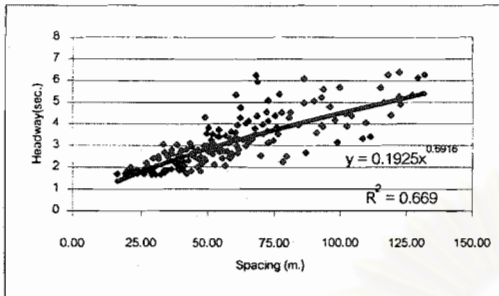
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing สำหรับขบวนรถประเภทต่าง ๆ พื้นที่ศึกษา S18 แสดงดังตารางที่ 4.27 และรูปที่ 4.7-4.9 สำหรับค่าทางสถิติแสดงไว้ในภาคผนวก

ตารางที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ในพื้นที่ศึกษา S18

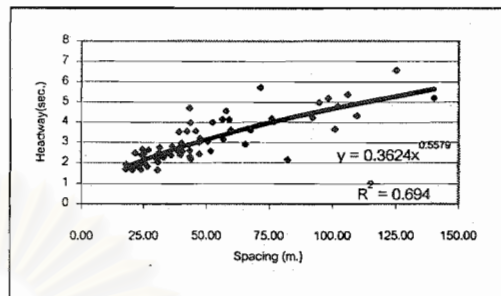
ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย	ช่องทางขวา	รวม 2 ช่องทาง
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	$H=0.1925(S)^{0.6916}$	$H=0.1001(S)^{0.8128}$	$H=0.1515(S)^{0.7301}$
รถบรรทุก 6 ล้อ	$H=0.3624(S)^{0.5579}$	$H=0.0904(S)^{0.8286}$	$H=0.3076(S)^{0.5770}$
รถบรรทุก 10 ล้อ	$H=0.2617(S)^{0.6404}$	$H=0.1168(S)^{0.7835}$	$H=0.2560(S)^{0.6339}$
รถบรรทุกพ่วง	$H=0.4338(S)^{0.5388}$	$H=0.1567(S)^{0.7182}$	$H=0.4252(S)^{0.5310}$
รถโดยสาร 6 ล้อ	$H=0.2470(S)^{0.6528}$	$H=0.0864(S)^{0.8446}$	$H=0.1414(S)^{0.7545}$

การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทำการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่าในช่วงที่ประมาณค่าได้ซึ่งค่า Spacing ซึ่งต่ำที่สุดที่อยู่ในช่วงข้อมูลคือ 25 เมตร ผลการวิเคราะห์ในช่องทางซ้ายพบว่า รถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.22 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.15 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.38 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อ ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 1.10 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถทุกประเภทมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 0.95 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.06 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.15 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าเท่ากับ 1.01 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง

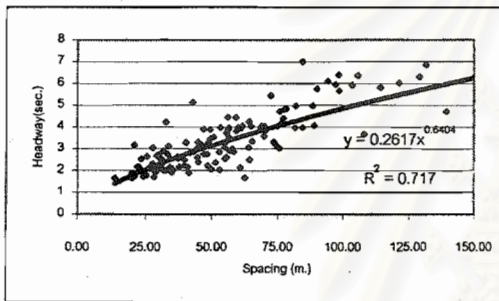
เมื่อทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.24 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.24 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.48 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าเท่ากับ 1.13 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถทุกประเภทมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของรถบรรทุกซึ่งรถบรรทุกพ่วงมีค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมากที่สุด



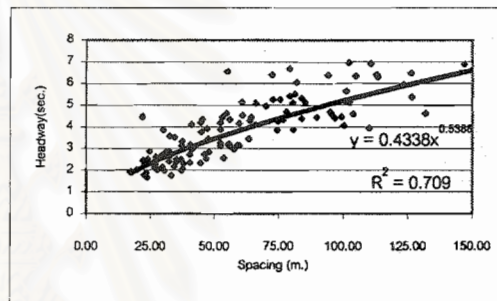
รถส่วนบุคคล



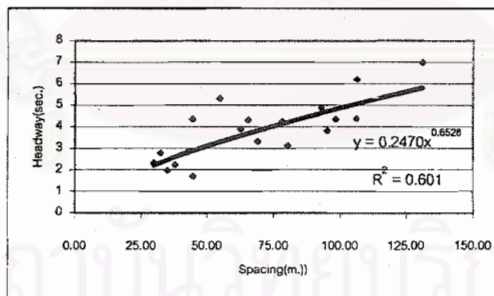
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

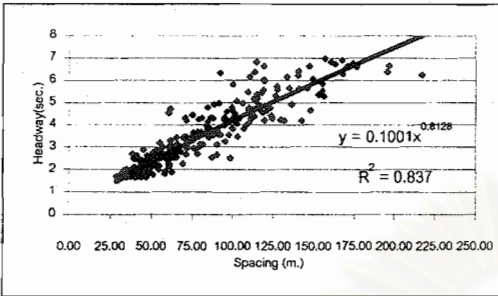


รถบรรทุกพ่วง

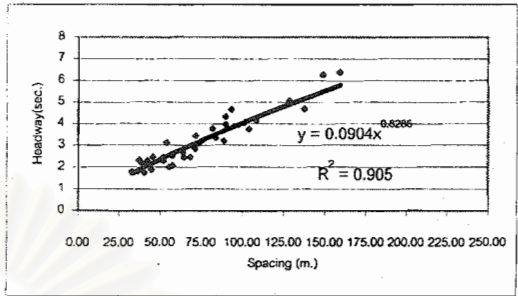


รถโดยสาร 6 ล้อ

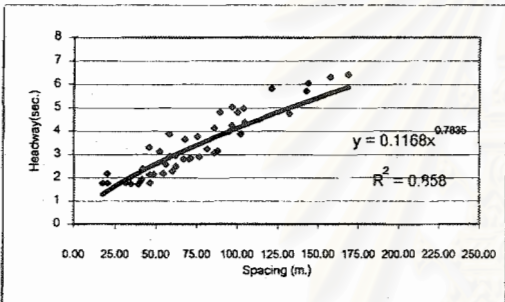
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆในช่องทางซ้าย ในพื้นที่ศึกษาS18



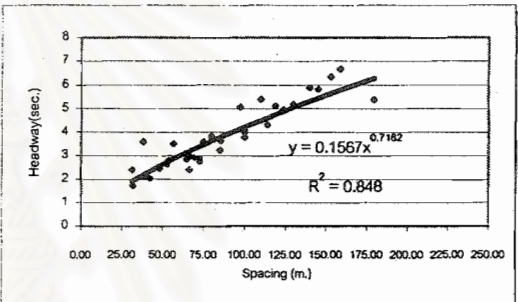
รถส่วนบุคคล



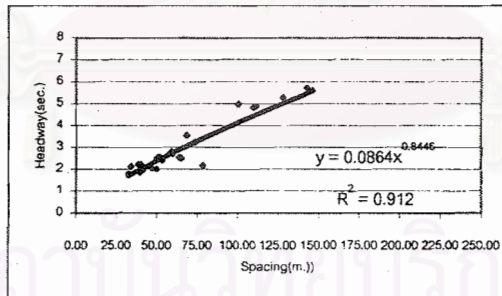
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

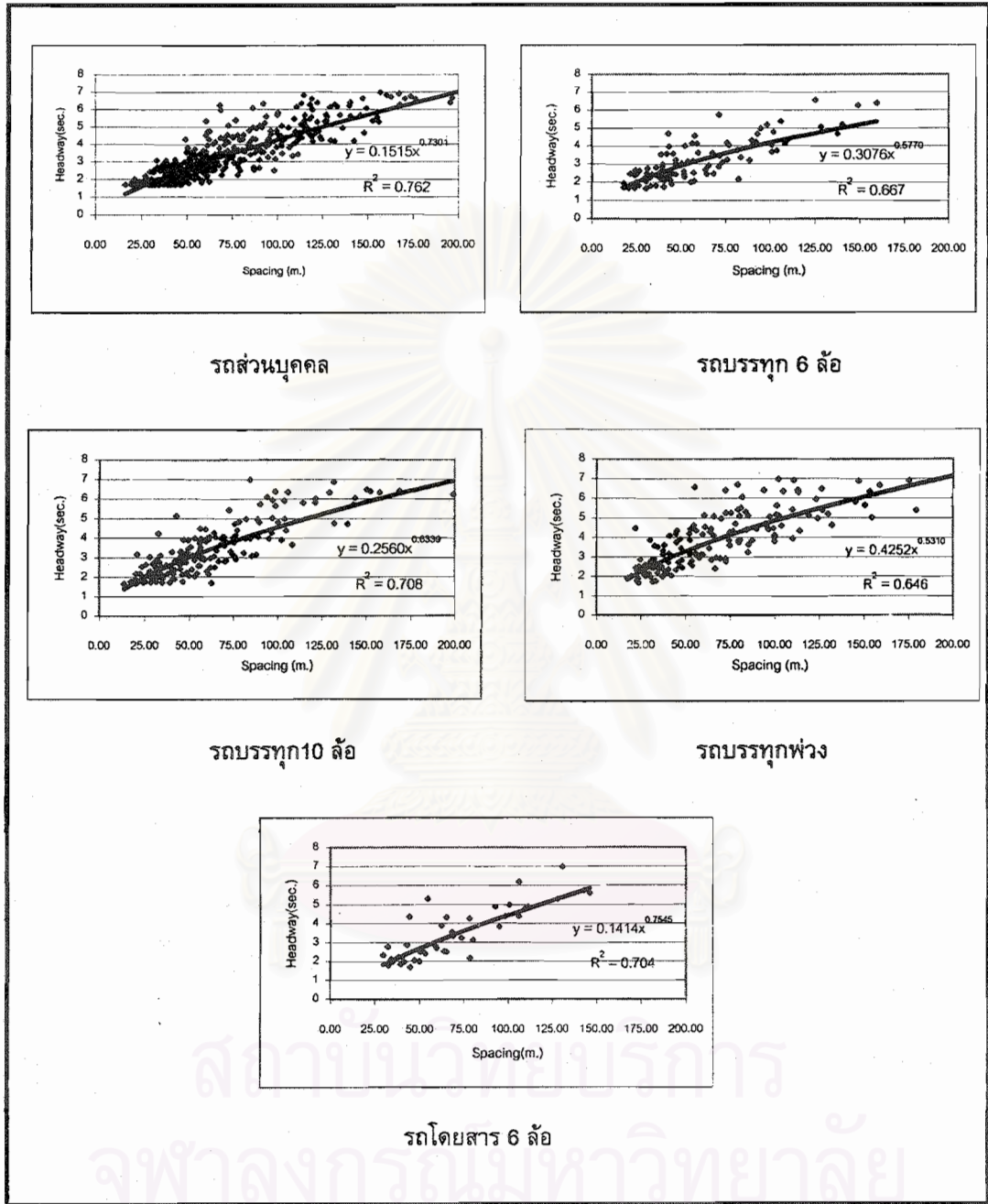


รถบรรทุกพ่วง



รถโดยสาร 6 ล้อ

รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆในช่องทางขวา
ในพื้นที่ศึกษา S18



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆของพื้นที่ศึกษา S18

ตารางที่ 4.28 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	1.59	1.97	1.97	2.35	1.60	1.24	1.24	1.48	1.01*
50	2.64	2.94	3.06	3.39	2.71	1.12	1.16	1.29	1.03
75	3.54	3.71	3.95	4.21	3.67	1.05	1.12	1.19	1.04
100	4.37	4.39	4.74	4.90	4.57	1.00	1.08	1.12	1.04
125	5.14	4.99	5.46	5.52	5.40	0.97	1.06	1.07	1.05
150	5.88	5.54	6.13	6.08	6.20	0.94*	1.04	1.03	1.05
175	6.58	6.06	6.76	6.60	6.96	0.92*	1.03	1.00	1.06*

ตารางที่ 4.29 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	1.78	2.18	2.06	2.46	2.02	1.22	1.15	1.38	1.10*
50	2.88	3.21	3.20	3.57	3.18	1.12	1.11	1.24	1.10
75	3.81	4.03	4.16	4.44	4.14	1.06	1.09	1.17	1.09
100	4.65	4.73	5.00	5.19	4.99	1.02	1.07	1.11	1.07
125	5.43	5.36	5.76	5.85	5.78	0.99	1.06	1.08	1.06
150	6.16	5.93	6.48	6.45	6.51	0.96*	1.05*	1.05*	1.06*
175	6.85	6.47	7.15	7.01	7.19	0.94*	1.04*	1.02*	1.05*

ตารางที่ 4.30 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S18 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	1.37	1.30	1.45	1.58	1.31	0.95	1.06	1.15	0.98*
50	2.41	2.31	2.50	2.60	2.35	0.96	1.04	1.08	0.98
75	3.35	3.23	3.44	3.48	3.31	0.97	1.03	1.04	0.99
100	4.23	4.11	4.31	4.28	4.22	0.97	1.02	1.01	1.00
125	5.07	4.94	5.13	5.02	5.10	0.97	1.01	0.99	1.01
150	5.88	5.74	5.92	5.73	5.95	0.97*	1.01	0.97	1.01*
175	6.66	6.53	6.68	6.40	6.78	0.97*	1.00	0.96	1.01*

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing สำหรับขบวนรถประเภทต่าง ๆ พื้นที่ศึกษา S18 แสดงดังตารางที่ 4.31 และรูปที่ 4.10-4.12 สำหรับค่าทางสถิติ แสดงไว้ในภาคผนวก

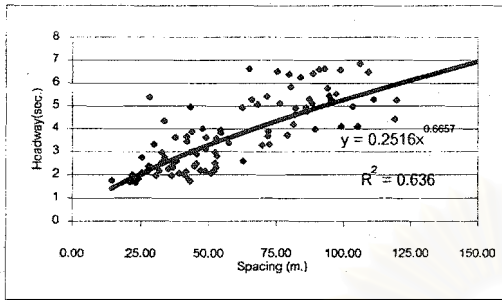
ตารางที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ในพื้นที่ศึกษา S42

ประเภทรถ	ช่องทางซ้าย	ช่องทางขวา	รวม 2 ช่องทาง
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	$H=0.2516(S)^{0.6657}$	$H=0.2481(S)^{0.6482}$	$H=0.2513(S)^{0.6510}$
รถบรรทุก 6 ล้อ	$H=0.4298(S)^{0.5383}$	$H=0.2318(S)^{0.6790}$	$H=0.3445(S)^{0.6055}$
รถบรรทุก 10 ล้อ	$H=0.4802(S)^{0.5303}$	$H=0.3302(S)^{0.5976}$	$H=0.4366(S)^{0.5443}$
รถบรรทุกพ่วง	$H=0.3485(S)^{0.5934}$	$H=0.2784(S)^{0.6506}$	$H=0.3292(S)^{0.6244}$
รถโดยสาร 6 ล้อ	$H=0.2135(S)^{0.7042}$	$H=0.1468(S)^{0.7637}$	$H=0.1503(S)^{0.7696}$

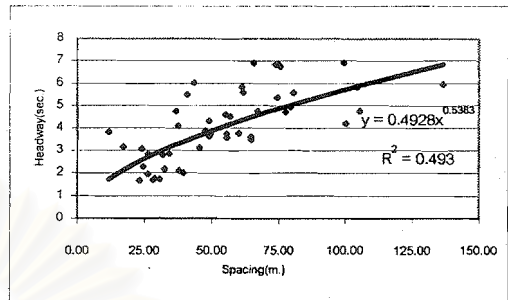
การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทำการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่าในช่วงที่ประมาณค่าได้ซึ่งค่า Spacing ซึ่งต่ำที่สุดที่อยู่ในช่วงข้อมูลคือ 25 เมตร ผลการวิเคราะห์ในช่องทางซ้ายพบว่า รถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.30 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.23 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.21 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อ ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 0.96 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อและรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.03 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.13 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.13 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าเท่ากับ 1.05 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง ส่วนรถประเภทอื่น ๆ มีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับค่า Spacing

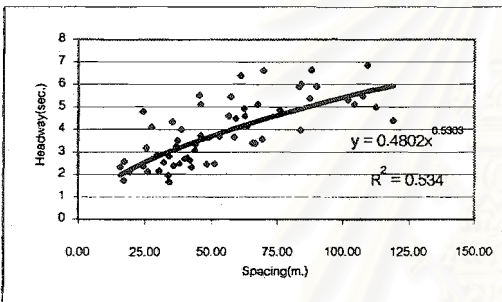
เมื่อทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่า 1.18 รถบรรทุก 10 ล้อมีค่า 1.23 รถบรรทุกพ่วงมีค่า 1.24 ส่วนรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าเท่ากับ 1.12 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อและรถบรรทุก 10 ล้อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง



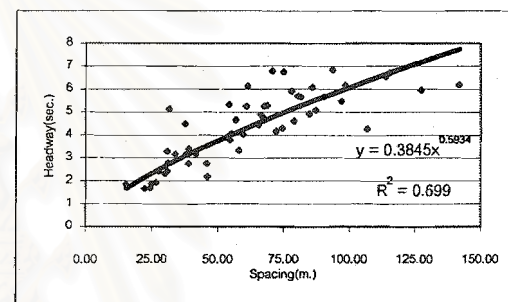
รถส่วนบุคคล



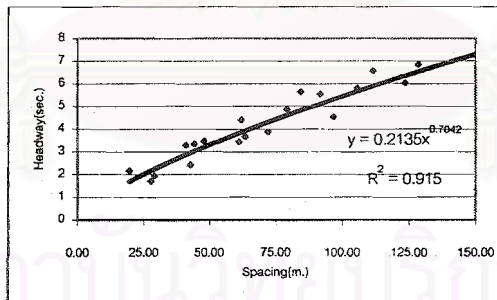
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

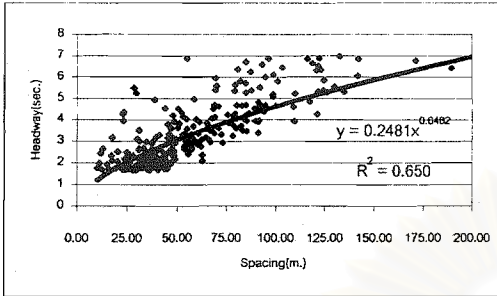


รถบรรทุกพ่วง

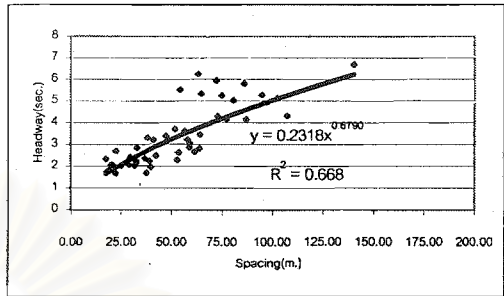


รถโดยสาร 6 ล้อ

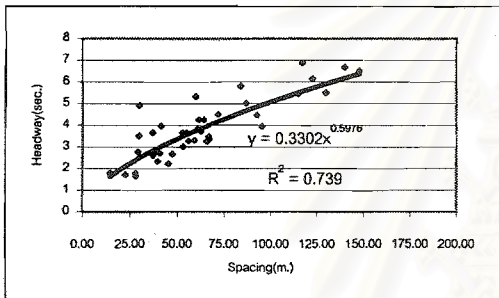
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆในช่องทางซ้าย ในพื้นที่ศึกษา S42



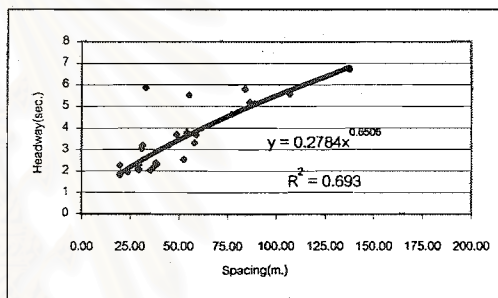
รถส่วนบุคคล



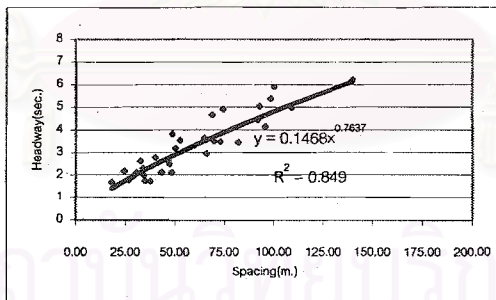
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

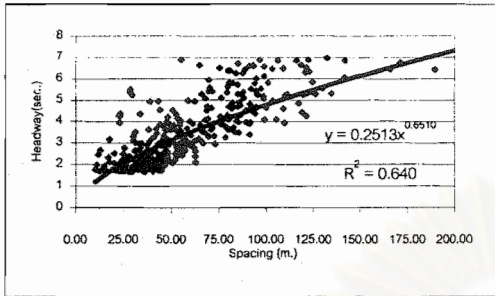


รถบรรทุกพ่วง

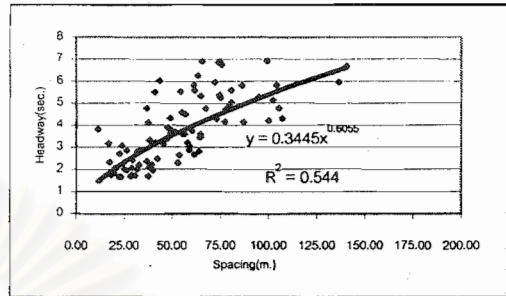


รถโดยสาร 6 ล้อ

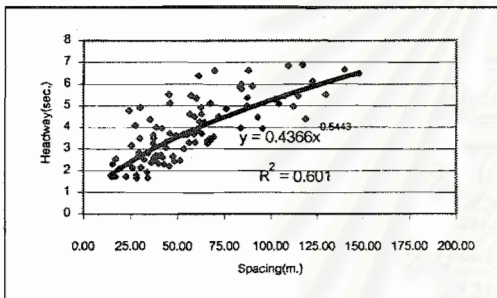
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆในช่องทางขวา ในพื้นที่ศึกษา S42



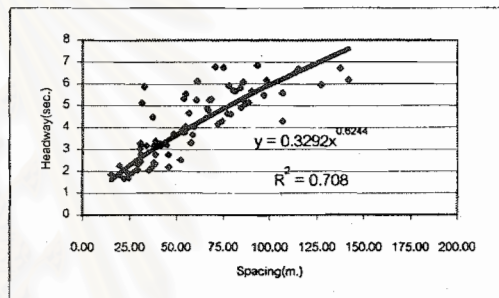
รถส่วนบุคคล



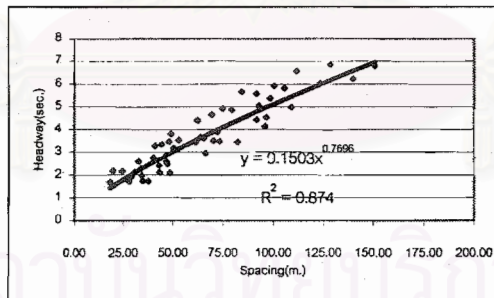
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ



รถบรรทุกพ่วง



รถโดยสาร 6 ล้อ

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง spacing และ headway ของรถประเภทต่างๆ ของพื้นที่ศึกษา S42

ตารางที่ 4.32 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	2.04	2.42	2.52	2.46	1.79	1.18	1.23	1.20	0.88
50	3.21	3.68	3.67	3.79	3.05	1.15	1.14	1.18	0.95
75	4.18	4.70	4.58	4.88	4.17	1.13	1.10	1.17	1.00
100	5.04	5.60	5.35	5.84	5.20	1.11	1.06	1.16	1.03
125	5.82	6.41	6.05	6.71	6.18	1.10	1.04	1.15	1.06
150	6.56	7.16	6.68	7.52	7.11	1.09	1.02	1.15	1.08
175	7.25	7.86	7.26	8.28	8.00	1.08*	1.00*	1.14*	1.10*

ตารางที่ 4.33 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	2.14	2.79	2.65	2.60	2.06	1.30	1.23	1.21	0.96
50	3.40	4.05	3.82	3.92	3.36	1.19	1.12	1.15	0.99
75	4.46	5.04	4.74	4.98	4.46	1.13	1.06	1.12	1.00
100	5.40	5.88	5.52	5.91	5.47	1.09	1.02	1.10	1.01
125	6.26	6.63	6.21	6.75	6.40	1.09	1.02	1.08	1.02
150	7.07	7.31	6.85	7.52	7.27	1.09*	1.02*	1.08*	1.03
175	7.83	7.95	7.43	8.24	8.11	1.01*	0.95*	1.05*	1.04*

ตารางที่ 4.34 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S42 โดยวิธี Constant Spacing

Spacing (m.)	Average Headway (Sec.)					PCE			
	PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
25	2.00	2.06	2.26	2.26	1.72	1.03	1.13	1.13	0.86
50	3.14	3.30	3.42	3.55	2.91	1.05	1.09	1.13	0.93
75	4.08	4.35	4.36	4.62	3.97	1.07	1.07	1.13	0.97
100	4.92	5.29	5.18	5.57	4.94	1.08	1.05	1.13	1.01
125	5.68	6.15	5.91	6.44	5.86	1.08	1.04	1.13	1.03
150	6.39	6.96	6.59	7.25	6.74	1.09	1.03	1.13	1.05
175	7.06	7.73	7.23	8.02	7.58	1.09*	1.02*	1.13*	1.07*

ตารางที่ 4.35 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ โดยวิธี Constant Spacing

ประเภทรถ	พื้นที่ศึกษา		
	S0	S18	S42
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.26	1.24	1.18
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.37	1.24	1.23
รถบรรทุกพ่วง	1.60	1.48	1.20
รถโดยสาร 6 ล้อ	0.88	1.01	0.88

เมื่อเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้โดยวิธี Constant Spacing ในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.35 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถบรรทุก 6 ล้อมีค่าใกล้เคียงกันในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่ง ส่วนรถบรรทุก 10 ล้อพบว่าค่าที่ได้จากพื้นที่ศึกษา S0 มีค่ามากที่สุดส่วนพื้นที่ศึกษา S18 และ S42 มีค่าใกล้เคียงกัน แต่สำหรับกรณีของรถบรรทุกพ่วงพบว่ามีความมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา S18 และมีค่าต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา S42 ส่วนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถโดยสาร 6 ล้อมีค่าใกล้เคียงกันในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่ง

ค่าที่คำนวณได้มีความแปรผันค่อนข้างมากทั้งนี้เนื่องมาจากความแปรผันของข้อมูลที่สามารถได้จากสนาม ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ที่คำนวณได้จึงมีค่า R^2 ไม่สูงมากนัก ดังนั้นรูปแบบความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้จึงสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ spacing ได้ในระดับหนึ่ง และเมื่อนำความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้เพื่อใช้คำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ จึงเป็นผลทำให้ค่าที่คำนวณได้อาจคาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็น

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ไม่สามารถสรุปได้ว่าความลาดชันมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างไร แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้ก็แสดงให้เห็นว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่ามากขึ้นเมื่อระดับการให้บริการลดลง และเมื่อพิจารณาถึงขนาดของยานพาหนะที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลก็อาจกล่าวได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะขนาดใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะขนาดเล็ก

4.3.2 การวิเคราะห์โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

การวิเคราะห์ทำโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มโดยแบ่งตามค่า Spacing โดยยึดถือการแบ่งตามหลักเกณฑ์การแบ่งระดับการให้บริการของ Highway capacity manual (1994) สำหรับการวิเคราะห์ในกรณีนี้จะทำการวิเคราะห์รวมทั้งสองช่องทางทั้งนี้เพื่อให้จำนวนข้อมูลมากพอต่อการวิเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการแบ่งข้อมูลตามระดับการให้บริการต่าง ๆ พบว่าข้อมูลในระดับการให้บริการ A และ E มีจำนวนน้อยดังนั้นจึงได้ทำการรวมข้อมูลในระดับการให้บริการ A กับข้อมูลในระดับการให้บริการ B เข้าด้วยกัน และทำการรวมข้อมูลในระดับการให้บริการ D กับข้อมูลในระดับการให้บริการ E เข้าด้วยกัน จากนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อไป

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถทุกประเภทมีค่ามากที่สุดที่ระดับการให้บริการ C นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของยวดยาน แต่ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและระดับการให้บริการของถนนได้

ตารางที่ 4.36 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

Level of Service		Average Headway (Sec.)					PCE			
		PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
A & B	Mean	4.44	4.56	4.69	5.00	4.33	1.03	1.06	1.13	0.98
	N	1.23	1.16	1.19	1.01	1.24				
	S.D.	54	25	48	55	13				
C	Mean	2.96	3.33	3.61	4.01	2.90	1.12	1.22	1.35	0.98
	N	0.79	0.85	0.98	1.08	0.83				
	S.D.	44	19	44	31	13				
D & E	Mean	2.30	2.50	2.68	2.99	2.20	1.08	1.16	1.30	0.96
	N	0.68	0.65	0.71	1.00	0.44				
	S.D.	46	51	68	41	21				

ตารางที่ 4.37 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

Level of Service		Average Headway (Sec.)					PCE			
		PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
A & B	Mean	4.80	4.52	5.17	5.24	5.15	0.94	1.08	1.09	1.07
	N	1.07	1.05	1.11	0.99	0.87				
	S.D.	136	23	41	50	12				
C	Mean	3.28	3.46	3.54	4.11	3.19	1.05	1.08	1.25	0.97
	N	0.83	0.87	0.82	1.09	0.70				
	S.D.	110	14	40	30	12				
D & E	Mean	2.28	2.52	2.57	2.87	2.48	1.11	1.13	1.26	1.09
	N	0.50	0.69	0.72	0.88	0.88				
	S.D.	190	66	103	74	20				

ตารางที่ 4.38 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

Level of Service		Average Headway (Sec.)					PCE			
		PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
A & B	Mean	5.32	5.36	5.55	5.77	5.46	1.01	1.04	1.09	1.03
	N	1.00	0.97	0.88	0.70	0.98				
	S.D.	88	11	22	18	16				
C	Mean	4.03	4.85	4.33	4.90	3.94	1.20	1.07	1.22	0.98
	N	1.05	1.35	0.96	1.03	0.66				
	S.D.	64	26	23	19	11				
D & E	Mean	2.57	2.90	2.97	2.97	2.39	1.13	1.16	1.16	0.93
	N	0.85	1.08	0.95	1.08	0.64				
	S.D.	231	56	55	46	27				

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของยวดยาน และค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการให้บริการของถนนลดลง

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าแปรผันมาก ค่าที่วิเคราะห์ได้ไม่สะท้อนให้เห็นผลของขนาดยวดยานที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและระดับการให้บริการของถนนได้

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ พบว่าค่าที่คำนวณได้มีความแปรผันอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามค่าที่วิเคราะห์ได้ในพื้นที่ศึกษา S0 และ S18 แสดงให้เห็นว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดยวดยาน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลและระดับการให้บริการก็ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ และนอกจากนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าความลาดชันมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลอย่างไร

ตารางที่ 4.39 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ จากวิธี Constant Spacing โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

ระดับการ ให้บริการ	รถบรรทุก 6 ล้อ			รถบรรทุก 10 ล้อ			รถบรรทุกพ่วง			รถโดยสาร 6 ล้อ		
	S0	S18	S42	S0	S18	S42	S0	S18	S42	S0	S18	S42
A & B	1.03	0.94	1.01	1.06	1.08	1.04	1.13	1.09	1.09	0.98	1.07	1.03
C	1.12	1.05	1.20	1.22	1.08	1.07	1.35	1.25	1.22	0.98	0.97	0.98
D & E	1.08	1.11	1.13	1.16	1.13	1.16	1.30	1.26	1.16	0.96	1.09	0.93

4.4 การวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลด้วยวิธี Constant Speed

4.4.1 การวิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด

การวิเคราะห์ทำโดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ speed ของ ยวดยานแต่ละประเภท โดยการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS 7.5

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานประเภทต่าง ๆ ได้ ทำการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องทางซ้าย ช่องทางขวาและรวมทั้งสองช่อง ทางการสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ทำการสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ (Scatter plot) เพื่อ ตรวจสอบหาความสัมพันธ์เบื้องต้น พบว่ามีความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ 4 รูปแบบดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง $Headway = \beta_0 + \beta_1(Speed)$
2. ความสัมพันธ์แบบลอการิทึม $Headway = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(Speed)$
3. ความสัมพันธ์แบบเอ็กโปเนนเชียล $Headway = \beta_0 \cdot \exp(\beta_1 \cdot Speed)$
4. ความสัมพันธ์แบบยกกำลัง $Headway = \beta_0 \cdot (Speed)^{\beta_1}$

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงซ้อน (Non Linear Regression) จากนั้นจึงทำการคัดเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

1. การทดสอบค่าทางสถิติ (t-test) สำหรับพารามิเตอร์ β_0 และ β_1
2. การพิจารณาจากค่า SSE (Sum of Square Error) โดยพิจารณาความสัมพันธ์ที่มีค่า SSE ต่ำที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง Speed และ headway พบว่าค่า R^2 สำหรับความสัมพันธ์แต่ละรูปแบบมีค่าต่ำมากและในบางกรณีพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่วิเคราะห์ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแสดงถึงความแปรผันของข้อมูลที่สูงและอาจสรุปได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่า headway และความเร็ว ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง headway และ speed สำหรับขบวนประเภทต่าง ๆ แสดงไว้ในภาคผนวก

เนื่องจากความสัมพันธ์ที่คำนวณได้ขาดความน่าเชื่อถือและถึงแม้ว่าจะได้มีการเพิ่มจำนวนข้อมูลให้มากขึ้นก็คาดได้ว่าคงไม่ทำให้ความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นมากนักดังนั้นการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจากความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ยอมให้ผลการวิเคราะห์ที่ขาดความน่าเชื่อถือด้วยเหตุผลนี้จึงไม่สามารถคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจากวิธีนี้ได้

4.3.2 การวิเคราะห์โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

การวิเคราะห์ได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามระดับความเร็วโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ข้อมูลที่มีความเร็วมากกว่า 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และกลุ่มที่ 2 คือข้อมูลที่มีความเร็วน้อยกว่า 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แล้วจึงทำการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ตารางที่ 4.40 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S0 จากวิธี Constant Speed โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

Speed (Km./hr.)		Average Headway (Sec.)					PCE			
		PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
> 70	Mean	3.02	3.00	3.40	3.80	2.64	0.99	1.12	1.26	0.87
	N	1.24	1.04	1.08	1.24	0.98				
	S.D.	147	55	68	53	32				
< 70	Mean	3.55	3.50	3.64	4.33	3.72	0.99	1.03	1.22	1.05
	N	1.45	1.37	1.38	1.37	1.34				
	S.D.	28	40	92	74	15				

ตารางที่ 4.41 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S18 จากวิธี Constant Speed โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

Speed (Km./hr.)		Average Headway (Sec.)					PCE			
		PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
> 70	Mean	3.34	3.26	3.30	3.57	3.08	0.98	0.99	1.07	0.92
	N	1.37	1.20	1.36	1.13	1.20				
	S.D.	309	31	39	24	23				
< 70	Mean	3.30	3.03	3.38	3.94	3.76	0.92	1.03	1.19	1.14
	N	1.31	1.13	1.34	1.47	1.51				
	S.D.	147	72	145	129	21				

ตารางที่ 4.42 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษา S42 จากวิธี Constant Speed โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง

Speed (Km./hr.)		Average Headway (Sec.)					PCE			
		PC	T6	T10	TR	B6	T6	T10	TR	B6
> 70	Mean	3.43	3.59	3.85	4.31	3.96	1.05	1.12	1.26	1.15
	N	1.38	1.78	1.70	1.55	1.53				
	S.D.	168	13	10	8	18				
< 70	Mean	3.45	3.76	3.85	3.99	3.45	1.09	1.11	1.16	1.00
	N	1.55	1.51	1.38	1.57	1.53				
	S.D.	215	80	90	75	36				

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งพบว่าไม่สามารถสรุปผลของความลาดชันที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้ แต่อย่างไรก็ตามค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้ในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของขยวดยาน

4.5 การประเมินผลการวิเคราะห์

เมื่อพิจารณาวิธีการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทั้ง 3 วิธีพบว่าวิธี Constant Speed โดยการสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด ไม่สามารถคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้ ส่วนวิธี Constant Speed โดยการแบ่งข้อมูลเป็นช่วงค่าที่คำนวณได้มีความแปรผันมาก ผลการวิเคราะห์โดยวิธี Constant spacing โดยการแบ่งข้อมูลเป็นช่วงพบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีความแปรผันมาก ส่วนวิธี Constant spacing โดยสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด ถึงแม้ว่าจะสามารถคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้แต่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณได้ไม่แสดงให้เห็นถึงผลของความลาดชันที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ส่วนวิธีการ headway เฉลี่ย ให้ค่าที่ดีที่สุด ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าวิธีการ headway เฉลี่ยเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธี headway เฉลี่ย และวิธี Constant Spacing กรณีสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งหมด พบว่าในพื้นที่ศึกษา S0 และ S18 ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยที่การวิเคราะห์โดยวิธี Constant Spacing มีค่าต่ำกว่า นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงผลของปริมาณการจราจรที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์จากวิธี Headway เฉลี่ยพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรมีค่ามากขึ้น ในขณะที่เดียวกันเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์โดยวิธี Constant Spacing กับค่า Spacing พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า Spacing ลดลง แต่เนื่องจากค่า Spacing เป็นค่าที่ใช้วัดระดับการให้บริการของถนนดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการให้บริการลดลง การวิเคราะห์ทั้งสองวิธีให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือเมื่อปริมาณการจราจรสูงขึ้นเป็นการแสดงถึงระดับการบริการที่ลดต่ำลง ผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้เนื่องมาจากเมื่อปริมาณการจราจรมีค่ามากขึ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างยวดยานย่อมเพิ่มมากขึ้นเป็นผลให้ยวดยานขนาดใหญ่ส่งผลต่อสภาพการจราจรมากขึ้นซึ่งจะสะท้อนออกมาให้เห็นได้จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่มีค่ามากขึ้น

ตารางที่ 4.43 การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากวิธีการต่าง ๆ

ประเภทรถ	พื้นที่ศึกษา					
	S0		S18		S42	
	วิธี headway เฉลี่ย	วิธี constant spacing	วิธี headway เฉลี่ย	วิธี constant spacing	วิธี headway เฉลี่ย	วิธี constant spacing
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.25	1.26	1.22	1.24	1.46	1.18
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.34	1.37	1.36	1.24	1.55	1.23
รถบรรทุกพ่วง	1.54	1.39	1.58	1.48	1.83	1.24
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.30	1.10	1.15	1.13	1.39	1.12

4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

เมื่อพิจารณาวิธีการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทั้ง 3 วิธีพบว่า headway เฉลี่ยเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ดังนั้นค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่จะนำเสนอต่อไปนี้เป็นค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์จากวิธี Headway เฉลี่ย

ผลการวิเคราะห์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับยานประเภทต่าง ๆ บนทางหลวงหลายช่องทางจากรูปพบว่า ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสาร สำหรับพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชัน 0.000 เปอร์เซ็นต์และพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชัน 1.846 เปอร์เซ็นต์มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ในพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชัน 4.240 เปอร์เซ็นต์พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าแตกต่างจากพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชัน 1.846 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงสามารถแบ่งค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลออกตามระดับช่วงความชันดังนี้

สำหรับช่วงความชัน 0.000 – 1.846 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงความชันที่ค่อนข้างราบ เรียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.25 1.36 1.58 และ 1.30 ตามลำดับ

สำหรับช่วงความชัน 4.240 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงความชันที่ค่อนข้างมากหรืออยู่ในพื้นที่ลักษณะเป็นเนิน ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.46 1.55 1.83 และ 1.39 ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้กับค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994) โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกพ่วง และค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994) ทำการเปรียบเทียบค่าที่สัดส่วนขนาดยานขนาดใหญ่ 25 เปอร์เซ็นต์ และความยาวทางลาด 200 เมตร พบว่าค่าเทียบเท่าที่วิเคราะห์ได้สำหรับความลาดชัน 0.000 – 1.846 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน และสำหรับความลาดชัน 4.246 พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994)

ตารางที่ 4.44 การเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับค่าที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994)

ความลาดชัน	ค่าที่วิเคราะห์ได้	ค่าที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994)
0.000	1.54	1.50
1.846	1.58	1.50
2.420	1.83	1.50

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาแบ่งเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

- เพื่อทำการศึกษา ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และการศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- เพื่อพิจารณาถึงแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานบนทางหลวงหลายช่องทางจราจร (Multilane highways)
- เพื่อคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล สำหรับยานประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

- รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ
- รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ
- รถยนต์บรรทุกพ่วง
- รถยนต์โดยสาร 6 ล้อ

โดยทำการศึกษานบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรที่เชื่อมระหว่างจังหวัด และทำการศึกษาเฉพาะผลของความลาดชันที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล การศึกษากระทำโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ศึกษานบนทางหลวงหมายเลข 36 (ชลบุรี-ระยอง) ซึ่งเป็นทางหลวงขนาด 4 ช่องทางจราจรที่เชื่อมระหว่างจังหวัดชลบุรีและระยอง โดยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาจำนวน 3 แห่งที่มีความชันแตกต่างกัน ได้แก่

- พื้นที่ศึกษา S0 มีความลาดชัน 0.000 เปอร์เซ็นต์
- พื้นที่ศึกษา S18 มีความลาดชัน 1.846 เปอร์เซ็นต์
- พื้นที่ศึกษา S42 มีความลาดชัน 4.240 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการนำเสนอการสรุปผลการศึกษา ได้นำเสนอในประเด็นต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1.1 ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และการศึกษาที่ผ่านมา

จากการทบทวนทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในอดีต สามารถจำแนกวิธีการต่างๆ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- วิธีการเก็บข้อมูลโดยตรงในสนาม
- วิธีการใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร

5.1.1.1 วิธีการเก็บข้อมูลโดยตรงในสนาม

วิธีการดังกล่าวนี้จะทำการศึกษาโดยการเก็บตัวแปรด้านการจราจรต่างๆ ในสนาม จากนั้นจึงนำตัวแปรต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล การพิจารณาหาค่าเทียบเท่าสามารถพิจารณาจากความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยพิจารณาได้ดังนี้

- การหาค่าเทียบเท่าจากอัตราการแซง
- วิธีวิเคราะห์จากความล่าช้า
- วิธีวิเคราะห์จาก headway
- วิธีวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจร

วิธีการวิเคราะห์จากอัตราการแซงซึ่งมีพื้นฐานการคำนวณโดยใช้การเทียบเท่าของจำนวนยานพาหนะที่ทำการแซงระหว่างรถบรรทุกและรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้ระดับความเร็วเดียวกัน วิธีการนี้ขาดความน่าเชื่อถือในกรณีปริมาณการจราจรหนาแน่น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปริมาณการจราจรสูงขึ้นยวดยานแต่ละคันจะวิ่งชิดกันมากขึ้นและมักจะไม่ทำการแซงเป็นผลให้ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าเทียบเท่าที่สภาวะดังกล่าวได้

วิธีความล่าช้าเป็นวิธีที่พัฒนาจากวิธีคำนวณค่าเทียบเท่าจากอัตราการแซงเป็นการหาค่าเทียบเท่าจากความล่าช้าที่เกิดขึ้นโดยสมมติฐานว่ายานพาหนะที่วิ่งเร็วมักจะถูกกีดขวางโดยยานพาหนะที่วิ่งช้ากว่าเป็นผลทำให้เกิดแถวคอยขึ้น การคำนวณโดยวิธีนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลความเร็วของรถประเภทต่างๆ บนช่วงความลาดชันซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บในสนามได้ยากและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง

การคำนวณค่าเทียบเท่าจาก headway มีหลักการพื้นฐานว่ายวดยานขนาดใหญ่จะครอบครองพื้นที่ถนนมากกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจึงเป็นผลให้ความสามารถในการให้บริการของถนนลดลง ดังนั้นการหาค่าเทียบเท่าสามารถทำได้โดยการเทียบสัดส่วนของค่า headway ของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ กับค่า headway ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้สภาพการจราจรหนึ่ง ๆ การพิจารณาค่า Headway ดังกล่าวนี้อาจพิจารณาได้จากหลายกรณีได้แก่

- การพิจารณาค่า headway เฉลี่ยภายในช่วงเวลา 15 นาที แนวคิดนี้จะตั้งสมมติฐานว่าภายในช่วงเวลา 15 นาทีนั้นสภาพการจราจรไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและยวดยานที่พิจารณาย่อมอยู่ในสภาพการจราจรเดียวกัน
- การพิจารณาค่า headway ที่มีค่า Spacing เท่ากัน (Constant Spacing) แนวคิดนี้จะพิจารณาว่าภายใต้สภาพการจราจรเดียวกันรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและยวดยานที่พิจารณาย่อมมีค่า Spacing เท่ากัน
- การพิจารณาค่า headway ที่มีค่าความเร็วเท่ากัน (Constant Speed) แนวคิดนี้มีสมมติฐานว่าภายใต้สภาพการจราจรเดียวกันรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและยวดยานที่พิจารณาย่อมมีความเร็วเท่ากัน

การวิเคราะห์โดยการพิจารณาจากค่า headway ต้องใช้ข้อมูล headway ของ ยวดยานประเภทต่าง ๆ และรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภายใต้สภาพการจราจรเดียวกันซึ่งพิจารณาได้จากหลายกรณีดังกล่าวแล้วข้างต้น

วิธีการวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรวิธีการนี้ วิเคราะห์โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรของสภาพการจราจร แบบผสมและสภาพการจราจรที่ประกอบด้วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเพียงประเภทเดียว อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติวิธีการดังกล่าวนี้กระทำได้ยากทั้งนี้เนื่องจากต้องทำการเก็บข้อมูลจำนวนมาก เพื่อสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าว

5.1.1.2 วิธีการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร

วิธีการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรคือการนำโปรแกรมจำลอง สภาพการจราจรมาใช้เพื่อทำการจำลองสภาพการจราจรแทนการเก็บข้อมูลจากภาคสนาม จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้อ่านวนค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลซึ่งให้ผลที่น่าเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง และสามารถสร้างสถานการณ์จำลองสภาพการจราจรต่าง ๆ เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในสภาวะการณ์เหล่านั้น แต่อย่างไรก็ตามการนำโปรแกรมมาใช้จึงต้องทำการตรวจสอบว่า สามารถใช้จำลองสภาพการจราจรของประเทศไทยได้ถูกต้องเพียงใด

5.1.2 วิธีการที่เหมาะสมสำหรับคำนวณหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยวดยานบนทางหลวงหลายช่องทางจราจร

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการต่าง ๆ ในการวิเคราะห์หาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจึง ได้ทำการคัดเลือกวิธีการวิเคราะห์โดยการพิจารณาจากวิธีการเก็บข้อมูลที่จะต้องใช้เครื่องมือที่มี ราคาสูง และมีค่าใช้จ่ายสูงเกินไป วิธีการวิเคราะห์โดยการพิจารณาจากค่า headway เป็นวิธีการ ที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยวิเคราะห์เป็น 3 กรณีคือ

- การพิจารณาค่า headway เฉลี่ยภายในช่วงเวลา 15 นาที
- การพิจารณาค่า headway ที่มีค่า Spacing เท่ากัน (constant spacing)
- การพิจารณาค่า headway ที่มีค่าความเร็วเท่ากัน (constant speed)

จากนั้นจึงได้ทำการเก็บรวมข้อมูลภาคสนามและทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกรณีต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้เพื่อพิจารณาหาวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณจากค่า headway เฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของขบวน และพบว่าความลาดชันของถนนมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ความลาดชัน 4.240 เปอร์เซ็นต์ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่คำนวณได้มีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าที่คำนวณได้ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 0.000 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามสำหรับความลาดชันที่ 1.846 เปอร์เซ็นต์พบว่าค่าที่คำนวณได้ไม่แตกต่างจากพื้นที่ที่มีความลาดชัน 0.000 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากระดับความลาดชันดังกล่าวยังไม่ส่งผลต่อขบวนขนาดใหญ่มากนัก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงผลของปริมาณการจราจรที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลพบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรมีค่ามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปริมาณการจราจรมีค่ามากขึ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างขบวนย่อมเพิ่มมากขึ้นเป็นผลให้ขบวนขนาดใหญ่ส่งผลต่อสภาพการจราจรมากขึ้นซึ่งจะสะท้อนออกมาให้เห็นได้จากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่มีค่ามากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ในกรณี constant spacing พบว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดของขบวน และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า spacing ลดต่ำลง แต่เนื่องจากค่า spacing เป็นค่าที่ใช้วัดระดับการให้บริการของถนนดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการให้บริการลดลง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ พบว่าไม่สามารถสรุปผลของความลาดชันที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้ เหตุปัจจัยที่ทำให้เกิดผลดังกล่าวเนื่องมาจากความเร็วเฉลี่ยของขบวนในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่งมีค่าแตกต่างกัน การวิเคราะห์โดยวิธี constant spacing จะพิจารณาถึงค่าเทียบเท่าภายใต้สภาพการจราจรที่มีค่า Spacing เท่ากันโดยไม่ได้พิจารณาถึงผลของปัจจัยอื่น ๆ หรือกล่าวได้ว่าวิธีดังกล่าวนี้พิจารณาว่าความเร็วเฉลี่ยของการจราจรมีค่าคงที่ ดัง

นั่นหากจะทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในพื้นที่ศึกษาหลาย ๆ แห่ง พื้นที่ศึกษาเหล่านั้นจะต้องมีความเร็วเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์โดยวิธี constant speed โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและ headway ของขบวนรถแต่ละประเภท พบว่าความสัมพันธ์ที่ได้มีค่า R-square ต่ำมากทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลมีความแปรผันสูง สาเหตุของความแปรผันของข้อมูลเนื่องมาจากสภาพการจราจรที่ผู้ขับขี่มีอิสระในการขับที่สูง ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วได้อย่างอิสระโดยไม่ได้รับอิทธิพลของขบวนรถที่อยู่ด้านหน้า เนื่องจากความสัมพันธ์ที่คำนวณได้ขาดความน่าเชื่อถือและถึงแม้ว่าจะได้มีการเพิ่มจำนวนข้อมูลให้มากขึ้นก็คาดได้ว่าคงไม่ทำให้ความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นมากนัก ดังนั้นจึงไม่สามารถคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจากวิธีนี้ได้

เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งสามกรณีพบว่า เมื่อพิจารณาวิธีการหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลทั้ง 3 วิธีพบว่าวิธี constant speed ไม่สามารถหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้ ส่วนวิธี constant spacing ถึงแม้ว่าจะสามารถคำนวณค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลได้แต่ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่สะท้อนให้เห็นผลของความลาดชันที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล และวิธีการคำนวณจากค่า headway เฉลี่ยเป็นวิธีการที่ให้ค่าที่สะท้อนให้เห็นผลของความลาดชันต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์โดยคำนวณจากค่า headway เฉลี่ยจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

5.1.3 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารบนทางหลวงหลายช่องทางจราจรในประเทศไทย

ค่าเทียบเท่าที่นำเสนอในการศึกษานี้เป็นค่าเทียบเท่าที่วิเคราะห์จาก headway โดยพิจารณาจากค่า headway เฉลี่ยในช่วงเวลา 15 นาที

ตารางที่ 5.1 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ

ประเภทรถ	พื้นที่ศึกษา		
	S0(0.000%)	S18(1.846%)	S42(4.240%)
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.25	1.22	1.46
รถบรรทุก 10 ล้อ	1.34	1.36	1.55
รถบรรทุกพ่วง	1.54	1.58	1.83
รถโดยสาร 6 ล้อ	1.30	1.15	1.39

เนื่องจากค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชัน 0.000 เปอร์เซ็นต์ และ พื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชัน 1.846 เปอร์เซ็นต์มีค่าใกล้เคียงกัน จึงสามารถแบ่งค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลออกตามระดับช่วงความชันดังนี้

สำหรับช่วงความชัน 0.000 – 1.846 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงความชันที่ค่อนข้างราบเรียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.25 1.36 1.58 และ 1.30 ตามลำดับ

สำหรับช่วงความชัน 4.240 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงความชันที่ค่อนข้างมากหรืออยู่ในพื้นที่ลักษณะเป็นเนิน ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกพ่วง และรถโดยสาร 6 ล้อมีค่า 1.46 1.55 1.83 และ 1.39 ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่วิเคราะห์ได้กับค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994) โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำหรับรถบรรทุกพ่วง และค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994) พบว่าค่าเทียบเท่าที่วิเคราะห์ได้สำหรับความลาดชัน 0.000 – 1.846 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน และสำหรับความลาดชัน 4.246 พบว่าค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดโดย Highway Capacity Manual (1994)

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ความลาดชันมีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลดังนั้นการใช้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลคงที่จึงไม่ถูกต้อง
2. ควรทำการศึกษาผลของความยาวของทางลาดที่มีผลต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
3. ควรทำการศึกษาในพื้นที่การศึกษาที่มีสัดส่วนของยวดยานขนาดใหญ่ที่แตกต่างออกไปเพื่อพิจารณาผลของสัดส่วนยวดยานขนาดใหญ่ที่มีต่อค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล
4. ควรทำการศึกษาในพื้นที่ศึกษาในส่วนต่าง ๆ ของประเทศเพื่อให้จำนวนพื้นที่ศึกษามากพอที่จะเป็นตัวแทนที่เหมาะสม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- วิศวกรรมจราจร, กอง. 2540. รายงานปริมาณการจราจรบนทางหลวง 2540. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง.
- วัชรินทร์ วิทยกุล 2535. การออกแบบและวางแผนเส้นทาง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์พิสิทธ์ เซ็นเตอร์.

ภาษาอังกฤษ

- Aryal, R. 1988. Determination of The Highway Capacity in Thailand. Master's Thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Bang, K.L., Carlsson, A., and Palgunadi. 1997. Development of Speed-Flow Relationships for Indonesian Rural Roads Using Empirical Data and Simulation. Transportation Research Record 1484 : 24-32.
- Bonneson, J.A., and Fitts, J.W. 1995. Traffic Data Collection Using Video-Based Systems. Transportation Research Record 1477 : 31-40.
- Branston, D. 1977. Some Factors Affecting The Capacity of a Motorway. Traffic Engineering and Control Vol 16 No 10 : 430-432.
- Craus, J., Polus, A., and Grinberg, I. 1980. A Revised Method for the Determination of Passenger Car Equivalencies. Transportation Research Vol 14 A : 241-246.
- Cunagin, W.D., and Chang, E.C. 1982. Effects of Trucks on Freeway Vehicle Headways Under Off-Peak Flow Conditions. Transportation Research Record 869 : 54-59.

- Cunagin, W.D., and Messer, C.J. 1982. Passenger Car Equivalents for Rural Highways. Transportation Research Record 905 : 61-68.
- Elefteriadou, L., Torbic, D., and Webster, N. 1997. Development of Passenger Car Equivalents for Freeways, Two-lane Highways, and Arterials. Transportation Research Record 1572 : 51-58.
- Elefteriadou, L., Torbic, D., and Webster, N. 1997. Segment Passenger Car Equivalent Values for Cost Allocation on Urban Arterial Road. Transportation Research Vol 16 A : 399-406.
- Elefteriadou, L., and Webster, N. 1999. A Simulation Study of Truck Passenger Car Equivalents (PCE) on Basic Freeway Sections. Transportation Research Vol 33 B no 5 : 323-336.
- Huber, M.J. 1982. Estimation of Passenger-Car Equivalents of Trucks in Traffic Stream. Transportation Research Record 869 : 60-69.
- Kamala,A. 1997. Transportation Engineering. New Delhi, India : Tata McGraw-Hill.
- Krammes, R.A., and Crowley, K.W. 1986. Passenger Car Equivalents for Trucks on Level Freeway Segments. Transportation Research Record 1091 : 10-17.
- Linzer, E.M., Roess, R.P., and Mcshane, E.R. 1979. Effect of Truck, Buses, and Recreational Vehicles on Freeway Capacity and Service Volume. Transportation Research Record 699 : 17-26.
- Mcshane, W.R., and Roess, R. P. 1990. Traffic Engineering. Englewood Cliffs, NJ : PrenticeHall Inc.
- Methetharan, V. 1997. Determination of Highway Capacity on uninterrupted Flow Highway. Master's Thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Asian Institute of Technology.
- Pignataro, L.J. 1973. Traffic Engineering Theory and Practice. Englewood Cliffs, NJ : PrenticeHall Inc.

- Roess, R.P., and Mcshane, W.R. 1987. Capacity and Level-of-Service Concepts in The Highway Capacity Manual. ITE Journal Vol 54 No. 4 : 27-30.
- Roess, R.P., and Messer, C.J. 1984. Passenger Car Equivalents for Uninterrupted Flow : Revision of Circular 212 Values. Transportation Research Record 971 : 7-13.
- St. John, A.D. 1976. Nonlinear Truck Factor for Two-lane Highway. Transportation Research Record 615 : 49-53.
- Transportation Research Board. 1965. Highway Capacity Manual (Special Report 87). Washington D.C. : National Research Council.
- Transportation Research Board. 1994. Highway Capacity Manual (Special Report 209). 3rd ed. Washington D.C. : National Research Council.
- Van Aerde, M., and Yagar, S. 1984. Capacity, Speed, and Platooning Vehicles Equivalents for Two-Lane Rural Highways. Transportation Research Record 971 : 58-67.
- Werner, A., Morral, J.F., and Halls, G. 1975. Effect of Recreational Vehicle on Highway Capacity. Journal of Traffic Engineering Vol 45 No. 5 : 20-25.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก1 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	1.4682	0.2349	6.250	0.508	1158.97	79.17	1238.14	579.49	0.91	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 87
	b	0.0283	0.0030	9.483							
Y=aln(x)+b	a	1.4682	0.2349	6.250	0.508	1158.97	79.17	1238.14	579.49	0.91	
	b	0.0283	0.0030	9.483							
y=ax^b	a	0.2841	0.0770	3.691	0.519	1160.74	77.40	1238.14	580.37	0.89	
	b	0.5934	0.0611	9.706							
Y=ae^(bx)	a	2.1105	0.1491	14.159	0.475	1153.54	84.61	1238.14	576.77	0.97	
	b	0.0067	0.0007	9.334							

ตารางที่ ก2 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	1.6887	0.1885	8.956	0.577	761.54	43.24	804.78	380.77	0.66	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 66
	b	0.0246	0.0026	9.479							
Y=aln(x)+b	a	1.8192	0.1809	10.057	0.605	764.46	40.32	804.78	382.23	0.61	
	b	-4.0252	0.7261	-5.543							
y=ax^b	a	0.3854	0.0827	4.660	0.611	765.01	39.77	804.78	382.50	0.60	
	b	0.5235	0.0495	10.568							
Y=ae^(bx)	a	2.3121	0.1315	17.579	0.488	752.53	52.25	804.78	376.26	0.79	
	b	0.0051	0.0005	9.225							

ตารางที่ ก3 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0267	0.0022	11.871	0.540	1731.77	93.80	1825.57	865.89	0.78	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 120
	b	1.8389	0.1720	10.693							
Y=aln(x)+b	a	1.9791	0.1484	13.333	0.597	1743.38	82.19	1825.57	871.69	0.68	
	b	-4.4425	0.6113	-7.268							
y=ax^b	a	0.4367	0.0780	5.597	0.579	1739.79	85.78	1825.57	869.89	0.71	
	b	0.5115	0.0408	12.525							
Y=ae^(bx)	a	2.4306	0.1197	20.303	0.483	1720.18	105.39	1825.57	860.09	0.88	
	b	0.0057	0.0005	11.225							

ตารางที่ ก4 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0259	0.0025	10.491	0.519	1918.51	87.90	2006.41	959.25	0.86	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 102
	b	2.2198	0.2085	10.647							
Y=aln(x)+b	a	2.0764	0.1667	12.456	0.603	1933.92	72.49	2006.41	966.96	0.71	
	b	-4.5598	0.7071	-6.448							
y=ax^b	a	0.5508	0.1055	5.223	0.576	1928.89	77.52	2006.41	964.45	0.76	
	b	0.4755	0.0430	11.065							
Y=ae^(bx)	a	2.8580	0.1491	19.166	0.453	1906.44	99.97	2006.41	953.22	0.98	
	b	0.0048	0.0005	9.472							

ตารางที่ ก5 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0303	0.0063	4.790	0.574	195.16	9.41	204.57	97.58	0.55	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 17
	b	1.1342	0.4443	2.553							
Y=aln(x)+b	a	1.8689	0.3953	4.728	0.568	195.02	9.55	204.57	97.51	0.56	
	b	-4.5266	1.6219	-2.791							
y=ax^b	a	0.2372	0.1407	1.685	0.574	195.15	9.42	204.57	97.57	0.55	
	b	0.6210	0.1376	4.515							
Y=ae^(bx)	a	1.6267	0.2661	6.113	0.576	195.20	9.37	204.57	97.60	0.55	
	b	0.0094	0.0020	4.816							

ตารางที่ ก6 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0324	0.0017	18.723	0.803	752.25	20.92	773.17	376.12	0.24	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 86
	b	0.4824	0.1322	3.650							
Y=aln(x)+b	a	2.5249	0.1491	16.938	0.769	748.68	24.49	773.17	374.34	0.28	
	b	-7.7832	0.6246	-12.461							
y=ax^b	a	0.0773	0.0146	5.306	0.804	752.37	20.80	773.17	376.18	0.24	
	b	0.8430	0.0421	20.025							
Y=ae^(bx)	a	1.4199	0.0690	20.565	0.762	747.93	25.24	773.17	373.96	0.29	
	b	0.0089	0.0005	18.858							

ตารางที่ ก7 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0347	0.0037	9.509	0.783	303.40	7.71	311.11	151.70	0.31	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 25
	b	0.6603	0.2871	2.300							
Y=aln(x)+b	a	2.8812	0.3030	9.510	0.783	303.40	7.71	311.11	151.70	0.31	
	b	-6.9752	1.2842	-6.989							
y=ax^b	a	0.1017	0.0348	2.920	0.794	303.77	7.34	311.11	151.88	0.29	
	b	0.8066	0.0765	10.539							
Y=ae^(bx)	a	1.7953	0.1598	11.237	0.696	300.30	10.81	311.11	150.15	0.43	
	b	0.0076	0.0009	8.774							

ตารางที่ ก8 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0321	0.0026	12.559	0.814	425.09	8.22	433.31	212.54	0.23	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 36
	b	0.6423	0.2179	2.948							
Y=aln(x)+b	a	2.6646	0.2426	10.984	0.770	423.14	10.17	433.31	211.57	0.28	
	b	-8.2882	1.0494	-7.898							
y=ax^b	a	0.0902	0.0264	3.420	0.810	424.90	8.41	433.31	212.45	0.23	
	b	0.8175	0.0643	12.709							
Y=ae^(bx)	a	1.5416	0.1085	14.214	0.806	424.74	8.57	433.31	212.37	0.24	
	b	0.0087	0.0007	13.028							



ตารางที่ ก9 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกทุกวงในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0366	0.0037	10.014	0.834	314.27	5.09	319.36	157.13	0.25	D.F of Reg.= 2
	b	0.5161	0.3283	1.572							
Y=aln(x)+b	a	2.8909	0.3181	9.087	0.805	313.39	5.97	319.36	156.69	0.30	D.F of Res.= 20
	b	-9.0345	1.3977	-6.464							
y=ax^b	a	0.0835	0.0341	2.448	0.836	314.34	5.02	319.36	157.17	0.25	
	b	0.8506	0.0890	9.554							
Y=ae^(bx)	a	1.6543	0.1765	9.374	0.793	313.02	6.34	319.36	156.51	0.32	
	b	0.0088	0.0010	8.851							

ตารางที่ ก10 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0349	0.0016	21.498	0.943	425.90	6.11	432.01	212.95	0.22	D.F of Reg.= 2
	b	0.3707	0.1604	2.311							
Y=aln(x)+b	a	3.5198	0.2602	13.526	0.867	417.81	14.20	432.01	208.90	0.51	D.F of Res.= 28
	b	-11.7831	1.1220	-10.502							
y=ax^b	a	0.0588	0.0115	5.110	0.942	425.78	6.22	432.01	212.89	0.22	
	b	0.9117	0.0399	22.839							
Y=ae^(bx)	a	1.6972	0.1104	15.373	0.899	421.23	10.78	432.01	210.61	0.38	
	b	0.0070	0.0004	18.425							

ตารางที่ ก11 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0302	0.0019	15.514	0.579	1889.01	122.30	2011.31	944.51	0.70	D.F of Reg.= 2
	b	0.9812	0.1514	6.481							
Y=aln(x)+b	a	2.2898	0.1546	14.808	0.556	1882.36	128.94	2011.31	941.18	0.74	D.F of Res.= 175
	b	-6.4241	0.6476	-9.919							
y=ax^b	a	0.1562	0.0306	5.109	0.581	1889.56	121.74	2011.31	944.78	0.70	
	b	0.7075	0.0440	16.097							
Y=ae^(bx)	a	1.7491	0.0856	20.430	0.548	1880.14	131.16	2011.31	940.07	0.75	
	b	0.0077	0.0005	15.916							

ตารางที่ ก12 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0260	0.0022	11.877	0.603	1061.18	54.71	1115.89	530.59	0.59	D.F of Reg.= 2
	b	1.5148	0.1629	9.299							
Y=aln(x)+b	a	1.8785	0.1610	11.665	0.594	1059.98	55.90	1115.89	529.99	0.60	D.F of Res.= 93
	b	-4.3972	0.6569	-6.694							
y=ax^b	a	0.3078	0.0597	5.156	0.620	1063.57	52.32	1115.89	531.79	0.56	
	b	0.5690	0.0443	12.830							
Y=ae^(bx)	a	2.2134	0.1075	20.599	0.518	1049.49	66.40	1115.89	524.74	0.71	
	b	0.0055	0.0005	11.621							

ตารางที่ ก13 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0263	0.0020	13.283	0.528	2138.90	119.98	2258.88	1069.45	0.76	D.F of Reg.= 2
	b	1.6848	0.1557	10.819							
Y=aln(x)+b	a	1.9122	0.1411	13.555	0.538	2141.46	117.42	2258.88	1070.73	0.74	D.F of Res.= 158
	b	-4.3767	0.5880	-7.443							
y=ax^b	a	0.3727	0.0652	5.718	0.543	2142.91	115.97	2258.88	1071.45	0.73	
	b	0.5358	0.0397	13.508							
Y=ae^(bx)	a	2.2620	0.1027	22.024	0.490	2129.25	129.63	2258.88	1064.62	0.82	
	b	0.0061	0.0005	13.108							

ตารางที่ ก14 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0258	0.0024	10.721	0.479	2252.10	117.49	2369.60	1126.05	0.94	D.F of Reg.= 2
	b	2.1175	0.2047	10.345							
Y=aln(x)+b	a	2.0231	0.1707	11.853	0.529	2263.41	106.18	2369.60	1131.71	0.85	D.F of Res.= 125
	b	-4.4663	0.7280	-6.135							
y=ax^b	a	0.5102	0.1014	5.029	0.516	2260.45	109.15	2369.60	1130.23	0.87	
	b	0.4862	0.0445	10.923							
Y=ae^(bx)	a	2.7410	0.1411	19.431	0.428	2240.55	129.05	2369.60	1120.27	1.03	
	b	0.0050	0.0005	10.006							

ตารางที่ ก15 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0331	0.0030	11.058	0.731	467.51	18.01	485.52	233.75	0.40	D.F of Reg.= 2
	b	0.6894	0.2271	3.035							
Y=aln(x)+b	a	2.3227	0.2496	9.307	0.658	462.63	22.89	485.52	231.31	0.51	D.F of Res.= 45
	b	-6.6548	1.0409	-6.393							
y=ax^b	a	0.1025	0.0325	3.156	0.722	466.90	18.61	485.52	233.45	0.41	
	b	0.7979	0.0711	11.223							
Y=ae^(bx)	a	1.5158	0.1148	13.204	0.727	467.21	18.30	485.52	233.61	0.41	
	b	0.0092	0.0008	12.131							

ตารางที่ ก16 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0369	0.0019	19.288	0.665	2016.89	85.84	2102.73	1008.45	0.46	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 187
	b	0.9898	0.1212	8.167							
Y=aln(x)+b	a	2.1313	0.1162	18.335	0.643	2011.01	91.73	2102.73	1005.50	0.49	
	b	-5.3218	0.4635	-11.481							
y=ax^b	a	0.1925	0.0294	6.549	0.669	2017.74	84.99	2102.73	1008.87	0.45	
	b	0.6916	0.0360	19.209							
Y=ae^(bx)	a	1.7123	0.0706	24.238	0.634	2008.77	93.96	2102.73	1004.39	0.50	
	b	0.0098	0.0005	19.088							

ตารางที่ ก17 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0331	0.0029	11.603	0.678	686.85	26.80	713.64	343.42	0.42	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 64
	b	1.4483	0.1624	8.917							
Y=aln(x)+b	a	1.8311	0.1548	11.825	0.686	687.53	26.11	713.64	343.77	0.41	
	b	-3.8096	0.5888	-6.470							
y=ax^b	a	0.3624	0.0678	5.345	0.694	688.16	25.48	713.64	344.08	0.40	
	b	0.5579	0.0455	12.258							
Y=ae^(bx)	a	1.9704	0.1102	17.881	0.637	683.44	30.21	713.64	341.72	0.47	
	b	0.0085	0.0007	11.577							

ตารางที่ ก18 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0365	0.0020	17.836	0.701	1722.66	73.28	1795.93	861.33	0.54	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 136
	b	1.3020	0.1309	9.949							
Y=aln(x)+b	a	2.1939	0.1281	17.128	0.683	1718.43	77.50	1795.93	859.22	0.57	
	b	-5.2061	0.5038	-10.333							
y=ax^b	a	0.2617	0.0376	6.952	0.717	1726.58	69.35	1795.93	863.29	0.51	
	b	0.6404	0.0337	18.978							
Y=ae^(bx)	a	2.1650	0.0878	24.648	0.603	1698.78	97.15	1795.93	849.39	0.71	
	b	0.0074	0.0005	16.283							

ตารางที่ ก19 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0323	0.0023	14.337	0.639	1960.17	89.50	2049.68	980.09	0.77	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 116
	b	1.8558	0.1644	11.291							
Y=aln(x)+b	a	2.2161	0.1365	16.233	0.694	1973.84	75.83	2049.68	986.92	0.65	
	b	-4.9642	0.5516	-9.000							
y=ax^b	a	0.4338	0.0665	6.520	0.683	1971.01	78.67	2049.68	985.50	0.68	
	b	0.5388	0.0353	15.284							
Y=ae^(bx)	a	2.6056	0.1197	21.772	0.551	1938.30	111.37	2049.68	969.15	0.96	
	b	0.0061	0.0005	12.683							

ตารางที่ ก20 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0368	0.0072	5.139	0.608	301.86	13.96	315.82	150.93	0.82	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 17
	b	1.3045	0.5354	2.436							
Y=aln(x)+b	a	2.3639	0.4870	4.854	0.581	300.88	14.94	315.82	150.44	0.88	
	b	-5.9450	2.0272	-2.933							
y=ax^b	a	0.2470	0.1470	1.680	0.601	301.61	14.21	315.82	150.80	0.84	
	b	0.6528	0.1356	4.813							
Y=ae^(bx)	a	1.9552	0.3056	6.399	0.619	302.25	13.57	315.82	151.12	0.80	
	b	0.0092	0.0017	5.348							

ตารางที่ ก21 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0353	0.0010	36.107	0.831	3679.75	93.65	3773.40	1839.88	0.35	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 265
	b	0.6387	0.0865	7.384							
Y=aln(x)+b	a	2.9056	0.0831	34.983	0.822	3674.72	98.68	3773.40	1837.36	0.37	
	b	-8.9705	0.3576	-25.083							
y=ax^b	a	0.1001	0.0105	9.501	0.837	3683.23	90.17	3773.40	1841.61	0.34	
	b	0.8128	0.0228	35.693							
Y=ae^(bx)	a	1.7902	0.0540	33.132	0.755	3637.52	135.89	3773.40	1818.76	0.51	
	b	0.0078	0.0003	30.205							

ตารางที่ ก22 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0348	0.0018	18.822	0.910	403.95	4.65	408.61	201.98	0.13	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 35
	b	0.5916	0.1464	4.041							
Y=aln(x)+b	a	2.5758	0.1839	14.009	0.849	400.78	7.83	408.61	200.39	0.22	
	b	-7.6852	0.7742	-9.927							
y=ax^b	a	0.0904	0.0182	4.961	0.905	403.72	4.89	408.61	201.86	0.14	
	b	0.8286	0.0447	18.550							
Y=ae^(bx)	a	1.5138	0.0781	19.378	0.897	403.25	5.35	408.61	201.63	0.15	
	b	0.0093	0.0005	18.917							

ตารางที่ ก23 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0348	0.0021	16.978	0.868	602.22	11.00	613.23	301.11	0.25	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 44
	b	0.7742	0.1711	4.526							
Y=aln(x)+b	a	2.2335	0.1932	11.558	0.752	592.64	20.59	613.23	296.32	0.47	
	b	-5.9779	0.8172	-7.315							
y=ax^b	a	0.1168	0.0270	4.327	0.858	601.46	11.77	613.23	300.73	0.27	
	b	0.7835	0.0507	15.457							
Y=ae^(bx)	a	1.6879	0.1018	16.575	0.838	599.77	13.46	613.23	299.89	0.31	
	b	0.0087	0.0006	15.728							

ตารางที่ ก24 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0315	0.0023	13.959	0.851	567.32	9.03	576.35	283.66	0.27	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 34
	b	1.0637	0.2130	4.994							
Y=aln(x)+b	a	2.5070	0.2167	11.566	0.797	564.03	12.31	576.35	282.02	0.36	
	b	-7.1399	0.9498	-7.517							
y=ax^b	a	0.1567	0.0401	3.911	0.848	567.10	9.24	576.35	283.55	0.27	
	b	0.7182	0.0550	13.051							
Y=ae^(bx)	a	1.9491	0.1337	14.577	0.816	565.15	11.20	576.35	282.58	0.33	
	b	0.0072	0.0006	12.408							

ตารางที่ ก25 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0365	0.0023	15.739	0.915	273.23	3.43	276.66	136.62	0.15	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 23
	b	0.5327	0.1790	2.976							
Y=aln(x)+b	a	2.7051	0.2250	12.022	0.863	271.12	5.54	276.66	135.56	0.24	
	b	-8.1311	0.9372	-8.676							
y=ax^b	a	0.0864	0.0210	4.108	0.912	273.12	3.54	276.66	136.56	0.15	
	b	0.8446	0.0540	15.645							
Y=ae^(bx)	a	1.4692	0.1008	14.574	0.897	272.51	4.15	276.66	136.25	0.18	
	b	0.0098	0.0007	14.969							

ตารางที่ ก26 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0337	0.0009	37.670	0.758	5676.33	199.81	5876.14	2838.17	0.44	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 454
	b	0.9364	0.0707	13.246							
Y=aln(x)+b	a	2.4273	0.0700	34.656	0.726	5650.02	226.12	5876.14	2825.01	0.50	
	b	-6.7454	0.2925	-23.057							
y=ax^b	a	0.1515	0.0131	11.542	0.762	5679.89	196.25	5876.14	2839.94	0.43	
	b	0.7301	0.0193	37.856							
Y=ae^(bx)	a	1.8626	0.0433	43.017	0.696	5625.28	250.86	5876.14	2812.64	0.55	
	b	0.0077	0.0002	35.105							

ตารางที่ ก27 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0299	0.0020	14.601	0.679	1078.88	43.36	1122.25	539.44	0.43	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 101
	b	1.3708	0.1346	10.181							
Y=aln(x)+b	a	1.7373	0.1346	12.910	0.623	1071.35	50.90	1122.25	535.67	0.50	
	b	-3.7134	0.5321	-6.979							
y=ax^b	a	0.3076	0.0523	5.880	0.667	1077.29	44.96	1122.25	538.64	0.45	
	b	0.5770	0.0399	14.465							
Y=ae^(bx)	a	1.8821	0.0849	22.170	0.666	1077.25	44.99	1122.25	538.63	0.45	
	b	0.0080	0.0005	15.681							

ตารางที่ ก28 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0339	0.0016	20.703	0.702	2311.45	97.71	2409.16	1155.72	0.54	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 182
	b	1.2986	0.1134	11.450							
Y=aln(x)+b	a	2.0810	0.1097	18.968	0.664	2299.03	110.13	2409.16	1149.52	0.61	
	b	-4.9087	0.4399	-11.160							
y=ax^b	a	0.2560	0.0335	7.650	0.708	2313.32	95.84	2409.16	1156.66	0.53	
	b	0.6339	0.0301	21.054							
Y=ae^(bx)	a	2.0774	0.0744	27.934	0.635	2289.58	119.58	2409.16	1144.79	0.66	
	b	0.0074	0.0004	19.736							

ตารางที่ ก29 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0296	0.0019	15.750	0.620	2508.52	117.50	2626.02	1254.26	0.77	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 152
	b	1.8391	0.1476	12.460							
Y=aln(x)+b	a	2.0727	0.1254	16.525	0.642	2515.43	110.59	2626.02	1257.72	0.73	
	b	-4.5906	0.5171	-8.878							
y=ax^b	a	0.4252	0.0622	6.831	0.646	2516.67	109.35	2626.02	1258.34	0.72	
	b	0.5310	0.0331	16.028							
Y=ae^(bx)	a	2.5065	0.1045	23.974	0.558	2489.43	136.59	2626.02	1244.71	0.90	
	b	0.0060	0.0004	14.555							

ตารางที่ ก30 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	STD	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0365	0.0036	10.065	0.707	568.35	24.13	592.48	284.17	0.57	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 42
	b	0.8762	0.2760	3.175							
Y=aln(x)+b	a	2.5526	0.2765	9.231	0.670	565.29	27.19	592.48	282.65	0.65	
	b	-7.1655	1.1515	-6.223							
y=ax^b	a	0.1414	0.0480	2.947	0.704	568.10	24.38	592.48	284.05	0.58	
	b	0.7545	0.0763	9.894							
Y=ae^(bx)	a	1.7280	0.1537	11.242	0.690	566.93	25.55	592.48	283.46	0.61	
	b	0.0092	0.0009	10.101							

ตารางที่ ก31 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0420	0.0033	12.820	0.624	1538.08	89.62	1627.70	769.04	0.91	D.F of Reg.= 2
	b	1.2187	0.2161	5.640							
Y=aln(x)+b	a	2.4128	0.1895	12.730	0.621	1537.29	90.41	1627.70	768.64	0.91	D.F of Res.= 99
	b	-5.8489	0.7568	-7.729							
y=ax^b	a	0.2516	0.0580	4.336	0.636	1540.88	86.82	1627.70	770.44	0.88	
	b	0.6657	0.0538	12.378							
Y=ae^(bx)	a	2.1490	0.1389	15.475	0.553	1521.19	106.51	1627.70	760.59	1.08	
	b	0.0087	0.0008	11.433							

ตารางที่ ก32 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0407	0.0064	6.334	0.471	852.83	60.53	913.36	426.42	1.35	D.F of Reg.= 2
	b	1.9002	0.3896	4.878							
Y=aln(x)+b	a	2.1100	0.3309	6.376	0.475	853.21	60.15	913.36	426.61	1.34	D.F of Res.= 45
	b	-4.0637	1.2950	-3.138							
y=ax^b	a	0.4928	0.1758	2.803	0.493	855.28	58.08	913.36	427.64	1.29	
	b	0.5383	0.0859	6.268							
Y=ae^(bx)	a	2.6441	0.2674	9.889	0.414	846.22	67.15	913.36	423.11	1.49	
	b	0.0078	0.0014	5.710							

ตารางที่ ก33 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0380	0.0048	7.906	0.519	965.90	55.83	1021.73	482.95	0.96	D.F of Reg.= 2
	b	1.8127	0.2912	6.226							
Y=aln(x)+b	a	2.0051	0.2509	7.991	0.524	966.53	55.20	1021.73	483.26	0.95	D.F of Res.= 58
	b	-3.8908	0.9812	-3.965							
y=ax^b	a	0.4802	0.1357	3.539	0.534	967.68	54.05	1021.73	483.84	0.93	
	b	0.5303	0.0681	7.788							
Y=ae^(bx)	a	2.4162	0.2003	12.063	0.479	961.34	60.39	1021.73	480.67	1.04	
	b	0.0083	0.0011	7.370							

ตารางที่ ก34 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0427	0.0042	10.151	0.660	1108.10	42.36	1150.46	554.05	0.80	D.F of Reg.= 2
	b	1.6749	0.2870	5.836							
Y=aln(x)+b	a	2.5939	0.2198	11.801	0.724	1116.08	34.38	1150.46	558.04	0.65	D.F of Res.= 53
	b	-6.0844	0.8882	-6.850							
y=ax^b	a	0.3845	0.0970	3.965	0.699	1112.93	37.53	1150.46	556.47	0.71	
	b	0.5934	0.0588	10.089							
Y=ae^(bx)	a	2.5770	0.2010	12.821	0.581	1098.19	52.27	1150.46	549.09	0.99	
	b	0.0080	0.0009	8.492							

ตารางที่ ก35 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0424	0.0033	13.028	0.904	418.65	4.92	423.57	209.32	0.27	D.F of Reg.= 2
	b	1.1689	0.2683	4.357							
Y=aln(x)+b	a	2.7758	0.2319	11.970	0.888	417.84	5.73	423.57	208.92	0.32	D.F of Res.= 18
	b	-7.2681	0.9758	-7.449							
y=ax^b	a	0.2135	0.0554	3.852	0.915	419.21	4.36	423.57	209.61	0.24	
	b	0.7042	0.0574	12.274							
Y=ae^(bx)	a	2.2004	0.2064	10.661	0.840	415.37	8.20	423.57	207.69	0.46	
	b	0.0085	0.0009	9.427							

ตารางที่ ก36 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0360	0.0016	22.693	0.648	3539.29	205.10	3744.40	1769.65	0.73	D.F of Reg.= 2
	b	1.2574	0.1053	11.941							
Y=aln(x)+b	a	2.0157	0.1015	19.851	0.585	3502.51	241.89	3744.40	1751.25	0.86	D.F of Res.= 280
	b	-4.5482	0.4016	-11.325							
y=ax^b	a	0.2481	0.0302	8.218	0.650	3540.81	203.58	3744.40	1770.41	0.73	
	b	0.6482	0.0282	22.948							
Y=ae^(bx)	a	2.1533	0.0690	31.215	0.553	3484.36	260.03	3744.40	1742.18	0.93	
	b	0.0072	0.0003	21.082							

ตารางที่ ก37 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0426	0.0046	9.327	0.664	574.01	30.27	604.28	287.01	0.69	D.F of Reg.= 2
	b	1.0853	0.2712	4.001							
Y=aln(x)+b	a	2.1503	0.2480	8.672	0.631	571.02	33.26	604.28	285.51	0.76	D.F of Res.= 44
	b	-4.9159	0.9609	-5.116							
y=ax^b	a	0.2318	0.0730	3.174	0.668	574.38	29.91	604.28	287.19	0.68	
	b	0.6790	0.0751	9.039							
Y=ae^(bx)	a	1.9185	0.1687	11.372	0.607	568.83	35.45	604.28	284.41	0.81	
	b	0.0099	0.0011	8.838							

ตารางที่ ก38 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0359	0.0035	10.391	0.740	634.92	20.95	655.87	317.46	0.55	D.F of Reg.= 2
	b	1.5358	0.2469	6.221							
Y=aln(x)+b	a	2.0994	0.2269	9.253	0.693	631.13	24.74	655.87	315.57	0.65	D.F of Res.= 38
	b	-4.5882	0.9147	-5.016							
y=ax^b	a	0.3302	0.0859	3.844	0.739	634.88	20.99	655.87	317.44	0.55	
	b	0.5976	0.0597	10.008							
Y=ae^(bx)	a	2.2104	0.1630	13.562	0.712	632.67	23.19	655.87	316.34	0.61	
	b	0.0080	0.0008	10.186							

ตารางที่ ก39 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0430	0.0057	7.516	0.685	372.19	19.37	391.57	186.10	0.75	D.F of Reg.= 2
	b	1.2822	0.3295	3.892							
Y=aln(x)+b	a	2.3568	0.3230	7.296	0.672	371.40	20.17	391.57	185.70	0.78	D.F of Res.= 26
	b	-5.4568	1.2298	-4.437							
y=ax^b	a	0.2784	0.0971	2.869	0.693	372.69	18.87	391.57	186.35	0.73	
	b	0.6506	0.0835	7.790							
Y=ae^(bx)	a	2.0632	0.2123	9.720	0.635	369.16	22.41	391.57	184.58	0.86	
	b	0.0095	0.0013	7.450							

ตารางที่ ก40 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0417	0.0031	13.375	0.848	398.68	8.82	407.50	199.34	0.28	D.F of Reg.= 2
	b	0.7733	0.2029	3.811							
Y=aln(x)+b	a	2.3790	0.2074	11.471	0.804	396.13	11.37	407.50	198.06	0.36	D.F of Res.= 32
	b	-6.1797	0.8245	-7.495							
y=ax^b	a	0.1468	0.0375	3.908	0.849	398.71	8.79	407.50	199.35	0.27	
	b	0.7637	0.0593	12.878							
Y=ae^(bx)	a	1.6628	0.1279	13.004	0.799	395.83	11.66	407.50	197.92	0.36	
	b	0.0105	0.0009	11.866							

ตารางที่ ก41 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0374	0.0015	25.658	0.633	5067.69	304.40	5372.10	2533.85	0.80	D.F of Reg.= 2
	b	1.2577	0.0967	13.011							
Y=aln(x)+b	a	2.1161	0.0904	23.400	0.590	5031.38	340.72	5372.10	2515.69	0.89	D.F of Res.= 381
	b	-4.8709	0.3586	-13.584							
y=ax^b	a	0.2513	0.0273	9.192	0.640	5073.51	298.59	5372.10	2536.76	0.78	
	b	0.6510	0.0253	25.742							
Y=ae^(bx)	a	2.1875	0.0629	34.753	0.539	4989.07	383.02	5372.10	2494.54	1.01	
	b	0.0074	0.0003	23.466							

ตารางที่ ก42 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0421	0.0041	10.157	0.531	1415.12	102.52	1517.65	707.56	1.13	D.F of Reg.= 2
	b	1.4724	0.2487	5.921							
Y=aln(x)+b	a	2.1559	0.2165	9.956	0.521	1412.95	104.69	1517.65	706.48	1.15	D.F of Res.= 91
	b	-4.5858	0.8433	-5.438							
y=ax^b	a	0.3445	0.0877	3.928	0.544	1418.00	99.64	1517.65	709.00	1.09	
	b	0.6055	0.0610	9.925							
Y=ae^(bx)	a	2.2719	0.1618	14.041	0.473	1402.46	115.18	1517.65	701.23	1.27	
	b	0.0088	0.0009	9.404							

ตารางที่ n43 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0360	0.0030	11.871	0.590	1596.94	80.66	1677.60	798.47	0.82	D.F of Reg.= 2
	b	1.7652	0.1975	8.936							
Y=aln(x)+b	a	2.0164	0.1732	11.642	0.580	1595.08	82.52	1677.60	797.54	0.84	D.F of Res.= 98
	b	-4.0632	0.6857	-5.926							
y=ax^b	a	0.4366	0.0856	5.099	0.601	1599.12	78.47	1677.60	799.56	0.80	
	b	0.5443	0.0463	11.749							
Y=ae^(bx)	a	2.3940	0.1332	17.975	0.551	1589.38	88.22	1677.60	794.69	0.90	
	b	0.0078	0.0007	11.505							

ตารางที่ n44 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0440	0.0034	13.115	0.680	1477.77	64.26	1542.03	738.89	0.79	D.F of Reg.= 2
	b	1.4736	0.2174	6.779							
Y=aln(x)+b	a	2.5673	0.1780	14.420	0.720	1485.76	56.27	1542.03	742.88	0.69	D.F of Res.= 81
	b	-6.0698	0.7057	-8.601							
y=ax^b	a	0.3292	0.0670	4.912	0.708	1483.38	58.65	1542.03	741.69	0.72	
	b	0.6244	0.0478	13.066							
Y=ae^(bx)	a	2.3717	0.1493	15.885	0.605	1462.67	79.35	1542.03	731.34	0.98	
	b	0.0086	0.0008	11.332							

ตารางที่ n45 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=ax+b	a	0.0436	0.0023	18.796	0.872	815.04	16.03	831.07	407.52	0.31	D.F of Reg.= 2
	b	0.8194	0.1669	4.910							
Y=aln(x)+b	a	2.6469	0.1651	16.034	0.832	810.05	21.02	831.07	405.02	0.40	D.F of Res.= 52
	b	-7.0493	0.5708	-10.509							
y=ax^b	a	0.1503	0.0290	5.191	0.874	815.38	15.69	831.07	407.69	0.30	
	b	0.7696	0.0435	17.674							
Y=ae^(bx)	a	1.8313	0.1115	16.419	0.816	808.13	22.94	831.07	404.07	0.44	
	b	0.0098	0.0006	15.543							

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑1 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	-0.0185	0.0063	-2.9313	0.090	1091.60	146.54	1238.14	545.80	1.68	D.F of Reg.= 2
	b	5.1208	0.5768	8.8780							
Y=aln(x)+b	a	-1.6553	0.5749	-2.8794	0.087	1091.14	147.00	1238.14	545.57	1.69	D.F of Res.= 87
	b	10.8517	2.5642	4.2320							
y=ax^b	a	27.9136	21.0341	1.3271	0.085	1090.77	147.37	1238.14	545.39	1.69	
	b	-0.4689	0.1709	-2.7430							
Y=ae^(bx)	a	5.5937	0.9440	5.9255	0.089	1091.43	146.71	1238.14	545.72	1.69	
	b	-0.0054	0.0020	-2.7766							

ตารางที่ ๑2 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.4305	0.7456	5.9424	0.040	706.78	98.00	804.78	353.39	1.48	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0174	0.0104	-1.6639							
Y=aln(x)+b	a	8.0030	2.9444	2.7180	0.039	706.61	98.17	804.78	353.31	1.49	D.F of Res.= 66
	b	-1.1330	0.6958	-1.6283							
y=ax^b	a	13.6055	11.9677	1.1369	0.038	706.56	98.22	804.78	353.28	1.49	
	b	-0.3420	0.2094	-1.6331							
Y=ae^(bx)	a	4.6362	1.0378	4.4673	0.039	706.70	98.08	804.78	353.35	1.49	
	b	-0.0053	0.0032	-1.6328							

ตารางที่ ๑3 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกทุก 10 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.8561	0.5416	8.9663	0.042	1630.14	195.42	1825.57	815.07	1.63	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0177	0.0077	-2.2873							
Y=aln(x)+b	a	8.7877	2.2954	3.8284	0.040	1629.83	195.74	1825.57	814.92	1.63	D.F of Res.= 120
	b	-1.2228	0.5452	-2.2429							
y=ax^b	a	14.7553	9.2841	1.5893	0.040	1629.74	195.82	1825.57	814.87	1.63	
	b	-0.3331	0.1505	-2.2129							
Y=ae^(bx)	a	5.0796	0.7753	6.5517	0.041	1629.95	195.61	1825.57	814.98	1.63	
	b	-0.0049	0.0022	-2.1709							

ตารางที่ ๑4 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพวงในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	5.5213	0.5778	9.5551	0.052	1833.17	173.24	2006.41	916.59	1.70	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0203	0.0086	-2.3669							
Y=aln(x)+b	a	9.4986	2.4414	3.8906	0.044	1831.78	174.63	2006.41	915.89	1.71	D.F of Res.= 102
	b	-1.2763	0.5859	-2.1784							
y=ax^b	a	13.7579	8.0729	1.7042	0.042	1831.26	175.15	2006.41	915.63	1.72	
	b	-0.2863	0.1417	-2.0197							
Y=ae^(bx)	a	5.7297	0.8131	7.0463	0.050	1832.84	173.57	2006.41	916.42	1.70	
	b	-0.0048	0.0022	-2.2101							

ตารางที่ ๗5 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.9799	1.0989	3.6216	0.038	183.32	21.25	204.57	91.66	1.25	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 17
	b	-0.0113	0.0137	-0.8244							
Y=aln(x)+b	a	7.1644	4.9029	1.4613	0.039	183.33	21.24	204.57	91.66	1.25	
	b	-0.9396	1.1316	-0.8303							
y=ax^b	a	11.6434	18.8451	0.6178	0.039	183.32	21.24	204.57	91.66	1.25	
	b	-0.3065	0.3762	-0.8146							
Y=ae^(bx)	a	4.1550	1.5278	2.7196	0.039	183.32	21.25	204.57	91.66	1.25	
	b	-0.0038	0.0048	-0.7992							

ตารางที่ ๗6 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.3832	0.5781	4.1222	0.005	667.51	105.65	773.17	333.76	1.23	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 86
	b	0.0040	0.0061	0.6535							
Y=aln(x)+b	a	1.7992	2.5646	0.7015	0.002	667.16	106.01	773.17	333.58	1.23	
	b	0.2117	0.5686	0.3723							
y=ax^b	a	1.8572	1.7364	1.0696	0.002	667.18	105.99	773.17	333.59	1.23	
	b	0.0873	0.2069	0.4220							
Y=ae^(bx)	a	2.3674	0.4928	4.8041	0.006	667.58	105.59	773.17	333.79	1.23	
	b	0.0016	0.0022	0.7480							

ตารางที่ ๗7 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.3091	0.9494	4.5387	0.055	277.48	33.62	311.11	138.74	1.34	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 25
	b	-0.0140	0.0116	-1.2079							
Y=aln(x)+b	a	8.5331	4.0471	2.1085	0.065	277.84	33.26	311.11	138.92	1.33	
	b	-1.2275	0.9292	-1.3211							
y=ax^b	a	18.3039	22.8027	0.8027	0.069	277.97	33.14	311.11	138.98	1.33	
	b	-0.4025	0.2891	-1.3924							
Y=ae^(bx)	a	4.6706	1.4068	3.3200	0.059	277.62	33.49	311.11	138.81	1.34	
	b	-0.0048	0.0038	-1.2559							

ตารางที่ ๗8 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาSO

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.7331	0.8987	4.1540	0.010	389.50	43.81	433.31	194.75	1.22	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 36
	b	-0.0078	0.0129	-0.6056							
Y=aln(x)+b	a	5.6157	3.5739	1.5713	0.013	389.61	43.70	433.31	194.81	1.21	
	b	-0.5748	0.8492	-0.6769							
y=ax^b	a	6.9096	7.5318	0.9174	0.013	389.63	43.68	433.31	194.81	1.21	
	b	-0.1833	0.2600	-0.7051							
Y=ae^(bx)	a	3.8076	1.0627	3.5828	0.011	389.52	43.79	433.31	194.76	1.22	
	b	-0.0026	0.0041	-0.6293							

ตารางที่ ๑๙ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพวงในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.4187	1.3050	3.3860	0.019	289.31	30.05	319.36	144.66	1.50	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0120	0.0193	-0.6225							
Y=aln(x)+b	a	6.4135	5.3568	1.1973	0.013	289.14	30.22	319.36	144.57	1.51	D.F of Res.= 20
	b	-0.6690	1.2826	-0.5216							
y=ax^b	a	7.4630	10.9748	0.6800	0.013	289.12	30.24	319.36	144.56	1.51	
	b	-0.1734	0.3532	-0.4909							
Y=ae^(bx)	a	4.4413	1.6054	2.7665	0.018	289.27	30.09	319.36	144.63	1.50	
	b	-0.0031	0.0054	-0.5677							

ตารางที่ ๒๐ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	6.5294	1.1445	5.7049	0.236	350.28	81.72	432.01	175.14	2.92	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0407	0.0138	-2.9401							
Y=aln(x)+b	a	18.0036	4.6980	3.8322	0.260	352.88	79.12	432.01	176.44	2.83	D.F of Res.= 28
	b	-3.3922	1.0809	-3.1382							
y=ax^b	a	321.3944	456.3014	0.7043	0.272	354.18	77.82	432.01	177.09	2.78	
	b	-1.0671	0.3395	-3.1431							
Y=ae^(bx)	a	9.9909	3.4242	2.9177	0.263	353.21	78.79	432.01	176.61	2.81	
	b	-0.0146	0.0049	-2.9776							

ตารางที่ ๒๑ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษา S0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.0479	0.4290	9.4351	0.027	1728.78	282.52	2011.31	864.39	1.61	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0103	0.0046	-2.2232							
Y=aln(x)+b	a	7.7301	1.8898	4.0904	0.033	1730.39	280.92	2011.31	865.20	1.61	D.F of Res.= 175
	b	-1.0295	0.4213	-2.4436							
y=ax^b	a	14.6007	8.8043	1.6584	0.035	1730.84	280.47	2011.31	865.42	1.60	
	b	-0.3453	0.1355	-2.5487							
Y=ae^(bx)	a	4.3116	0.5970	7.2223	0.030	1729.39	281.91	2011.31	864.70	1.61	
	b	-0.0036	0.0015	-2.3423							

ตารางที่ ๒๒ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อของพื้นที่ศึกษา S0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.2964	0.5567	7.7171	0.041	983.87	132.01	1115.89	491.94	1.42	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0150	0.0075	-2.0023							
Y=aln(x)+b	a	7.9176	2.2930	3.4530	0.044	984.17	131.71	1115.89	492.09	1.42	D.F of Res.= 93
	b	-1.1050	0.5373	-2.0565							
y=ax^b	a	13.8302	9.6336	1.4356	0.044	984.22	131.67	1115.89	492.11	1.42	
	b	-0.3436	0.1646	-2.0871							
Y=ae^(bx)	a	4.5501	0.7888	5.7685	0.042	984.00	131.88	1115.89	492.00	1.42	
	b	-0.0048	0.0024	-2.0119							

ตารางที่ 13 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.6015	0.4692	9.8066	0.033	2013.24	245.64	2258.83	1006.62	1.55	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 158
	b	-0.0155	0.0067	-2.3142							
Y=aln(x)+b	a	8.0298	1.9608	4.0953	0.032	2013.09	245.79	2258.88	1006.55	1.56	
	b	-1.0678	0.4657	-2.2928							
y=ax^b	a	12.4294	6.8156	1.8237	0.032	2013.04	245.84	2258.88	1006.52	1.56	
	b	-0.2992	0.1311	-2.2824							
Y=ae^(bx)	a	4.7832	0.6449	7.4171	0.032	2013.14	245.74	2258.88	1006.57	1.56	
	b	-0.0044	0.0020	-2.2360							

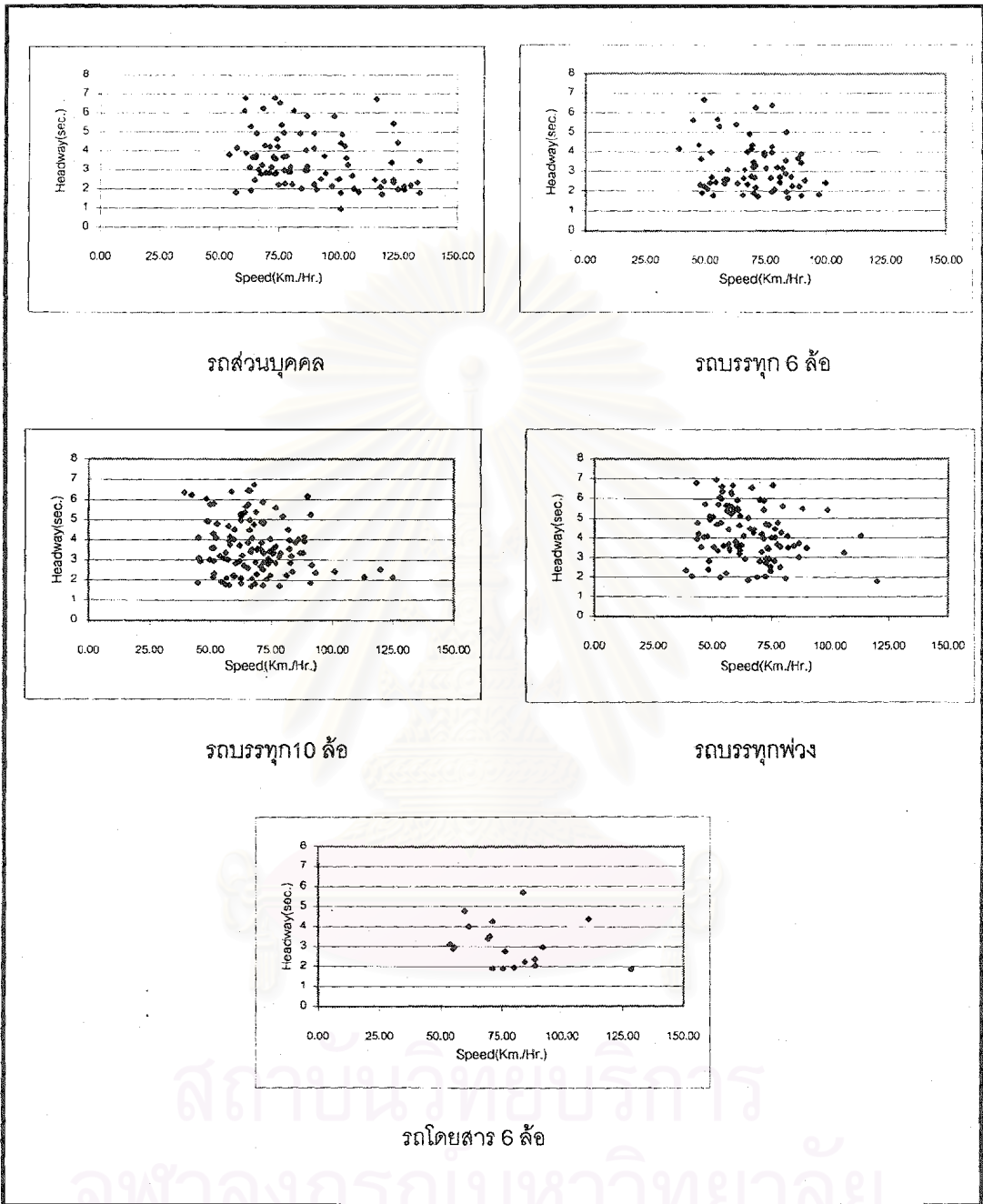
ตารางที่ 14 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถบรรทุกพ่วงของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	5.3161	0.5382	9.8775	0.041	2153.21	216.39	2369.60	1076.60	1.73	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 125
	b	-0.0183	0.0080	-2.2979							
Y=aln(x)+b	a	8.8117	2.2609	3.8975	0.034	2151.63	217.97	2369.60	1075.81	1.74	
	b	-1.1293	0.5422	-2.0829							
y=ax^b	a	12.0103	6.6256	1.8127	0.031	2151.15	218.45	2369.60	1075.57	1.75	
	b	-0.2579	0.1331	-1.9383							
Y=ae^(bx)	a	5.4679	0.7318	7.4716	0.039	2152.81	216.79	2369.60	1076.41	1.73	
	b	-0.0044	0.0020	-2.1398							

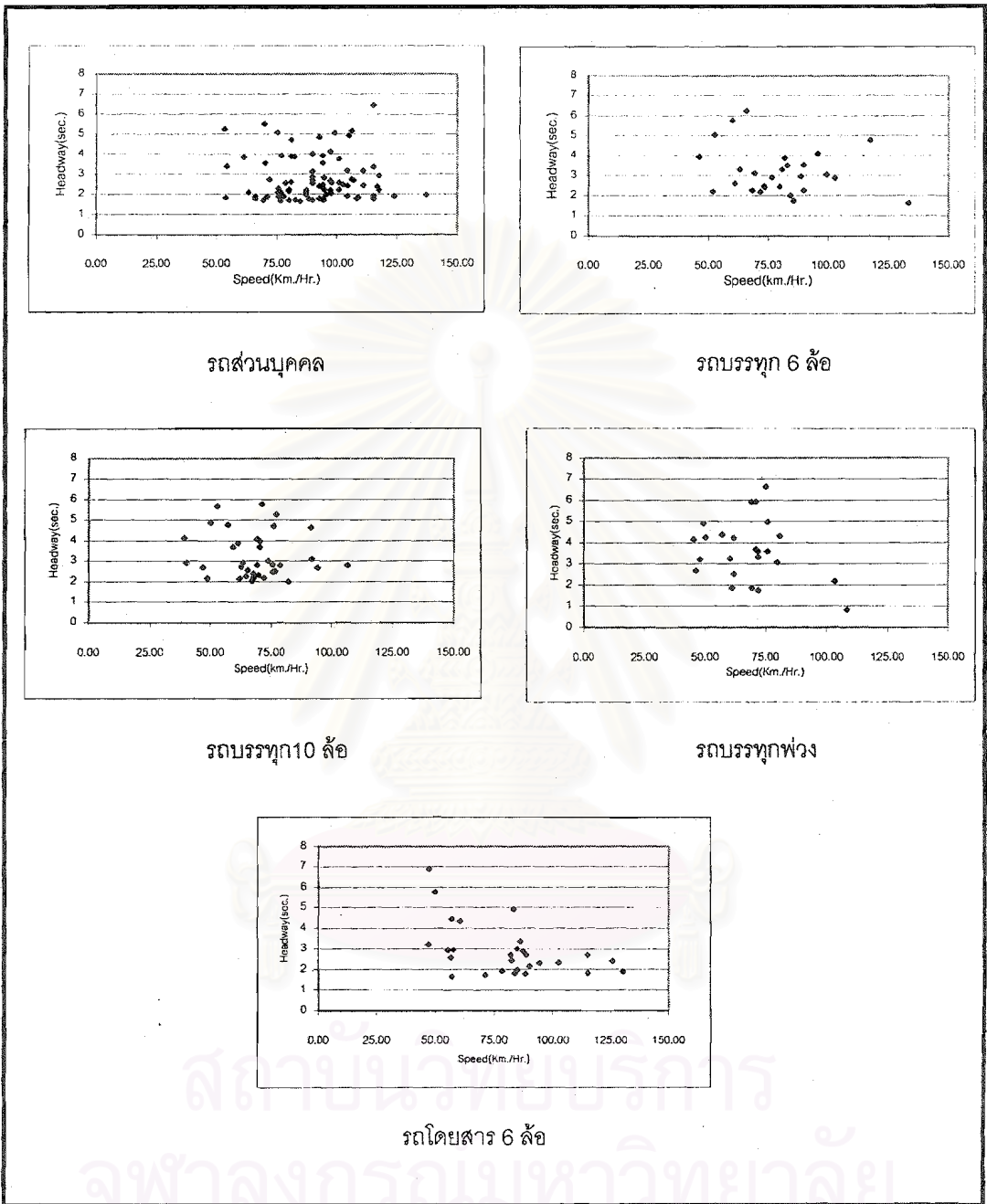
ตารางที่ 15 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Spacing สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS0

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.8100	0.6308	7.6256	0.166	429.70	55.81	485.52	214.85	1.24	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 45
	b	-0.0229	0.0077	-2.9955							
Y=aln(x)+b	a	11.5823	2.6397	4.3877	0.191	431.38	54.13	485.52	215.69	1.20	
	b	-1.9800	0.6068	-3.2632							
y=ax^b	a	65.6496	57.2688	1.1463	0.206	432.39	53.12	485.52	216.20	1.18	
	b	-0.7161	0.2051	-3.4912							
Y=ae^(bx)	a	5.9526	1.2651	4.7054	0.183	430.83	54.69	485.52	215.41	1.22	
	b	-0.0089	0.0028	-3.1376							

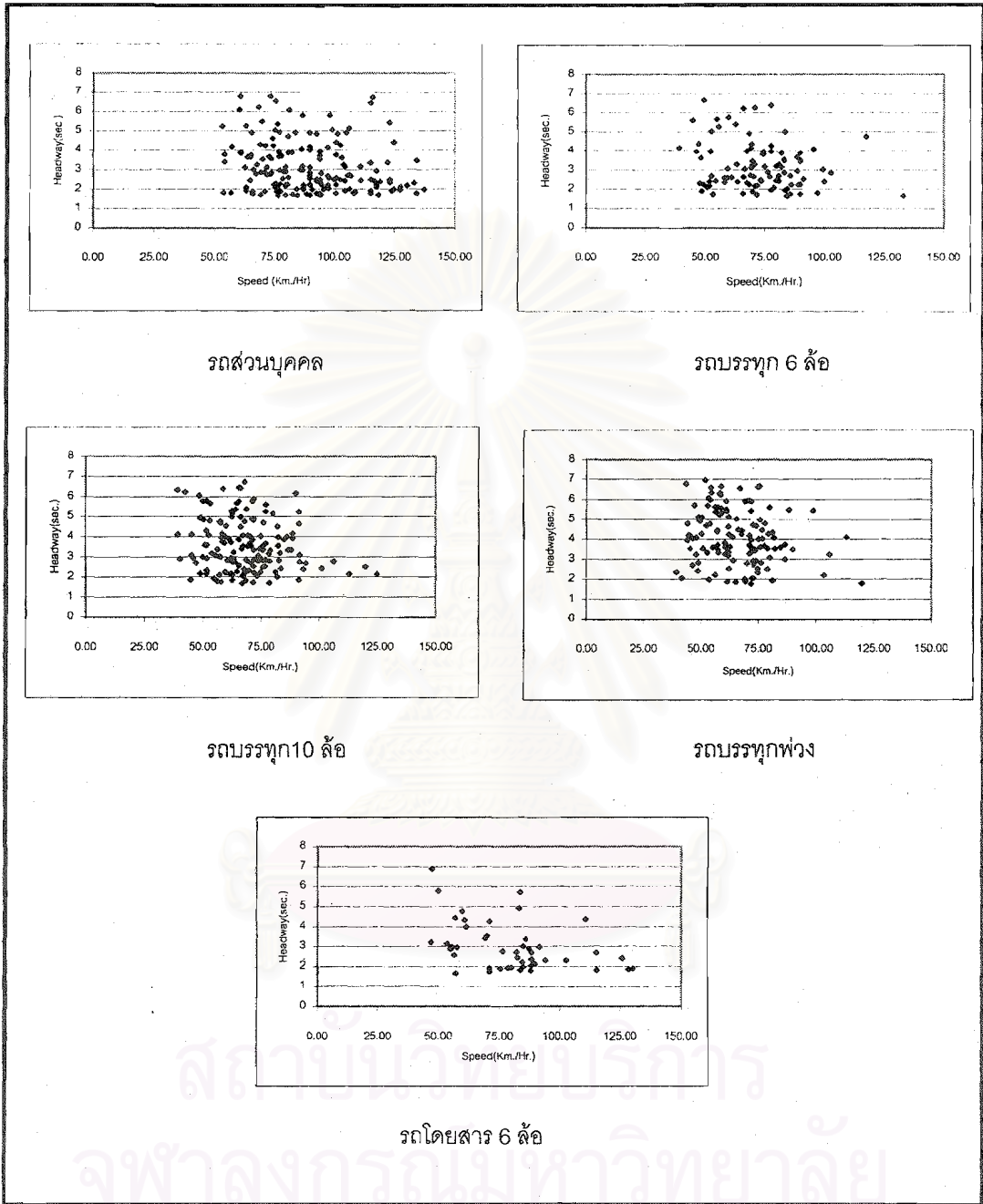
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑1 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S0



รูปที่ ๒ ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S0



รูปที่ ๒3 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา S0

ตารางที่ ข16 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.0381	0.4152	9.7246	0.026	1852.842	249.89	2102.73	926.42	1.34	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 187
	b	-0.0135	0.0060	-2.2446							
Y=aln(x)+b	a	6.6291	1.6927	3.9163	0.022	1851.871	250.86	2102.73	925.94	1.34	
	b	-0.8356	0.4032	-2.0725							
y=ax^b	a	8.9455	4.7508	1.8829	0.021	1851.566	251.17	2102.73	925.78	1.34	
	b	-0.2511	0.1272	-1.9747							
Y=ae^(bx)	a	4.1520	0.5522	7.5186	0.025	1852.624	250.11	2102.73	926.31	1.34	
	b	-0.0042	0.0020	-2.1413							

ตารางที่ ข17 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.5843	0.7553	3.4217	0.007	631.084	82.56	713.64	315.54	1.29	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 64
	b	0.0090	0.0132	0.6823							
Y=aln(x)+b	a	1.0889	2.9612	0.3677	0.007	631.075	82.57	713.64	315.54	1.29	
	b	0.4985	0.7367	0.6768							
y=ax^b	a	1.6088	1.5546	1.0349	0.007	631.077	82.56	713.64	315.54	1.29	
	b	0.1625	0.2397	0.6779							
Y=ae^(bx)	a	2.6256	0.6409	4.0970	0.007	631.084	82.56	713.64	315.54	1.29	
	b	0.0029	0.0042	0.6860							

ตารางที่ ข18 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.7150	0.5236	7.0952	0.004	1552.153	243.78	1795.93	776.08	1.79	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 136
	b	-0.0066	0.0093	-0.7088							
Y=aln(x)+b	a	3.9166	2.1430	1.8276	0.001	1551.377	244.56	1795.93	775.69	1.80	
	b	-0.1414	0.5367	-0.2635							
y=ax^b	a	3.8821	2.4800	1.5653	0.000	1551.361	244.57	1795.93	775.68	1.80	
	b	-0.0368	0.1602	-0.2296							
Y=ae^(bx)	a	3.6910	0.5868	6.2898	0.003	1552.045	243.89	1795.93	776.02	1.79	
	b	-0.0017	0.0028	-0.6143							

ตารางที่ ข19 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุกทุกวงในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.9855	0.6150	6.4805	0.000	1801.609	248.07	2049.68	900.80	2.14	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 116
	b	-0.0015	0.0113	-0.1303							
Y=aln(x)+b	a	4.1911	2.1933	1.9109	0.000	1801.608	248.07	2049.68	900.80	2.14	
	b	-0.0719	0.5548	-0.1296							
y=ax^b	a	4.2023	2.3471	1.7905	0.000	1801.609	248.07	2049.68	900.80	2.14	
	b	-0.0184	0.1414	-0.1305							
Y=ae^(bx)	a	3.9860	0.6264	6.3632	0.000	1801.609	248.07	2049.68	900.80	2.14	
	b	-0.0004	0.0029	-0.1297							

ตารางที่ ๒๒ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	5.0625	1.7199	2.9434	0.030	281.233	34.59	315.82	140.62	2.03	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 17
	b	-0.0202	0.0279	-0.7240							
Y=aln(x)+b	a	8.9393	6.5976	1.3549	0.034	281.380	34.44	315.82	140.69	2.03	
	b	-1.2489	1.6139	-0.7739							
y=ax ^b	a	14.9058	24.5373	0.6075	0.035	281.430	34.39	315.82	140.72	2.02	
	b	-0.3328	0.4055	-0.8207							
Y=ae ^(bx)	a	5.3296	2.3282	2.2891	0.031	281.272	34.55	315.82	140.64	2.03	
	b	-0.0055	0.0073	-0.7509							

ตารางที่ ๒๒ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.8994	0.5084	5.7028	0.005	3221.741	551.66	3773.40	1610.87	2.08	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 265
	b	0.0066	0.0057	1.1440							
Y=aln(x)+b	a	0.7443	2.2445	0.3316	0.006	3222.094	551.31	3773.40	1611.05	2.08	
	b	0.6127	0.5037	1.2163							
y=ax ^b	a	1.6040	1.0390	1.5439	0.005	3222.042	551.36	3773.40	1611.02	2.08	
	b	0.1733	0.1450	1.1955							
Y=ae ^(bx)	a	2.9601	0.4320	6.8523	0.005	3221.664	551.74	3773.40	1610.83	2.08	
	b	0.0018	0.0016	1.1189							

ตารางที่ ๒๒ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.4887	1.2698	1.9599	0.007	357.228	51.38	408.61	178.61	1.47	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 35
	b	0.0083	0.0168	0.4919							
Y=aln(x)+b	a	0.2726	5.3766	0.0507	0.008	357.281	51.33	408.61	178.64	1.47	
	b	0.6587	1.2492	0.5273							
y=ax ^b	a	1.2759	2.2180	0.5753	0.008	357.270	51.34	408.61	178.64	1.47	
	b	0.2067	0.4029	0.5130							
Y=ae ^(bx)	a	2.5629	1.0522	2.4357	0.007	357.217	51.39	408.61	178.61	1.47	
	b	0.0026	0.0054	0.4772							

ตารางที่ ๒๒ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.0079	1.0628	1.8893	0.039	533.333	79.90	613.23	266.67	1.82	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 44
	b	0.0192	0.0144	1.3283							
Y=aln(x)+b	a	-2.3209	3.8983	-0.5954	0.047	534.010	79.22	613.23	267.00	1.80	
	b	1.3419	0.9140	1.4681							
y=ax ^b	a	0.6487	0.8367	0.7753	0.044	533.751	79.48	613.23	266.88	1.81	
	b	0.3878	0.3002	1.2917							
Y=ae ^(bx)	a	2.3009	0.7790	2.9535	0.036	533.088	80.14	613.23	266.54	1.82	
	b	0.0053	0.0045	1.1897							

ตารางที่ ๒24 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุกทั้งในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.6936	0.9406	4.9899	0.028	517.308	59.04	576.35	258.65	1.74	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0133	0.0134	-0.9940							
Y=aln(x)+b	a	7.3848	3.9130	1.8873	0.024	517.073	59.27	576.35	258.54	1.74	D.F of Res.= 34
	b	-0.8583	0.9313	-0.9216							
y=ax^b	a	9.0633	9.1496	0.9906	0.023	516.969	59.38	576.35	258.48	1.75	
	b	-0.2085	0.2417	-0.8627							
Y=ae^(bx)	a	4.8596	1.2497	3.8885	0.029	517.341	59.01	576.35	258.67	1.74	
	b	-0.0037	0.0038	-0.9779							

ตารางที่ ๒25 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	0.9854	1.4927	0.6602	0.081	239.553	37.11	276.66	119.78	1.61	D.F of Reg.= 2
	b	0.0273	0.0193	1.4202							
Y=aln(x)+b	a	-4.9799	6.0320	-0.8256	0.072	239.207	37.45	276.66	119.60	1.63	D.F of Res.= 23
	b	1.8645	1.3951	1.3365							
y=ax^b	a	0.1596	0.3424	0.4661	0.078	239.442	37.22	276.66	119.72	1.62	
	b	0.6830	0.4914	1.3898							
Y=ae^(bx)	a	1.4584	0.7556	1.9302	0.086	239.789	36.87	276.66	119.89	1.60	
	b	0.0096	0.0064	1.5023							

ตารางที่ ๒26 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.9589	0.2890	10.2395	0.004	5054.917	821.22	5876.14	2527.46	1.81	D.F of Reg.= 2
	b	0.0047	0.0036	1.3103							
Y=aln(x)+b	a	1.8578	1.1971	1.5520	0.003	5054.550	821.59	5876.14	2527.27	1.81	D.F of Res.= 454
	b	0.3385	0.2751	1.2302							
y=ax^b	a	-2.1194	0.7699	2.7529	0.003	5054.597	821.54	5876.14	2527.30	1.81	
	b	0.1038	0.0833	1.2463							
Y=ae^(bx)	a	2.9772	0.2591	11.4897	0.004	5054.936	821.20	5876.14	2527.47	1.81	
	b	0.0014	0.0011	1.3238							

ตารางที่ ๒27 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS18

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.7401	0.5186	5.2836	0.005	988.009	134.24	1122.25	494.00	1.33	D.F of Reg.= 2
	b	0.0057	0.0080	0.7035							
Y=aln(x)+b	a	1.6032	2.0737	0.7731	0.005	988.042	134.21	1122.25	494.02	1.33	D.F of Res.= 101
	b	0.3625	0.5028	0.7210							
y=ax^b	a	1.9125	1.2889	1.4838	0.005	988.040	134.21	1122.25	494.02	1.33	
	b	0.1169	0.1629	0.7174							
Y=ae^(bx)	a	2.7640	0.4634	5.9649	0.005	988.002	134.25	1122.25	494.00	1.33	
	b	0.0018	0.0026	0.6996							

ตารางที่ ๒๘ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อของพื้นที่ศึกษาS18

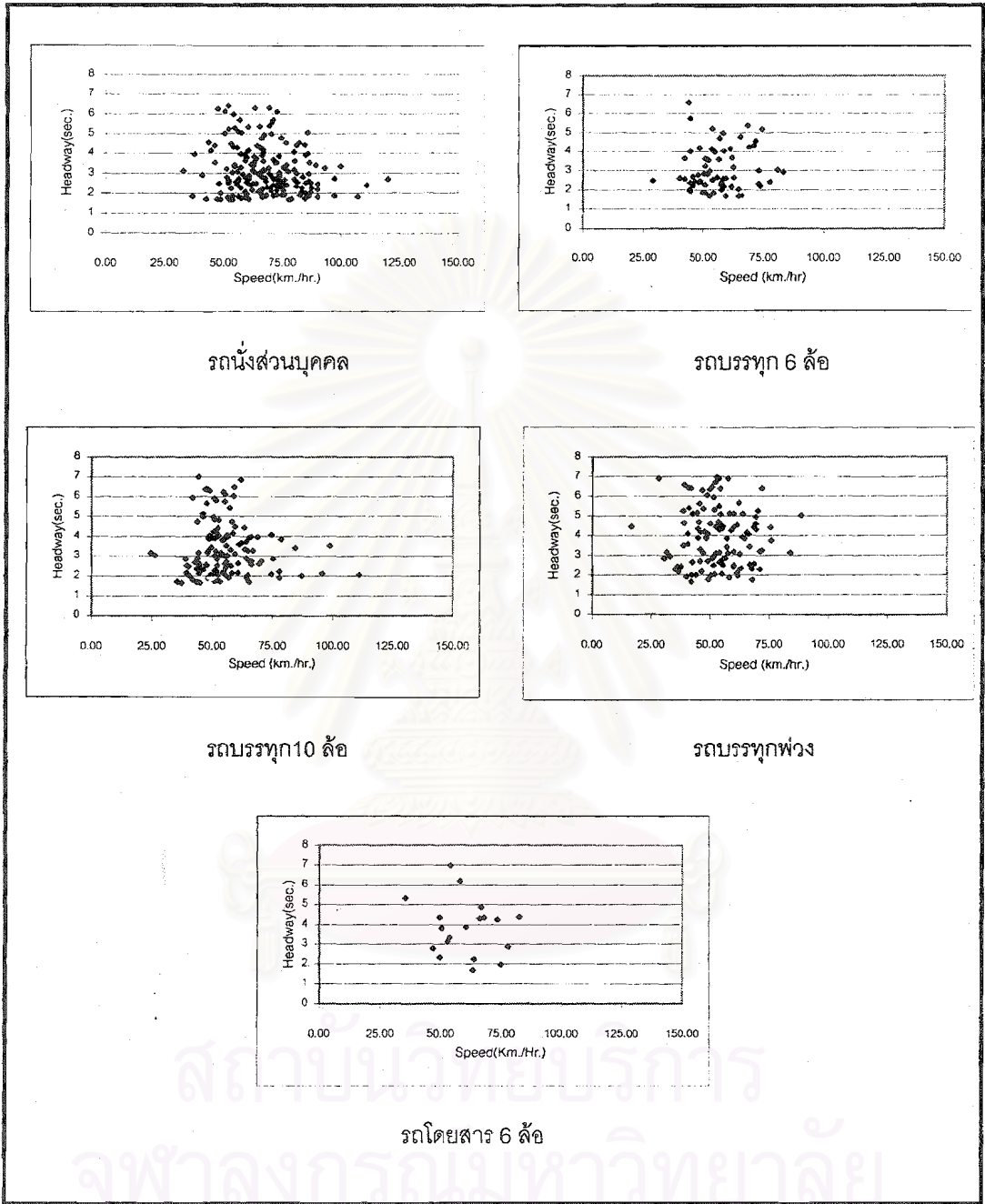
Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.2814	0.4124	7.9570	0.000	2081.396	327.77	2409.16	1040.70	1.80	D.F of Reg.= 2
	b	0.0014	0.0067	0.2044							
Y=aln(x)+b	a	2.4731	1.6466	1.5020	0.002	2081.848	327.31	2409.16	1040.92	1.80	D.F of Res.= 182
	b	0.2195	0.4053	0.5416							
y=ax ^b	a	2.6332	1.2923	2.0376	0.001	2081.808	327.35	2409.16	1040.90	1.80	
	b	0.0603	0.1206	0.5003							
Y=ae ^(bx)	a	3.2883	0.4028	8.1645	0.000	2081.390	327.77	2409.16	1040.70	1.80	
	b	0.0004	0.0020	0.1899							

ตารางที่ ๒๙ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุกพ่วงของพื้นที่ศึกษาS18

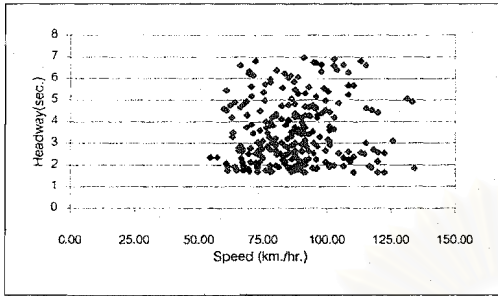
Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.2331	0.4608	9.1860	0.004	2318.027	307.99	2626.02	1159.01	2.03	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0063	0.0079	-0.7942							
Y=aln(x)+b	a	5.0305	1.7500	2.8746	0.003	2317.631	308.39	2626.02	1158.82	2.03	D.F of Res.= 152
	b	-0.2877	0.4361	-0.6597							
y=ax ^b	a	5.1620	2.2961	2.2482	0.003	2317.603	308.42	2626.02	1158.80	2.03	
	b	-0.0714	0.1111	-0.6428							
Y=ae ^(bx)	a	4.2431	0.5076	8.3594	0.004	2317.996	308.03	2626.02	1159.00	2.03	
	b	-0.0016	0.0021	-0.7679							

ตารางที่ ๓๐ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS18

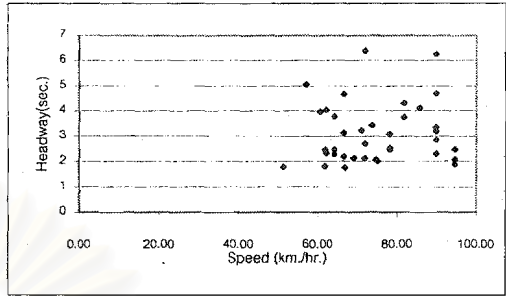
Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.8723	1.0085	3.8397	0.005	510.575	81.91	592.48	255.29	1.95	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0067	0.0142	-0.4738							
Y=aln(x)+b	a	6.0074	3.9477	1.5217	0.010	510.983	81.50	592.48	255.49	1.94	D.F of Res.= 42
	b	-0.6170	0.9347	-0.6602							
y=ax ^b	a	7.8411	8.8260	0.8884	0.011	511.074	81.41	592.48	255.54	1.94	
	b	-0.1980	0.2678	-0.7395							
Y=ae ^(bx)	a	3.9674	1.1590	3.4232	0.006	510.627	81.85	592.48	255.31	1.95	
	b	-0.0022	0.0042	-0.5299							



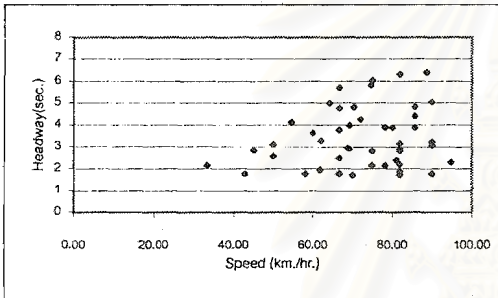
รูปที่ ๓4 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S18



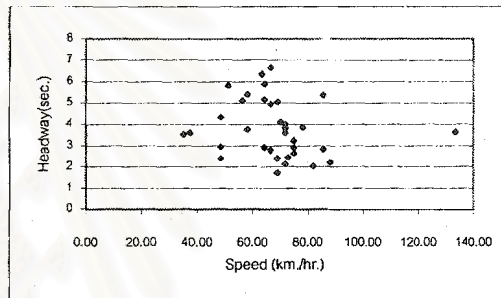
รถส่วนบุคคล



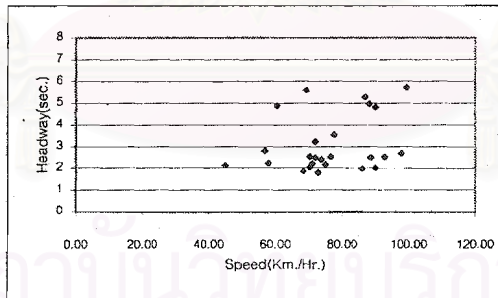
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

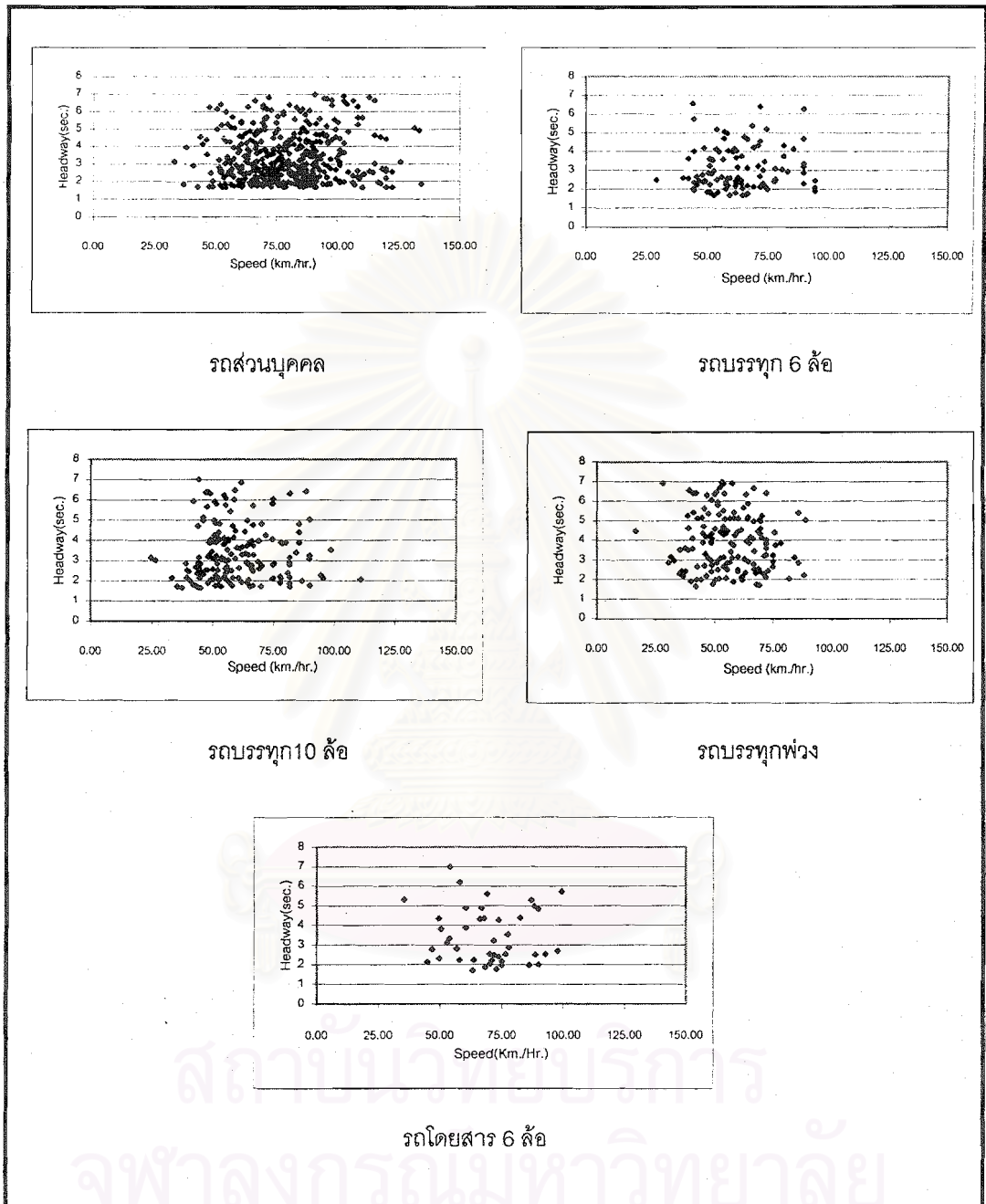


รถบรรทุกพ่วง



รถโดยสาร 6 ล้อ

รูปที่ ข5 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา S18



รูปที่ ข6 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา S18

ตารางที่ ข31 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.9010	0.4881	7.9925	0.002	1389.698	238.00	1627.70	694.85	2.40	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0028	0.0068	-0.4150							
Y=aln(x)+b	a	-0.0309	0.4849	-0.0638	0.000	1389.294	238.41	1627.70	694.65	2.41	D.F of Res.= 99
	b	3.8378	2.0287	1.8918							
y=ax^b	a	3.8278	2.0927	1.8291	0.000	1389.293	238.41	1627.70	694.65	2.41	
	b	-0.0076	0.1307	-0.0579							
Y=ae^(bx)	a	3.8918	0.5165	7.5348	0.002	1389.666	238.04	1627.70	694.83	2.40	
	b	-0.0007	0.0019	-0.3791							

ตารางที่ ข32 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.8118	0.7747	4.9201	0.004	799.317	114.05	913.36	399.66	2.53	D.F of Reg.= 2
	b	0.0058	0.0139	0.4207							
Y=aln(x)+b	a	0.1405	0.6743	0.2084	0.001	798.979	114.39	913.36	399.49	2.54	D.F of Res.= 45
	b	3.5716	2.6550	1.3453							
y=ax^b	a	3.5698	2.3286	1.5330	0.001	798.987	114.38	913.36	399.49	2.54	
	b	0.0367	0.1653	0.2220							
Y=ae^(bx)	a	3.7998	0.7160	5.3066	0.004	799.355	114.01	913.36	399.68	2.53	
	b	0.0015	0.0033	0.4591							

ตารางที่ ข33 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.9428	0.6922	5.6961	0.000	905.764	115.97	1021.73	452.88	2.00	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0011	0.0125	-0.0860							
Y=aln(x)+b	a	-0.1464	0.6405	-0.2286	0.001	905.853	115.88	1021.73	452.93	2.00	D.F of Res.= 58
	b	4.4625	2.5309	1.7632							
y=ax^b	a	4.5366	2.9391	1.5435	0.001	905.858	115.87	1021.73	452.93	2.00	
	b	-0.0393	0.1642	-0.2395							
Y=ae^(bx)	a	3.9464	0.7022	5.6201	0.000	905.765	115.97	1021.73	452.88	2.00	
	b	-0.0003	0.0032	-0.0907							

ตารางที่ ข34 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.0224	0.6759	5.9513	0.004	1026.237	124.22	1150.46	513.12	2.34	D.F of Reg.= 2
	b	0.0056	0.0121	0.4602							
Y=aln(x)+b	a	0.1527	0.6357	0.2402	0.001	1025.877	124.58	1150.46	512.94	2.35	D.F of Res.= 53
	b	3.7197	2.5014	1.4871							
y=ax^b	a	3.7193	2.1672	1.7161	0.001	1025.887	124.57	1150.46	512.94	2.35	
	b	0.0381	0.1478	0.2576							
Y=ae^(bx)	a	4.0198	0.6252	6.4300	0.004	1026.264	124.20	1150.46	513.13	2.34	
	b	0.0013	0.0027	0.4897							

ตารางที่ ๓5 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.6930	1.1803	3.1288	0.017	373.075	50.50	423.57	186.54	2.81	D.F of Reg.= 2
	b	0.0098	0.0176	0.5548							
Y=aln(x)+b	a	0.5484	1.1124	0.4930	0.013	372.896	50.68	423.57	186.45	2.82	D.F of Res.= 18
	b	2.0688	4.5698	0.4527							
y=ax^b	a	2.5063	2.6800	0.9352	0.014	372.924	50.65	423.57	186.46	2.81	
	b	0.1324	0.2584	0.5124							
Y=ae^(bx)	a	3.7265	1.0280	3.6248	0.017	373.094	50.48	423.57	186.55	2.80	
	b	0.0023	0.0040	0.5728							

ตารางที่ ๓6 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.4196	0.3546	9.6437	0.000	3162.154	582.24	3744.40	1581.08	2.08	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0010	0.0050	-0.2064							
Y=aln(x)+b	a	-0.2021	0.3091	-0.6538	0.002	3162.953	581.44	3744.40	1581.48	2.08	D.F of Res.= 280
	b	4.1953	1.2979	3.2323							
y=ax^b	a	4.4116	1.6723	2.6380	0.002	3163.044	581.35	3744.40	1581.52	2.08	
	b	-0.0658	0.0905	-0.7276							
Y=ae^(bx)	a	3.4252	0.3618	9.4673	0.000	3162.160	582.24	3744.40	1581.08	2.08	
	b	-0.0003	0.0015	-0.2203							

ตารางที่ ๓7 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	4.1156	0.8357	4.9246	0.020	515.988	88.29	604.28	257.99	2.01	D.F of Reg.= 2
	b	-0.0142	0.0149	-0.9545							
Y=aln(x)+b	a	-0.5921	0.7614	-0.7777	0.014	515.382	88.90	604.28	257.69	2.02	D.F of Res.= 44
	b	5.6878	3.0221	1.8821							
y=ax^b	a	6.2787	5.5215	1.1371	0.012	515.273	89.01	604.28	257.64	2.02	
	b	-0.1594	0.2229	-0.7151							
Y=ae^(bx)	a	4.1527	1.0117	4.1049	0.019	515.889	88.39	604.28	257.94	2.01	
	b	-0.0040	0.0045	-0.9002							

ตารางที่ ๓8 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.1449	0.9598	3.2766	0.013	576.408	79.46	655.87	288.20	2.09	D.F of Reg.= 2
	b	0.0129	0.0185	0.6950							
Y=aln(x)+b	a	0.6376	0.8775	0.7267	0.014	576.501	79.36	655.87	288.25	2.09	D.F of Res.= 38
	b	1.3147	3.4178	0.3646							
y=ax^b	a	1.9761	1.8270	1.0816	0.014	576.487	79.38	655.87	288.24	2.09	
	b	0.1675	0.2360	0.7097							
Y=ae^(bx)	a	3.2015	0.8297	3.8584	0.012	576.393	79.47	655.87	288.20	2.09	
	b	0.0033	0.0049	0.6825							

ตารางที่ ๓๓๙ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุกพ่วงในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	5.0165	1.2874	3.8964	0.058	333.641	57.93	391.57	166.82	2.23	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 26
	b	-0.0314	0.0249	-1.2601							
Y=aln(x)+b	a	-1.5306	1.2413	-1.2330	0.055	333.499	58.07	391.57	166.75	2.23	
	b	9.3968	4.8445	1.9397							
y=ax^b	a	18.7768	25.8111	0.7275	0.055	333.459	58.11	391.57	166.73	2.23	
	b	-0.4373	0.3564	-1.2272							
Y=ae^(bx)	a	5.3778	1.9957	2.6946	0.056	333.531	58.04	391.57	166.77	2.23	
	b	-0.0090	0.0075	-1.1980							

ตารางที่ ๓๔๐ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.4795	0.7688	3.2250	0.030	351.100	56.40	407.50	175.55	1.76	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 32
	b	0.0113	0.0115	0.9887							
Y=aln(x)+b	a	0.5257	0.7348	0.7154	0.016	350.292	57.20	407.50	175.15	1.79	
	b	1.0445	3.0295	0.3448							
y=ax^b	a	1.4727	1.4126	1.0425	0.018	350.427	57.07	407.50	175.21	1.78	
	b	0.1887	0.2306	0.8184							
Y=ae^(bx)	a	2.4944	0.5948	4.1940	0.033	351.316	56.18	407.50	175.66	1.76	
	b	0.0039	0.0034	1.1414							

ตารางที่ ๓๔๑ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถส่วนบุคคลของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.5646	0.2854	12.4911	0.001	4542.120	829.98	5372.10	2271.06	2.18	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 381
	b	-0.0018	0.0040	-0.4396							
Y=aln(x)+b	a	-0.1629	0.2608	-0.6245	0.001	4542.548	829.55	5372.10	2271.27	2.18	
	b	4.1252	1.0942	3.7701							
y=ax^b	a	4.2221	1.3253	3.1858	0.001	4542.578	829.52	5372.10	2271.29	2.18	
	b	-0.0487	0.0750	-0.6499							
Y=ae^(bx)	a	3.5686	0.2959	12.0621	0.001	4542.126	829.97	5372.10	2271.06	2.18	
	b	-0.0005	0.0012	-0.4442							

ตารางที่ ๓๔๒ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS42

Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.9075	0.5816	6.7179	0.001	1299.126	218.52	1517.65	649.56	2.40	D.F of Reg.= 2 D.F of Res.= 91
	b	-0.0032	0.0104	-0.3046							
Y=aln(x)+b	a	-0.2149	0.5132	-0.4187	0.002	1299.323	218.32	1517.65	649.66	2.40	
	b	4.5841	2.0289	2.2594							
y=ax^b	a	4.6973	2.5056	1.8747	0.002	1299.331	218.32	1517.65	649.67	2.40	
	b	-0.0581	0.1353	-0.4291							
Y=ae^(bx)	a	3.9222	0.6081	6.4501	0.001	1299.139	218.51	1517.65	649.57	2.40	
	b	-0.0009	0.0028	-0.3224							

ตารางที่ ข43 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อของพื้นที่ศึกษาS42

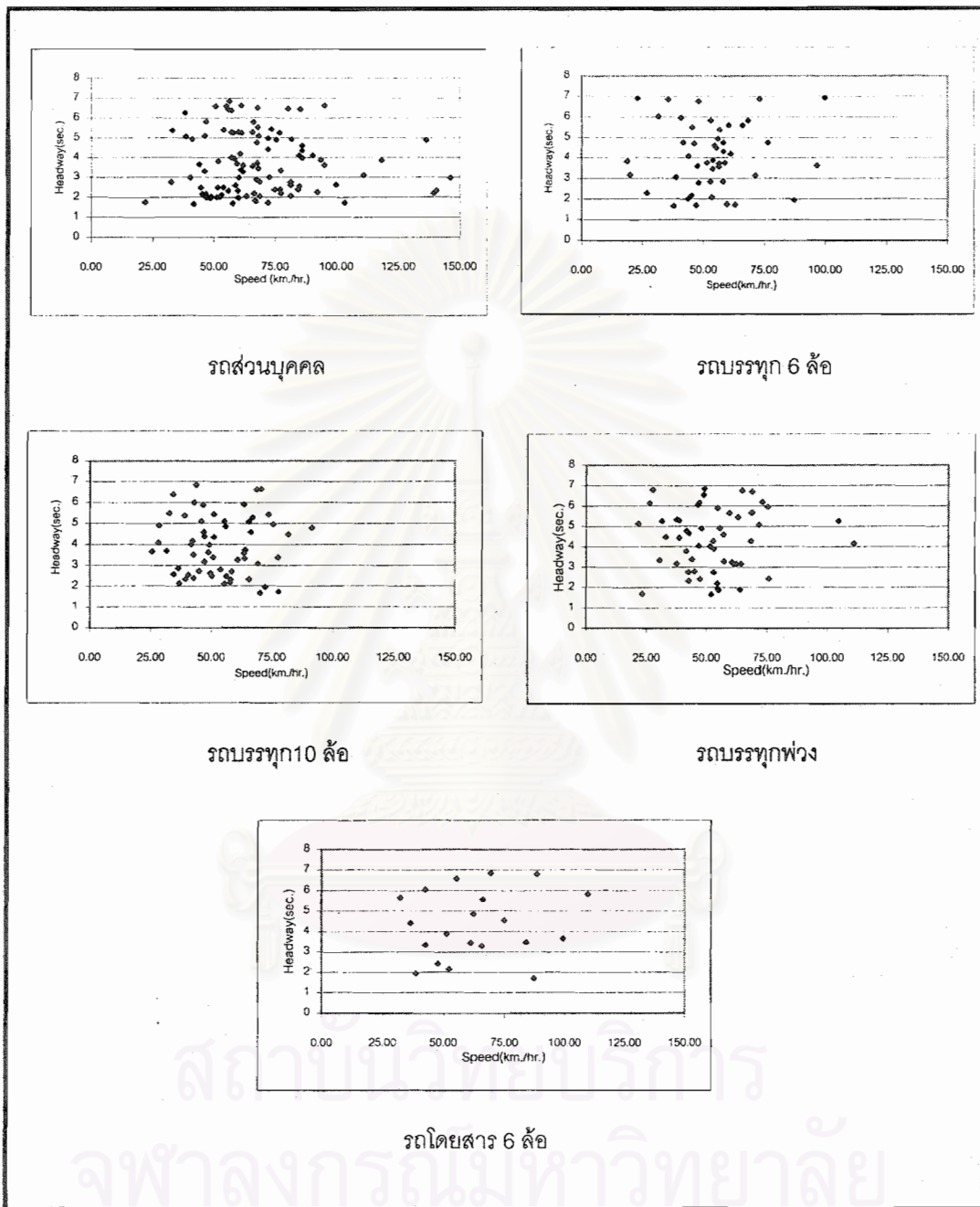
Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.6529	0.5524	6.6132	0.001	1481.210	196.39	1677.60	740.60	2.00	D.F of Reg.= 2
	b	0.0037	0.0102	0.3660							
Y=aln(x)+b	a	0.1487	0.5118	0.2905	0.001	1481.111	196.49	1677.60	740.56	2.00	D.F of Res.= 98
	b	3.2656	2.0108	1.6240							
y=ax ^b	a	3.2964	1.7315	1.9037	0.001	1481.114	196.48	1677.60	740.56	2.00	
	b	0.0395	0.1335	0.2958							
Y=ae ^(bx)	a	3.6532	0.5266	6.9374	0.001	1481.216	196.38	1677.60	740.61	2.00	
	b	0.0010	0.0026	0.3753							

ตารางที่ ข44 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถบรรทุกพ่วงของพื้นที่ศึกษาS42

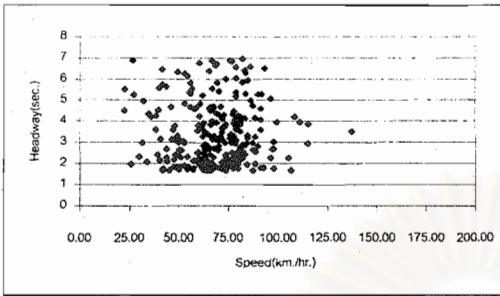
Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	3.9680	0.6108	6.4968	0.000	1341.333	200.70	1542.03	670.67	2.48	D.F of Reg.= 2
	b	0.0010	0.0112	0.0888							
Y=aln(x)+b	a	-0.1256	0.5833	-0.2153	0.001	1341.428	200.60	1542.03	670.71	2.48	D.F of Res.= 81
	b	4.5113	2.2890	1.9709							
y=ax ^b	a	4.5942	2.6040	1.7643	0.001	1341.439	200.59	1542.03	670.72	2.48	
	b	-0.0341	0.1447	-0.2360							
Y=ae ^(bx)	a	3.9634	0.6014	6.5902	0.000	1341.335	200.70	1542.03	670.67	2.48	
	b	0.0003	0.0028	0.0976							

ตารางที่ ข45 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง Headway และ Speed สำหรับรถโดยสาร 6 ล้อของพื้นที่ศึกษาS42

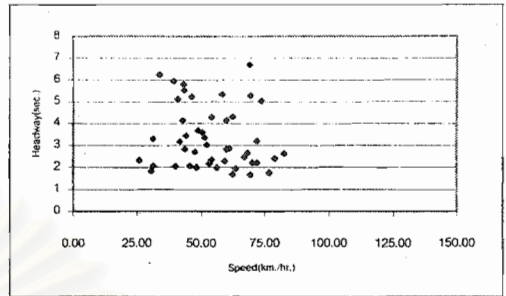
Model	Variable	Coefficient	S.D.	t	R Square	Sum of Square			Mean square		Remark
						Regression	Residual	Total	Regression	Residual	
Y=a+bx	a	2.7870	0.7006	3.9778	0.029	709.702	121.37	831.07	354.85	2.33	D.F of Reg.= 2
	b	0.0129	0.0104	1.2392							
Y=aln(x)+b	a	0.7332	0.6720	1.0911	0.022	708.914	122.15	831.07	354.46	2.35	D.F of Res.= 52
	b	0.5994	2.7728	0.2162							
y=ax ^b	a	1.4872	1.1550	1.2876	0.024	709.087	121.98	831.07	354.54	2.35	
	b	0.2154	0.1863	1.1560							
Y=ae ^(bx)	a	2.8505	0.5515	5.1691	0.030	709.887	121.18	831.07	354.94	2.33	
	b	0.0037	0.0027	1.3325							



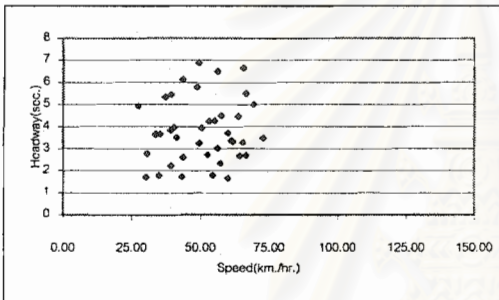
รูปที่ ๗7 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางซ้ายของพื้นที่ศึกษา S42



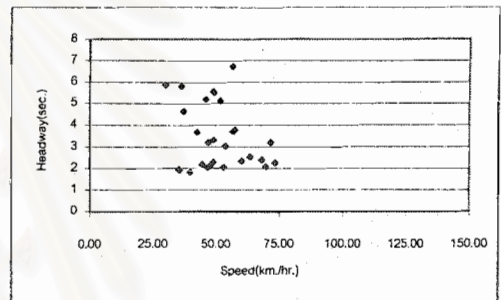
รถส่วนบุคคล



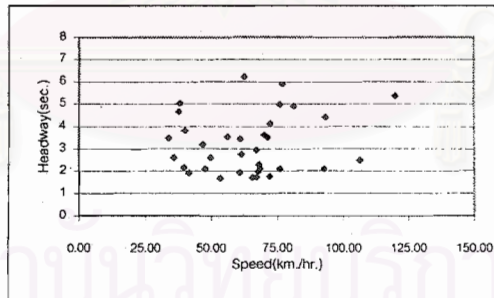
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ

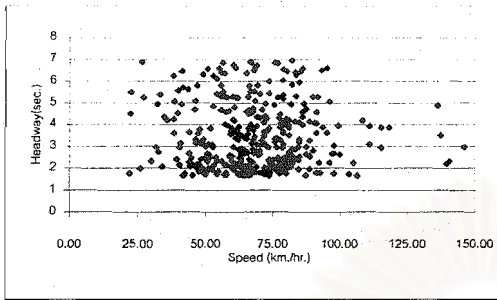


รถบรรทุกฟ่วง

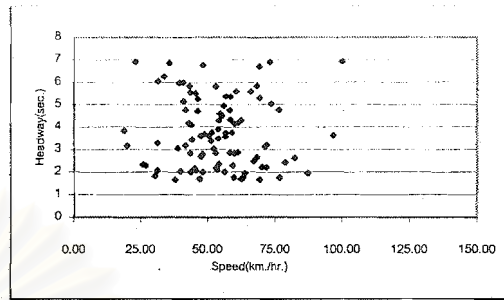


รถโดยสาร 6 ล้อ

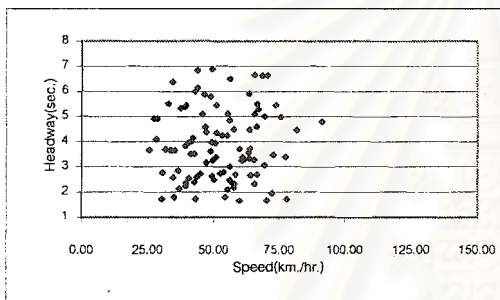
รูปที่ ข8 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ในช่องทางขวาของพื้นที่ศึกษา.S42



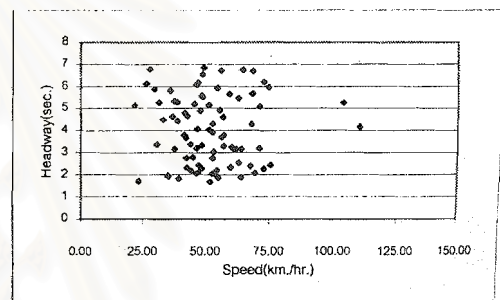
รถส่วนบุคคล



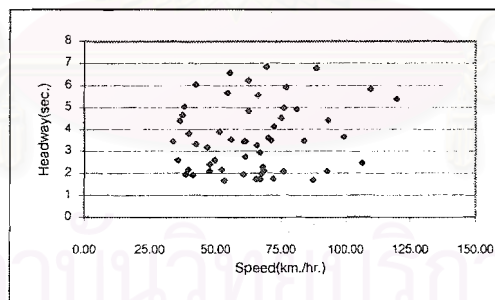
รถบรรทุก 6 ล้อ



รถบรรทุก 10 ล้อ



รถบรรทุกพ่วง



รถโดยสาร 6 ล้อ

รูปที่ ข9 ความสัมพันธ์ระหว่าง speed และ headway ของรถประเภทต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา S42



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวิรัช หิรัญ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขาวิศวกรรมโยธา เมื่อ พ.ศ. 2537 หลังจากสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานในบริษัทด้านวิศวกรรมระยะหนึ่ง จากนั้นจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย