การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร

นางสาวณัชฌา รวบทองหลาง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2555

RELATIONSHIP BETWEEN TIME MEAN SPEED AND SPACE MEAN SPEED ON MAIN STREETS IN BANGKOK

Natcha Roubtonglang

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

Suranaree University of Technology

Academic Year 2012

การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(รศ. ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห)
ประธานกรรมการ

_____

(อ. ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(อ. ดร.ศิรดล ศิริธร)
กรรมการ

_____

(ผศ. ดร.อำพล การุณสุนทวงษ์)
กรรมการ

_____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ณัชฌา รวบทองหลาง : การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร (RELATIONSHIP BETWEEN TIME MEAN SPEED AND SPACE MEAN SPEED ON MAIN STREETS IN BANGKOK) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์, 82 หน้า.

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ บนถนนสายหลักในกรุงเทพมหานครเพื่อนำความสัมพันธ์ที่ได้มาแปลงเป็นความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเพื่อแสดงสภาพจราจรแบบช่วงถนนต่อไป โดยข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางได้จากการเก็บข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถและตัวแปร อื่น ๆ เช่น จำนวนช่องจราจร จำนวนจุดกลับ จำนวนป้ายรถเมล์ ความยาวช่วงถนน ฯลฯ ได้จากการสำรวจภาคสนาม จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์สมการถดถอยเชิงเส้น จากโปรแกรมโดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 กรณี คือ วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร วิเคราะห์แยกรายช่วงถนน วิเคราะห์แยกตามความยาวช่วงถนนและวิเคราะห์แยกตามสภาพจราจร

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ เมื่อดูจากค่า Adjusted R^2 พบว่าค่า Adjusted R^2 สำหรับกรณีวิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร วิเคราะห์แยกรายช่วงถนน วิเคราะห์แยกตามความยาวช่วงถนนและวิเคราะห์แยกตามสภาพจราจร มีค่าเท่ากับ 0.304 - 0.459, -0.007 - 0.288, 0.241 - 0.470, 0.247 - 0.502 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าสมการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาคาดการณ์ความเร็วจราจรแบบความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางสำหรับช่วงถนน คือ สมการที่ได้จากการแบ่งตามสภาพการจราจรโดยมีค่า Adjusted R^2 สูงสุด

สาขาวิชา วิศวกรรมขนส่ง ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

NATCHA ROUBTONGLANG : RELATIONSHIP BETWEEN TIME MEAN SPEED AND SPACE MEAN SPEED ON MAIN STREETS IN BANGKOK. THESIS ADVISOR : RATTAPHOL PUEBOOBPAPHAN., Ph.D., 82 PP.

IMAGE PROCESSING CAMERA/SPACE MEAN SPEED/TIME MEAN SPEED

The aim of this research is to study the relationship between space mean speed and time mean speed along with some other variables on the main streets in Bangkok. This relationship can be need to estimate the space mean speed to determine the real traffic on the road section. The time mean speed data were obtained from the image processing camera, the space mean speed data were obtained from license plate, and other variables such as the number of lanes, the number of u-turn, the number of bus stops, the length of road, etc. were collected by field survey. Then the models were developed using linear regression analysis by separating into 4 cases 1) The analysis by the overall traffic 2) Analysis by the section of road 3) Analysis by the length of road and 4) Analysis by the traffic condition.

The adjusted R^2 of the developed models for the case of analysis by the overall traffic, analysis by the section of road, analysis by the length of road and analysis by the traffic condition were 0.304 -0.459, -0.007 – 0.288, 0.241 – 0.470, 0.247- 0.502 respective. Moreover, the most accurate case based on adjusted R^2 is the analysis by traffic condition.

School of Transportation Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2012 Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และ ด้านการดำเนินงานวิจัย อาทิเช่น

อาจารย์ ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เมตตาให้การอบรมสั่งสอน ชี้แนะช่วยเหลือในการทำการศึกษาวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำในการเขียน และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห ประธานกรรมการ ที่กรุณาให้การแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการเขียน และช่วยตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

อาจารย์ ดร.ศิรดล ศิริธร กรรมการ ที่กรุณาให้การแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการเขียน ชี้แนะแนวทางการเขียน และช่วยตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำพล การุณสุนทวงษ์ กรรมการ ที่กรุณาให้การแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการเขียน และช่วยตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรยุทธ ลิมานนท์ ที่กรุณาเมตตาสั่งสอน ชี้แนะการวางแผนขั้นตอนในการทำงานวิจัย ให้การแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการเขียนและช่วยตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้คำแนะนำและคำปรึกษาเป็นอย่างดีมายิ่งตลอดมา

คุณจริยาพร ศรีวิไลลักษณ์ ที่ให้คำปรึกษาในการจัดรูปแบบและตรวจทานความถูกต้องของวิทยานิพนธ์

คุณวันเพ็ญ สืบสาย เลขานุการสาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานด้านเอกสารต่าง ๆ ในระหว่างการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนการศึกษา (ทุนเรียนดี) ในการศึกษาระดับปริญญาโท

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำเนิด อบรมเลี้ยงดูด้วยความรัก และส่งเสริมทางด้านการศึกษาเป็นอย่างดีโดยตลอด จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ณัชฌา รวบทองหลาง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตและสมมุติฐานของงานวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การประมวลภาพวีดิทัศน์ (Video Image Processing) 4

2.2 ความเร็วเฉลี่ย (Mean speed) 5

2.2.1 ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (Time Mean Speed : TMS) 5

2.2.2 ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (Space Mean Speed : SMS) 6

2.3 ทฤษฎีโครงสร้างระบบขนส่ง (Transport Facilities) 7

2.3.1 โครงสร้างประเภทที่มีการไหลจราจรแบบต่อเนื่อง (Uninterrupted – Flow facilities) 7

2.3.2 โครงสร้างประเภทที่มีการไหลจราจรแบบไม่ต่อเนื่อง (Interrupted – flow facilities) 7

2.4 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความถดถอย 7

2.4.1 ประเภทของการวิเคราะห์ความถดถอย 7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ 8

2.5 ปริทัศน์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

3 วิธีดำเนินการวิจัย 17

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 17

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 18

3.3 ขอบเขตของการสำรวจ 20

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 23

3.4.1 เครื่องมือในการเก็บข้อมูล 23

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 23

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 24

3.5.1 ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา 24

3.5.2 ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง 28

3.5.3 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพช่วงถนน 32

3.6 การถอดข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 39

4 การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล 41

4.1 วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร 41

4.2 วิเคราะห์รายช่วงถนน 43

4.2.1 ถนนพระราม 4 (ช่วงแยกเกษมราษฎร์ ถึง แยกคลองเตย) 43

4.2.2 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ช่วงแยกพร้อมพงษ์ ถึง แยกอโศกเพชร) 44

4.2.3 ถนนรัชดาภิเษก (ช่วงแยกรัชโยธิน ถึง แยกรัชดาลาดพร้าว) 45

4.2.4 ถนนเพชรเกษม (ช่วงแยกท่าพระ ถึง แยกเพชรเกษม/ราชพฤกษ์) 46

4.2.5 ถนนวงศ์สว่าง (ช่วงแยกพิบูลสงคราม ถึง แยกวงศ์สว่าง) 47

4.2.6 ถนนสิรินธร (ช่วงแยกบรมราชชนนี/ตลิ่งชัน ถึง แยกบางพลัด) 49

4.3 วิเคราะห์ตามความยาวช่วงถนน 50

4.3.1 ความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร 50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.2 ความยาวช่วงถนน 1.50 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร 51

4.4 วิเคราะห์ตามสภาพจราจร 52

4.4.1 สภาพจราจรเบาบาง 52

4.4.2 สภาพจราจรปานกลาง 54

4.4.3 สภาพจราจรหนาแน่น 55

5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปผลการวิจัย 58

5.2 ข้อเสนอแนะ 59

รายการอ้างอิง 60

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา 62

ภาคผนวก ข. สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง 66

ภาคผนวก ค. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 71

ประวัติผู้วิจัย 82

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 19
3.2 แสดงรายชื่อช่วงถนนที่ทำการสำรวจความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง 23
3.3 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแต่ละช่วงถนน 25
3.4 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางแต่ละช่วงถนน 29
3.5 สรุปข้อมูลลักษณะทางกายภาพแต่ละช่วงถนน 39
3.6 สรุปข้อมูลตัวแปรแต่ละตัวที่ใช้ทำการวิเคราะห์ 40
4.1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
5.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร 59

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ระบบการประมวลผลภาพวีดีทัศน์ในการหาความเร็วยานพาหนะ 4
2.2 ลักษณะการติดตั้งกล้องประมวลภาพในการใช้งาน 5
3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 17
3.2 แสดงแสดงรายชื่อช่วงถนนที่ทำการสำรวจความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง 22
3.3 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนพระราม 4 25
3.4 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรบุรี 26
3.5 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนรัชดาภิเษก 26
3.6 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรเกษม 27
3.7 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนวงศ์สว่าง 27
3.8 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนสิรินธร 28
3.9 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนพระราม 4 29
3.10 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรบุรี 30
3.11 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนรัชดาภิเษก 30
3.12 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรเกษม 31
3.13 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนวงศ์สว่าง 31
3.14 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนสิรินธร 32
3.15 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนพระราม 4 33
3.16 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนพระราม 4 33
3.17 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนเพชรบุรี 34
3.18 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนเพชรบุรี 34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.19 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนรัชดาภิเษก 35

3.20 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนรัชดาภิเษก 35

3.21 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนเพชรเกษม 36

3.22 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนเพชรเกษม 36

3.23 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนวงศ์สว่าง 37

3.24 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนวงศ์สว่าง 37

3.25 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนสิรินธร 38

3.26 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจ
บนช่วงถนนสิรินธร 38

4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย
ด้านระยะทางในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนน 42

4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย
ด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนน 43

4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย
ด้านระยะทางบนถนนพระราม 4 44

4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย
ด้านระยะทางบนถนนเพชรบุรี 45

4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย
ด้านระยะทางบนถนนรัชดาภิเษก 46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางบนถนนเพชรเกษม 47
4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางบนถนนวงศ์สว่าง 48
4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางบนถนนสิรินธร 49
4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร 51
4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร 52
4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรเบาบาง 53
4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรปานกลาง 55
4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ย ด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรหนาแน่น 56

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากกรุงเทพมหานคร เป็นเมืองศูนย์กลางที่มีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ปริมาณรถที่เพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านจราจร ดังนั้นหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการแก้ไขและบรรเทาปัญหาสภาพการจราจรติดขัดอย่างต่อเนื่องโดยการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรไปสู่ผู้ขับขี่ ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่สื่อสารสภาพจราจรแบบทันกาล (Real Time) บนโครงข่ายถนนเพื่อช่วยในการวางแผนการเดินทางและลดความเครียดของผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน นอกจากนี้ยังช่วยบรรเทาสภาพจราจรติดขัดได้บางส่วน ลดการสูญเสียการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช่เหตุ ตลอดจนลดการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้อีกด้วย

ปัจจุบันได้มีการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจนับการจราจรหลายประเภทบนท้องถนนหลายแห่ง โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจราจร เช่น ปริมาณจราจร ความเร็วจราจร เป็นต้น แต่ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเฉพาะจุด (จุดใดจุดหนึ่งบนช่วงถนนเท่านั้น) หรือที่เรียกว่า ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (Time Mean Speed : TMS) ในขณะที่การแสดงข้อมูลด้านการจราจรต้องการข้อมูลแบบเป็นช่วงถนนหรือความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (Space Mean Speed : SMS) อย่างไรก็ตามข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางนั้น ตรวจวัดได้ยากในสภาพความเป็นจริง เพราะมีการรบกวนของการแสจราจร เช่น ป้ายรถเมล์ จุดกลับรถ ซอยเข้า-ออก บนช่วงถนน จำนวนเลนและจุดจอดรถแท็กซี่ เป็นต้น

ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเป็นข้อมูลความเร็วเฉพาะจุดที่ได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ในขณะที่ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง เป็นข้อมูลความเร็วจราจรที่สำรวจตลอดช่วงถนน ซึ่งข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางนั้น มีค่าไม่เท่ากันแต่ใกล้เคียงกัน โดยค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจะมีค่าน้อยกว่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเสมอ (Highway Capacity Manual, 2000) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนในเขตกรุงเทพมหานครจะมีความซับซ้อน ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาสำหรับถนนสายหลักในกรุงเทพมหานครเพื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งมาแปลงเป็นความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเพื่อแสดงสภาพจราจรแบบช่วงถนนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (TMS) กับ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (SMS) บนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร

1.2.2 เพื่อศึกษาหาตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (SMS) บนช่วงถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร

1.2.3 เพื่อศึกษาหาสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปอธิบายความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (SMS) บนช่วงถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตและสมมุติฐานของงานวิจัย

1.3.1 ทำการศึกษาในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

1.3.2 ทำการศึกษาช่วงถนนสายหลักจำนวน 6 ช่วงถนน

1.3.3 ทำการสำรวจจับคู่แผ่นป้ายทะเบียนรถในช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น.

1.3.4 ทำการเก็บข้อมูลสำรวจภาคสนาม 2 วัน ได้แก่วันที่ 21 และ 22 กรกฎาคม 2553

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ศึกษาข้อมูลจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งและศึกษาทฤษฎี Regression Analysis

1.4.2 คัดเลือกช่วงถนนจะทำการศึกษาโดยทำการคัดเลือกในแผนที่

1.4.3 สำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพถนน เช่น ความกว้างช่องจราจร ระยะทางช่วงถนน จำนวนป้ายรถประจำทาง จำนวนซอย ระยะติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง จำนวนจุดกลับรถ การอนุญาตจอดรถข้างถนนและจุดจอดรถแท็กซี่

1.4.4 เก็บข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางภาคสนามโดยทำการเก็บข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถบนช่วงถนน โดยมีชุดสำรวจ 2 ชุด ในแต่ละช่วงถนน ชุดสำรวจชุดแรกจะอยู่บริเวณทางแยกต้นน้ำและทำการบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนรถพร้อมกับเวลาที่รถวิ่งผ่านจุดสำรวจ

1.4.5 ทำการถอดข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนทั้งสองชุด (ทางแยกต้นน้ำและทางแยกปลายน้ำ) โดยดำเนินการจับคู่กัน เพื่อประมาณระยะเวลาที่ยานพาหนะแต่ละคันใช้ในการเดินผ่านบนช่วงถนน แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง จากนั้นนำข้อมูลความเร็วด้านระยะทางที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความเร็วด้านเวลา ที่ได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

และตัวแปรอื่น ๆ โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากสมการ Regression analysis จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

1.4.6 สรุปและอภิปรายผลการศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อช่วงถนนและสมการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เนื่องจากสภาพการจราจรบนถนนสายหลักในเมืองนั้น จะมีสภาพการณ์แปรผันกันอย่างมากในจุดต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะมีการรบกวนกระแสจราจรอยู่ เช่น ป้ายรถเมล์ จุดกลับรถ ทางเข้า-ออก ซอย สำคัญ ๆ จำนวนเลน ความสามารถในการจอดรถข้างถนนและจุดจอดรถแท็กซี่ เป็นต้น ซึ่งจะรบกวนกระแสจราจรอยู่เป็นระยะ ๆ โดยการรายงานสภาพจราจรเป็นข้อมูลสำรวจเฉพาะจุดที่ได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งจะสามารถแสดงถึงสภาพการจราจรบนช่วงถนนได้จุดใดจุดหนึ่งเท่านั้น แต่การรายงานข่าวสารให้แก่ประชาชนเป็นการรายงานเป็นช่วงถนน ดังนั้นการศึกษานี้เพื่อพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรจะทำให้การสื่อสารข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์มีความใกล้เคียงกับสภาพการจราจรบนช่วงถนนมากที่สุด

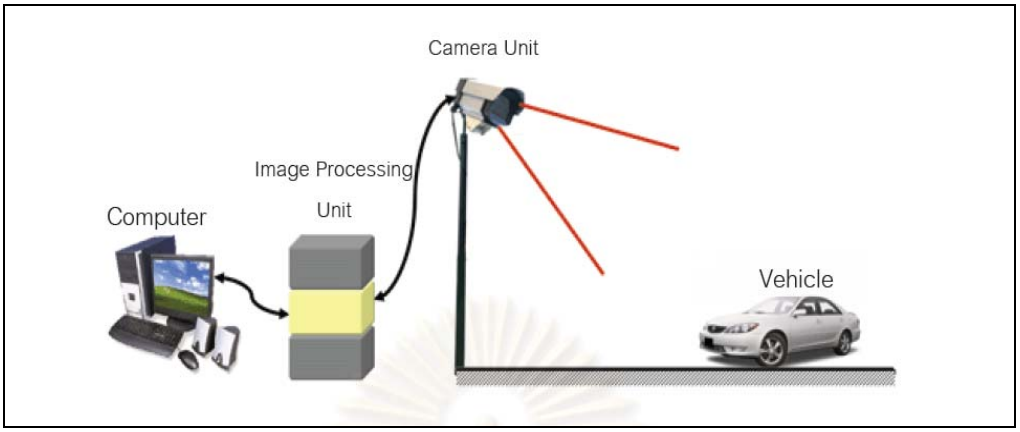
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วด้านเวลาและความเร็วด้านระยะทาง ประกอบด้วยทฤษฎีกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ความเร็วด้านเวลา ความเร็วด้านระยะทาง ทฤษฎีทางสถิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลภาพวิดีทัศน์ (Video Image Processing)

การประมวลผลด้วยภาพวีดีทัศน์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้หาข้อมูลด้านการจราจรโดยอาศัยการนำภาพจากอุปกรณ์รับภาพคือกล้องวีดีทัศน์และนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผลภาพนั้น ซึ่งวิธีนี้สะดวกต่อการติดตั้ง การดูแลและซ่อมบำรุงระบบ การใช้งานมีประโยชน์มากในการตรวจจับยานพาหนะ อีกทั้งยังเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับระบบจัดการจราจรหลาย ๆ จุดได้ การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพวีดีทัศน์ในระบบจราจรนั้น อาจเป็นชนิดกล้องวีดีทัศน์ที่มีหน่วยประมวลผลติดตั้งอยู่ด้วย หรืออาจเป็นกล้องวีดีทัศน์ที่ถ่ายสภาพการจราจรในแต่ละถนน แล้วส่งสัญญาณภาพมาประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ซึ่งอยู่ห่างจากกล้องก็ได้ เมื่อได้ข้อมูลด้านการจราจร เช่น ความเร็วของยานพาหนะในแต่ละเส้นทาง เป็นต้น ก็สามารถนำไปใช้สนับสนุนการสั่งการและอำนวยการจราจรได้



รูปที่ 2.1 ระบบการประมวลผลภาพวีดีทัศน์ในการหาความเร็วยานพาหนะ

รูปที่ 2.2 ลักษณะการติดตั้งกล้องประมวลภาพในการใช้งาน

2.2 ความเร็วเฉลี่ย (Mean speed)

ความเร็วเฉลี่ยการจราจร เป็นข้อมูลที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงภาพรวมสภาพการจราจรบนถนนสายหนึ่งได้ โดยถนนที่มีปริมาณยวดยานไม่มากนัก สภาพจราจรคล่องตัว ความเร็วจราจรเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้จะมีค่าสูง ส่วนถนนที่มีจำนวนยวดยานมาก สภาพจราจรติดขัด ความเร็วจราจรที่ตรวจวัดได้ก็จะมีค่าต่ำ ทั้งนี้ ความเร็วเฉลี่ยมีวิธีการคำนวณอยู่ 2 วิธี คือ

2.2.1 ความเร็วจราจรเฉลี่ยด้านเวลา (Time Mean Speed : TMS)

คือค่าเฉลี่ยของความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (spot speed) ของยวดยานที่สัญจรผ่านไป-มา ณ จุดสำรวจจุดหนึ่ง ภายในช่วงเวลาที่กำหนด สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลประเภทนี้ ผู้ทำการสำรวจ 1 คน จะไปประจำ จุดสำรวจบริเวณริมถนน แล้วทำการบันทึกข้อมูลความเร็วของยวดยานแต่ละคัน ณ ขณะที่ผ่าน จุดสำรวจนั้น จากนั้นจึงนำค่าความเร็วของยวดยานที่วัดได้ทั้งหมดมาทำการหาค่าเฉลี่ยได้

$$\text{TMS} = \frac{1}{\text{n}}\sum_{i=1}^{n} v_i \qquad (2.1)$$

โดย n คือ จำนวนยวดยานที่ผ่าน ณ จุดสำรวจ

v_i คือ ความเร็วของยวดยาน i ขณะผ่านจุดสำรวจ

2.2.2 ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (Space Mean Speed : SMS)

คือความเร็วเฉลี่ยของยวดยานทุกคันที่วิ่งอยู่ภายในช่วงถนนหนึ่ง ในระยะเวลาที่กำหนด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ค่าเฉลี่ยแบบฮาร์โมนิค (Harmonic) ของความเร็วยวดยานที่สัญจรผ่านไป-มา ณ จุดสำรวจ ในช่วงเวลาที่กำหนด สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลประเภทนี้ โดยปกติจะต้องมีผู้ทำการสำรวจ จำนวน 2 คน เพื่อคอยตรวจสอบดูว่ายวดยานแต่ละคันที่ผ่านเข้ามา ใช้เวลาเท่าไหร่ในการเดินทางผ่านช่วงถนนที่ทำการสำรวจ (ซึ่งทราบระยะทางที่แน่นอน) จากนั้นนำเวลาการเดินทางผ่านช่วงถนนของยวดยานแต่ละคันที่บันทึกได้ มาเข้าสมการ (2) ก็จะได้ค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง อนึ่ง ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางนี้ เป็นความเร็วเฉลี่ยที่นิยมใช้ในทางวิศวกรรมจราจร

$$SMS = \frac{n\,L}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \qquad (2.2)$$

โดย n คือ จำนวนยวดยานที่ผ่าน ณ จุดสำรวจ

L คือ ระยะทางของช่วงถนนที่ทำการสำรวจ

t_i คือ ระยะเวลาที่ยวดยาน i ใช้ในการเดินทางผ่านช่วงถนนสำรวจ

ในทางทฤษฎีการตรวจวัดความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับกลุ่มยวดยานชุดเดียวกัน ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางที่ตรวจวัดได้ จะมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเสมอ (Highway Capacity Manual, 2000) ทั้งนี้เพราะสูตรการคำนวณความเร็วเฉลี่ยด้านเวลานั้น จะให้น้ำหนักกับยานพาหนะที่วิ่งด้วยความเร็วต่ำ มากกว่ายานพาหนะที่วิ่งด้วยความเร็วสูง ในขณะที่สูตรคำนวณความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจะให้น้ำหนักกับยานพาหนะทุก ๆคันเท่ากัน ไม่ว่าจะวิ่งด้วยความเร็วสูงหรือต่ำ ในกรณีพิเศษที่ยานพาหนะทุกคันวิ่งด้วยความเร็วเท่ากันทั้งหมดก็จะเป็นกรณีส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมีค่าเท่ากับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาซึ่งเป็นสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นไม่บ่อยนัก ในสภาพการจราจรปกติ

2.3 ทฤษฎีโครงสร้างระบบขนส่ง (Transport Facilities)

โครงสร้างระบบขนส่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

2.3.1 โครงสร้างประเภทที่มีการไหลจราจรแบบต่อเนื่อง (Uninterrupted – Flow facilities)

คือ ถนนที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร หรือป้ายหยุดคอยรบกวนการไหลของกระแสจราจรบนเส้นทาง ยานพาหนะสามารถวิ่งสัญจรบนถนนประเภทนี้ได้อย่างสะดวก ไม่ต้องหยุดชะงัก เนื่องจากติดสัญญาณไฟจราจร โดยส่วนใหญ่ถนนประเภทนี้มีจำนวนช่องจราจรมากและถูกออกแบบให้ยวดยานใช้ความเร็วสูงได้ เช่นทางด่วนพิเศษในกรุงเทพมหานคร หรือ ทางหลวงแผ่นดินในพื้นที่ห่างไกลเมือง ที่มีการจำกัดการเข้า-ออกสู่พื้นที่ข้างเคียง สภาพการจราจรบนถนนประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณจราจรที่วิ่งอยู่บนเส้นทางคุณลักษณะทางกายภาพของถนน และสภาพแวดล้อมในพื้นที่เป็นหลัก

2.3.2 โครงสร้างประเภทที่มีการไหลจราจรแบบไม่ต่อเนื่อง (Interrupted –flow facilities)

คือ ถนนที่มีสัญญาณไฟจราจร ป้าย “หยุด” และป้าย “ให้ทาง” หรือทางแยก หรือทางเข้า-ออกบริเวณจากการใช้ประโยชน์ที่ดินริมถนน เป็นต้น ถนนสายหลักในเมืองโดยส่วนใหญ่จะเป็นถนนประเภทนี้ สำหรับสภาพจราจรบนถนนนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจร คุณลักษณะทางกายภาพของถนน และสภาพแวดล้อมในพื้นที่แล้ว ยังขึ้นอยู่กับการจัดสัญญาณไฟจราจรในแต่ละทางแยก และระยะห่างระหว่างทางแยกสัญญาณไฟจราจร

2.4 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความถดถอย

2.4.1 ประเภทของการวิเคราะห์ความถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัวแปรกับตัวแปรอิสระตั้งแต่ 1 ตัวแปรขึ้นไปโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณการค่าของตัวแปรเมื่อได้ทราบค่าของตัวแปรอิสระแล้วโดยการวิเคราะห์ความถดถอยจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก. การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis)

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายนี้มีตัวแปรอิสระ X เพียงตัวแปรเดียว และมีตัวแปรตาม Y เพียงตัวเดียวเช่นกันข้อมูลตัวอย่างสุ่มสามารถเขียนออกมาได้ในรูปของคู่อันดับ (X_i, Y_i) โดยที่ $i = 1, 2, 3,\ldots,n$ ถ้าสมมติว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมด $\mu_{Y/X}$ อยู่บนเส้นตรง ตัวแปรสุ่ม $Y_i = Y/X_i$ สามารถเขียนได้ด้วยตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายดังแสดงสมการที่ 2 และ 3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 \quad (2.3)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 คือ เป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย

β_1 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) เป็นความชัน (Slope) ของสั้นถดถอย

ε คือ ความคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นตัวแปรสุ่ม

ข. การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis)

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จะต่างจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย คือจะมีตัวแปรอิสระ X หลายตัวแปร หรืออาจกล่าวได้ว่ามีตัวแปรอิสระหลายตัวที่มีอิทธิพลต่อ y รูปแบบของสมการแสดงดังสมการที่ 2.4

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_n X_n \quad (2.4)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

X คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

β_0 คือ เป็นระยะตัดแกน y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย

β_1 - β_n คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n

โดยที่สมการถดถอยเชิงเส้นเชิงพหุนั้น จะเป็นการประมาณสมการความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามแกละตัวแปรอิสระ

2.4.2 ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

เนื่องจากวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการสร้างสมการเส้นถดถอยขึ้นมาก็เพื่อประมาณหรือพยากรณ์ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ดังนั้น เพื่อความมั่นใจว่าสมการเส้นถดถอยที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถนำไปประมาณหรือพยากรณ์ตัวแปรที่เราต้องการศึกษาได้จริงจึงต้องมีการทดสอบโดยอาศัยค่าสถิติต่าง ๆ ได้แก่

1) ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination:R^2)

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจหมายถึงสัดส่วนที่ตัวแปร X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y ได้ ดังนั้นถ้า $\mathbf{R^2}$ มีค่ามาก Y และ X มีความสัมพันธ์กันมากหรือ X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ได้มาก โดยที่ค่า $\mathbf{R^2}$ เป็นค่าสถิติที่ไม่มีหน่วย และมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยถ้า $\mathbf{R^2}$ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าร้อยละที่ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามมีค่ามาก แต่ถ้า $\mathbf{R^2}$ มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าร้อยละที่ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามมีค่าน้อย โดย $\mathbf{R^2}$ คำนวณได้จากสมการ 2.5

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \tag{2.5}$$

โดยที่ R^2 คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

SSR คือ ค่าความแปรปรวนของ y เนื่องจากอิทธิพลของ x

SSE คือ ค่าความแปรปรวนของ y เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ

STT คือ ค่าความแปรปรวนของ y ทั้งหมด

เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในสมการถดถอยจะทำให้ค่า R^2 มากขึ้นทั้งที่ตัวแปรอิสระ x ที่เพิ่มขึ้นอาจจะไม่มีความสัมพันธ์กับ y ดังนั้น จึงมีการปรับค่า R^2 ให้ถูกต้องขึ้น ซึ่งเรียกค่าดังกล่าวว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับแก้ (Adjusted R^2) โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2.10

$$Adjusted\,R^2 = 1 + \frac{(n-1)}{(n-k-1)}\left(R^2 - 1\right) \tag{2.6}$$

โดยที่ Adjusted R^2 คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับแก้

n คือ จำนวนตัวอย่างของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

2) การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

สมมติฐานหรือเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุมี 4 ข้อ ซึ่งเป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) ในการนำสมการที่ได้ไปใช้งานจะต้องตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุกับค่าคลาดเคลื่อนดังนี้

- ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนจะต้องเท่ากับศูนย์
- การตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนโดยการพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่า Y ซึ่งหากพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนกระจายอยู่รอบ ๆ ศูนย์หรือค่าคลาดเคลื่อนมีค่าช่วงใดช่วงหนึ่งแคบ ๆ ไม่ว่า Y จะเปลี่ยนไปอย่างไร ในกรณีที่ค่า Y เพิ่มขึ้นหรือลดลงค่าความคลาดเคลื่อนก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนมากหรือค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ ดังนั้นแบบจำลองที่ได้จึงไม่เหมาะสม
- ค่าความคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระกัน
- ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงปกติ

3) การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย

การคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนเป็นการหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัวกับตัวแปรอิสระจำนวนหลายตัว สมการที่ถูกพัฒนาขึ้นจะมีรูปแบบสมการที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับว่าจะมีการคัดเลือกตัวแปรอิสระแบบใด ซึ่งแต่แบบจะได้ตัวแปรอิสระเข้าสมการไม่เหมือนกัน เช่น ถ้าหากเลือกตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสมการอาจก่อให้เกิดปัญหาตัวแปรอิสระบางคู่มีความสัมพันธ์กัน (autocorrelation) ทำให้สมการถดถอยที่ได้มีความแม่นยำในการพยากรณ์ สมการถดถอยที่ดีจะประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งกระบวนการในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยนั้น ต้องอาศัยแนวคิดของสหสัมพันธ์บางส่วน ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระตัวหนึ่ง เมื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรอิสระอื่นออกไปแล้ว เทคนิคการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย มีอยู่ 5 วิธีคือ การคัดเลือกเข้า (Enter) การคัดเลือกออก (Remove) การคัดเลือกเพิ่มแบบเดินหน้า (Forward) การคัดเลือกแบบถอยหลัง (Backward) การคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise) ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละเทคนิค ดังนี้

ก. การคัดเลือกเข้า (Enter)

การคัดเลือกเข้าเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการด้วยการวิเคราะห์ขั้นตอนเดียว โดยใช้วิจารณญาณของผู้พัฒนาสมการเองว่าจะเลือกตัวแปรอิสระตัวใดเข้าสมการบ้าง โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ เช่น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อน ค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น ในการเลือกควรเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีค่าสูง ๆ และมีนัยสำคัญ เมื่อคัดเลือกได้แล้วจะใช้ตัวแปรอิสระทุกตัวที่เลือก วิเคราะห์พร้อมกันทุกตัวแปรอิสระเข้าสมการทั้งหมด

ข. การคัดเลือกออก (Remove)

การคัดเลือกออกเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอย ในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับวิธีการคัดเลือกเข้า โดยมีการสร้างสมการถดถอยก่อน แล้วนำตัวแปรอิสระที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดออกจากสมการ ซึ่งวิธีการนี้จะต้องใช้คู่กับวิธี Enter เป็นวิธีแรกในการวิเคราะห์

ค. การคัดเลือกแบบเดินหน้า (Forward)

การคัดเลือกเพิ่มแบบเดินหน้าเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอย โดยการเริ่มนำตัวแปรอิสระเข้าสมการครั้งละ 1 ตัว โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดและมีนัยสำคัญที่ทดสอบด้วย t หรือ F เข้าสมการก่อน จากนั้นคัดเลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าสมการ โดยคำนวณสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือ และทดสอบนัยสำคัญ ถ้าตัวแปรอิสระตัวใดมีนัยสำคัญก็จะคัดเลือกตัวนั้นเข้าสมการ เช่น มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว คือ x_1, x_2, x_3, x_4 และ x_5 โดยตัวแปรตาม y เริ่มแรกจะคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ (r_{xy}) ระหว่างตัวแปร y กับตัวแปร x ทั้ง 5 ตัว ทีละตัว แล้วเลือกตัวแปร xi ที่มีค่า (|rxy|) สูงสุด สมมติว่าตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากที่สุดคือ x2 จึงได้ตัวแปร x2 เข้าสมการเป็นตัวแรก จากนั้นนำตัวแปรอิสระที่เหลือคือ x_1, x_3, x_4, x_5 หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปร y ตัวแปรใดมีนัยสำคัญก็จะคัดเลือกตัวนั้นเข้าสมการ สมมติตัวแปรที่มีนัยสำคัญ ได้แก่ x1 กับ x5 ส่วน x3 กับ x4 ไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นจะได้สมการถดถอยคือ $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_5 x_5$ จุดอ่อนของวิธีการนี้คือ อาจทำให้ได้ตัวแปรอิสระเข้าอยู่ในสมการถดถอยมากเกินไป ทั้งที่สามารถตัดออกไปได้จำนวนหนึ่ง

ง. การคัดเลือกถอยหลัง (Backward)

การคัดเลือกถอยหลังเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับวิธีการคัดเลือกเพิ่ม วิธีนี้จะนำตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสมการก่อน แล้วคัดเลือกออกครั้งละตัว เริ่มจากสมการแรกจะตัดตัวแปรอิสระตัวที่มีสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ทดสอบด้วย t หรือ Partial F – test แล้วไม่มีนัยสำคัญออกก่อน จากนั้นตรวจสอบว่าควรตัดตัวแปรใดออกจากสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรืออาจจะตัดออก 1 ตัวถ้าหากพบว่าตัวแปรนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนไม่สามารถตัวตัวแปรอิสระตัวใดออกจากสมการได้ จะได้สมการถดถอยที่เหมาะสมและให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจเชิงพหุสูงสุด แต่วิธีนี้มีข้อเสียที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีการคัดเลือกเพิ่ม

จ. การคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise)

การคัดเลือกแบบขั้นตอนเป็นการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้ามาอยู่ในสมการถดถอยด้วยกระบวนการที่ผสมกันระหว่างวิธีแบบเพิ่มไปข้างหน้า (Forward) และแบบถอยหลัง

(Backward) เพื่อเป็นการแก้จุดอ่อนทั้งสองวิธีข้างต้น เป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยเริ่มต้นใช้หลักการของวิธี Forward นำตัวแปรอิสระเข้าสมการครั้งละตัว โดยนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดและมีนัยสำคัญทดสอบด้วย t หรือ F เข้าสมการก่อน จากนั้นทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 2 เข้าสมการ โดยวิธี Forward เช่นเดิมซึ่งจะหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่เหลือเพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสูดและมีนัยสำคัญเข้าสมการ จากนั้นเลือกตัวแปรอิสระตัวที่ 3 ด้วยวิธี Forward และในขณะเดียวกันก็จะใช้หลักการของ Backward ในการตรวจสอบว่าควรตัวตัวแปรใดที่อยู่ในสมการถดถอยออกบ้าง จะกระทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถเลือกตัวแปรอิสระใดเข้าสมการและไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระใดออกจากสมการได้อีก

4) ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย

ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความถดถอย มีดังนี้ คือ ใช้เวลามากในการพยากรณ์ข้อมูลอาจไม่เพียงพอและหาไม่ได้ ต้องใช้ความรู้ทางสถิติมาใช้ในการพยากรณ์ และอาจไม่สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำเพียงพอถ้าความสัมพันธ์เปลี่ยนไปเป็นการพยากรณ์ 2 ครั้ง (Double Forecasting)

2.5 ปริทัศน์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษดา โชคสินอนันต์ (2542) ได้ทำการเสนอวิธีการตรวจจับความเร็วของรถยนต์แบบ ทันกาลโดยทำการทดลองหาความถูกต้องของความเร็วที่ได้จากโปรแกรมโดยทำการใช้กล้องวิดีโอบันทึกภาพวีดีทัศน์และใช้เรดาร์เป็นเครื่องมือวัด ความเร็วที่วัดได้ในการทดลองอยู่ระหว่าง 32 ถึง 79 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างสูงสุดของโปรแกรมเทียบกับเรดาร์ มีค่าไม่เกิน 3.23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ ความแตกต่างของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 2.23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความสามารถในการตรวจจับความเร็วของระบบอยู่ระหว่าง 15 ถึง 94 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

นมัสกมล โม่งเย็น (2549) ได้ทำการศึกษาหาอัลกอริธึมและพัฒนาโปรแกรมในการตรวจจับความเร็วของรถยนต์ในเวลากลางคืนแบบทันกาลจากภาพวีดีทัศน์ โดยอัลกอริธึมที่นำเสนอในงานวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การตรวจจับรถยนต์และการวัดความเร็วของรถยนต์ ซึ่งขั้นตอนการตรวจจับรถยนต์ใช้วิธีการตรวจหาตำแหน่งอ้างอิงของรถยนต์ในภาพ แล้วใช้ฟังก์ชันการประมาณค่าในการหาระยะอ้างอิงของรถยนต์จริงบนพื้นถนน หลังจากนั้นทำการหาตำแหน่งรถยนต์ในเฟรมถัดไปโดยวิธีเดียวกัน จะทำให้สามารถคำนวณหาความเร็วของรถยนต์ได้ โดยการนำระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของรถยนต์มาหารระยะทางจริงที่รถยนต์เคลื่อนที่ระหว่างสองเฟรมที่ต่อเนื่องกัน การวัดความเร็วอ้างอิงของรถยนต์ทำโดยใช้เรดาร์เป็นเครื่องมือวัด ความเร็วของรถยนต์ที่สุ่มวัดในการทดสอบอยู่ระหว่าง 30 ถึง 95 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากการทดสอบพบว่า

ร้อยละ 92.1 ของรถที่ตรวจจับความเร็วได้จะมีความผิดพลาดของความเร็วไม่เกิน 0.686 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 0.614 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ณัฐพงษ์ วิไลเศรษฐีวนิช (2549) ได้ทำการศึกษาการประมาณเวลาการเดินทางโดยใช้ข้อมูลจำเครื่องตรวจนับจราจร โดยได้เปรียบเทียบความแม่นยำของการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธี Lighthill, Whitham and Richards (LWR) โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) โดยใช้ข้อมูลจากการบันทึกภาพด้วยกล้องวีดีทัศน์ภาคสนามและถอดข้อมูลจราจรจากเครื่อง Autoscope และข้อมูลเวลาการเดินทาง จากการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยวิธีบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนรถ (License Plate Technique) โดยการประเมินความแม่นยำของการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธีทางสถิติเทียบกับเวลาในการเดินทางจริง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธี Lighthill, Whitham and Richards (LWR) ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำในช่วงที่มีความเร็วมากกว่า 70 กม./ชม. ส่วนการประมาณเวลาการเดินโดยระบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) มีความแม่นยำทุกช่วงที่ทำการวิเคราะห์

กรกช เกิดแก้ว (2549) ได้ทำการศึกษาทำนายระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2) โดยได้พัฒนาโมเดลสำหรับทำนายระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษ ซึ่งใช้ข้อมูลจากเครื่องจับสัญญาณแบบถาวร (Fixed Sensor) โดยเก็บข้อมูลภาคสนาม และทำการจำลองสภาพจราจรพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของการจำลองสภาพจราจรจากนั้นนำข้อมูลส่วนหนึ่งมาพัฒนาโมเดลเพื่อประมาณความเร็วเฉลี่ยของยวดยานแล้วแปลงเป็นระยะเวลาการเดินทางภายหลังและข้อมูลส่วนที่เหลือใช้ทดสอบความแม่นยำของโมเดล โมเดลที่ใช้เป็น GeneraliZed Additive Model จากนั้นนำโมเดลที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับโมเดลที่พัฒนาขึ้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

Bruce, and Hellinga (2002) ได้ทำการศึกษาวิธีการปรับปรุงการประมาณค่าความเร็ว วิธีที่เสนอสามารถใช้กับ ระบบการจัดการจราจรบนถนน Freeway ที่มีเครื่องตรวจจับความเร็วบนถนนแบบตัวเดียว (single-loop detectors) และเครื่องตรวจจับความเร็วบนถนนแบบสองตัว (dual-loop detectors) โดยนำเสนอวิธีหาสมการในการประมาณค่าเพื่อที่จะช่วยลดค่า root mean squared speed estimation error ซึ่งการศึกษาพบว่าสมการที่สร้างขึ้นมาสามารถลดค่า root mean squared speed estimation error 23% โดยเฉลี่ยแล้วสามารถลดค่า error ได้มากกว่าวิธีการประมาณค่าความเร็วแบบเดิม

Jiang Han, John Polak, Javier Barria and Rajesh Krishnan (2010) ได้ทำการศึกษาการประมาณค่า ความเร็วด้านระยะทาง จากเครื่องตรวจวัดความเร็วบนถนน โดยทำการเสนอสมการประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจากค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา โดยใช้ข้อมูลจากเครื่องตรวจวัดความเร็วบนถนน ซึ่งใช้แบบจำลองพื้นฐาน 2 แบบจำลอง เป็นสมการพื้นฐานนำไปสู่

การปรับปรุง ซึ่งเริ่มต้นจากการหาค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง เพื่อหาค่าเวลาการเดินทางและผลการศึกษาพบว่าจากค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางที่ได้จาก เครื่องตรวจวัดความเร็วแบบตัวเดียว เพื่อนำไปประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสภาพจราจร ผลกระทบของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์นี้ โดยแบ่งพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาเป็นสี่สภาพจราจร และใช้วิธีการ generic two – step clustering ใช้ในการแยกสภาพจราจรออกเป็น 2 ลักษณะ คือ จราจรคับคั่งและการจราจรคล่องตัว ซึ่งรูปแบบสมการที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ให้การประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมีความถูกต้องมากกว่ารูปแบบสมการเดิม

Baibing Li (2009) ทำการศึกษาประมาณค่าความเร็วของยานพาหนะจากการใช้สมการทางสถิติในการวัดค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางโดยกำหนดให้กระจายตัวแบบ gamma distribution โดยใช้วิธี Bayesian ในการวิเคราะห์ และนอกจากนี้ยังทำการศึกษา simulation เพื่อทำการเปรียบระหว่างวิธีการที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการของ Dailey ซึ่งข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ดาวน์โหลดมาจาก Intelligent Traffic Systems group at the University of Washington จากเครื่องตรวจวัดความเร็วแบบตัวเดียว จากการศึกษาพบว่ารูปแบบสมการที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมและสามารถลดต้นทุนเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

Dailey (1999) ได้เสนอ algorithm การประมาณค่าความเร็วจาก single inductance loops รวมทั้งการทดสอบการยอมรับ algorithm สำหรับประมาณค่าความเร็ว ซึ่งทำการทดสอบการยอมรับโดยใช้ค่าทางสถิติที่เป็นหลักเกณฑ์สำหรับการประเมินค่าของความน่าเชื่อถือเพื่อนำไปประมาณค่าความเร็ว และ algorithm นี้ได้ทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสำหรับนำไปใช้กับข้อมูล single inductance loop ของหน่วยงานสองหน่วยงานคือระบบการจัดการจราจรกับระบบข้อมูลสำหรับการเดินทาง

Hesham and Wang (2010) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาโดยทำการหาค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจากค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาในสมการ ของ Wardrop โดยสมการคือ $\bar{\mu}_s \approx \bar{\mu}_T - (\sigma_T^2 / \bar{\mu}_T)$ โดยค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 0 -1% และนอกจากนี้ยังเสนอและพัฒนาสมการ 2 สมการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของเร็วด้านระยะเวลากับความเร็วด้านระยะทางและความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของความเร็วด้านระยะทางกับเวลาการเดินทาง โดยทำการเก็บข้อมูลบนถนน Freeway I-880 โดยใช้เครื่องตรวจจับความเร็วบนถนนแบบตัวเดียว ซึ่งทำการศึกษาจากสมการของ Hall & Persaud และ สมการของ Dailey ซึ่งพบความแตกต่างระหว่าง 2 สมการ คือ สมการของ Hall & Persaud ใช้สำหรับคำนวณความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในขณะที่สมการของ Dailey ใช้ในการคำนวณความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา

Zhongyi, William and Mei Lam Tam (2010) ได้ทำการศึกษาหาตำแหน่งและระยะเวลาที่เหมาะสมในการประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจากกล้องออโตสโคปโดยได้ทำการประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางที่มีความยาวช่วงถนนและระยะเวลาที่แตกต่างกัน คือ ความยาวของช่วงถนน 5 เมตร 10 เมตร 15 เมตร และ 2 เมตรและในช่วงเวลา 20 วินาที 30 วินาที 60 วินาที และ 120 วินาที ซึ่งผลลัพธ์ได้ว่าการประมาณค่าความเร็วด้านระยะทางที่ดีที่สุดในระยะ10 เมตรและระยะเวลา 120 วินาที

Christopher Grant, Bret Gillis, and Randall Guensler (2010) ทำการศึกษาเก็บข้อมูลจราจรจากกล้องวีดีโอเพื่อใช้ในการสร้างสมการวางแผนการขนส่ง ซึ่งทำการสำรวจบนถนน Freeway ในแอตแลนต้ารัฐจอร์เจีย สำหรับข้อมูลที่ทำการสำรวจได้แก่ จำนวนยานพาหนะ, การจำแนกประเภทรถและความเร็วเฉลี่ยโดยใช้ข้อมูลจากกล้องวีดีโอมาเปรียบเทียบกับการสำรวจจริงในช่วงเวลาเดียวกัน ความแตกต่างในแต่ละตัวแปรเหล่านี้จะอยู่ในฟังก์ชันของตำแหน่งการติดตั้งกล้องและพื้นที่ที่ทำการศึกษาซึ่งผลการสำรวจพบว่า กล้องวีดีโอตรวจจับภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนสามารถนำมาพัฒนาโมเดล ซึ่งผลกระทบต่าง ๆ เช่น โครงสร้างพื้นฐาน สภาพแวดล้อม และลักษณะของการไหลจราจรได้รับการประเมินจากการวิจัยจอร์เจียเทคตรวจสอบว่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของกล้องวีดีโอซึ่งการใช้ข้อมูลของวิดีโอ ต้องมีการควบคุมคุณภาพมากกว่าการเก็บรวบรวมข้อมูล และค่าความผิดพลาดจะเพิ่มมากขึ้นหากไม่มีความเข้าใจ

Soriguera and Robust (2010) ได้ทำการศึกษาหาวิธีการประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจาก ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาของเครื่องตรวจนับความเร็วบนถนนแบบสองตัว โดยทำการศึกษาบนถนน highway ชื่อ AP-7 ใกล้กับเมืองบาร์เซโลนาประเทศสเปน ซึ่งทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 3 นาที จำนวน 3 เลน บนสภาพจราจรที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า สมการเหมาะสมในการนำมาประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางคือ

$$\bar{v}_s^{(section)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sum_i n^{(i)}}\right) \cdot \sum_i \left(n^{(i)} / \bar{v}_s^{(i)} \right)} \qquad (2.7)$$

และจากสมการนี้พบว่าวิธีการพัฒนาจะสามารถประมาณการ SMS มีความผิดพลาดเฉลี่ยต่ำสุดเป็น 0.5%

Ruimin Li, Geoffrey Rose and Majid Sarvi (2006) ได้ทำการศึกษาการประเมินค่า model ความเร็วพื้นฐาน 4 model คือ instantaneous model, time slice model, dynamic time slice mode

land linear model ทำการประเมินใช้ข้อมูลจาก ถนนสองแหล่งในออสเตรเลีย เก็บข้อมูล number plate survey และ time stamped toll tag data พบว่าค่า error ของระยะเวลาการเดินทางทั้งสี่โมเดลตากต่างกันเล็กน้อย ซึ่งอยู่ในช่วง 7% ในช่วง off peak และสูงสุดประมาณ 15% ในช่วง peak ในการนำ model ไปใช้ต้องระมัดระวังในการเลือกค่าที่ใส่เข้าไปในแต่ละส่วน คือ upstream และ downstream หรือค่าตรงกลางระหว่าง upstream และ downstream โดยค่าที่ได้จะนำไปแปลงจาก time mean speed เป็น space mean speed ต่อไป

Soto and Cipriano ได้ทำการประยุกต์ใช้กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งเพื่อตรวจวัดสภาพการไหลของกระแสจราจรแบบทันกาล (Real Time) โดยใช้ระบบ Computer Vision System ซึ่งใช้หลักการตรวจสอบของยานพาหนะ (Edge Detection) เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานในการตรวจวัด จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดได้ภายใต้สภาพจราจรจริง ผลที่ได้พบว่ามีการประยุกต์ใช้กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งมีความแม่นยำมากกว่าร้อยละ 90 และมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นต่ำกว่าร้อยละ 50

Zhang et al. ศึกษาความแม่นยำของการเก็บข้อมูลจากขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด (Dual Loop Detectors) สำหรับใช้ในระบบเผยแพร่ข้อมูลการจราจรแบบทันกาล (Real Time) บนโครงข่ายถนนเมืองซีแอ็ตเทิล อุปกรณ์ดังกล่าวมีความสามารถในการตรวจนับปริมาณจราจรแบบแยกประเภทรถตามความยาวของยานพาหนะ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณจราจรที่ได้จากขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด (Dual Loop Detectors) ให้ผลปริมาณจราจรต่ำกว่าที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเกิดจากสภาพจราจรที่เป็นแบบ Non-Forced-Flow ทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพต่ำลง

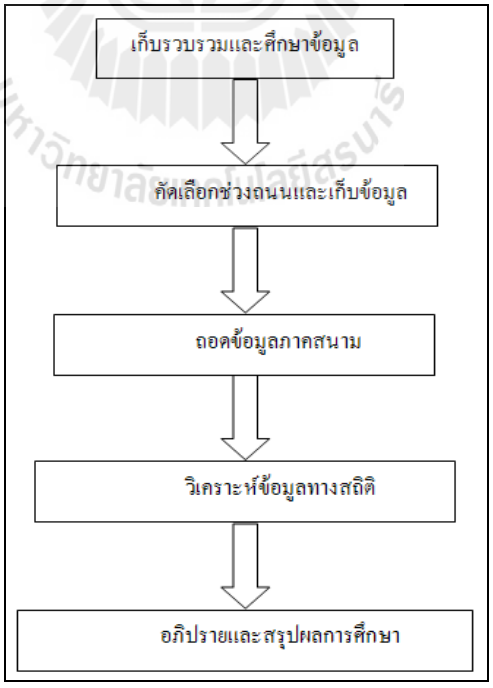
จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางส่วนใหญ่เป็นการศึกษาบนถนนประเภท freeway และ highway และข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องตรวจนับความเร็วแบบตัวเดียวและสองตัว จะทำการหาสมการที่เหมาะสมเพื่อหาค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยทำการศึกษาบนถนนสายหลักในกรุงเทพมหานคร ซึ่งยังไม่เคยมีใครดำเนินการมาก่อน โดยการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ เนื่องจากบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานครมีสภาพจราจรที่แปรผัน มีการรบกวนของกระแสจราจรอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงใส่ตัวแปรอิสระเกี่ยวกับกายภาพถนนเข้าไปในสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อวิเคราะห์ เช่น จำนวนเลน จำนวนที่กลับรถ ความยาวช่วงถนน จำนวนป้ายรถเมล์ จุดจอดรถแท็กซี่ การอนุญาตจอดรถข้างถนนและสัดส่วนระหว่างตำแหน่งติดตั้งกล้องต่อระยะช่วงถนน เพื่อให้สมการที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานครที่มีการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วด้านเวลากับความเร็วด้านระยะทางโดยพิจารณาข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาซึ่งได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจากการสำรวจจับคู่แผ่นป้ายทะเบียนรถ ซึ่งขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ขอบเขตการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การถอดข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาประกอบด้วย เก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูล คัดเลือกช่วงถนนและเก็บข้อมูล ถอดข้อมูลภาคสนาม วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและอภิปรายและสรุปผลการศึกษา



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วยความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางซึ่งความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเป็นข้อมูลความเร็วเฉพาะจุดใดจุดหนึ่งบนช่วงถนนโดยได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซึ่งโดยได้รับการอนุเคราะห์จาก สนข. ที่ติดตั้งบนถนนสายหลักซึ่งกล้องอิมเมจโพรเซสซึ่งจะทำการสำรวจความเร็วของยวดยานแต่ละคันที่ผ่านจุดสำรวจและนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปเป็นความเร็วเฉลี่ยของการจราจรในรูปแบบของความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาทุก ๆ 1 นาทีแบบอัตโนมัติ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะส่งผ่านระบบสื่อสาร และบันทึกข้อมูลไว้ใน Server ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาที่บันทึกไว้ใน Server มาใช้ในการวิเคราะห์ได้แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

Average Flow Rate	Volume	Arithmetic Mean Speed	Class A Count	Class B Count	Class C Count	Class D Count	ClassE Count	Average Time Headway	Average Time Occupancy	Level Of Service	Space Mean Speed	Space Occupancy	Density
440	22	41.133	6	14	1	0	1	23.664	7.875	A	40.445	4.266	10.875
80	4	35.25	1	2	1	0	0	50.000	1.398	A	23.641	0.898	3.383
360	18	42.441	5	12	1	0	0	24.719	6.298	A	40.445	3.250	8.898
180	9	43.332	0	7	2	0	0	29.000	3.309	A	39.793	2.039	4.520
100	5	36.398	3	2	0	0	0	45.000	1.223	A	34.668	0.406	2.883
80	15	39.332	3	12	0	0	0	27.000	5.617	A	38.949	2.262	7.699
200	4	45.00	1	3	0	0	0	46.664	1.242	A	44.648	0.551	1.789
200	10	46.297	2	6	2	0	0	28.332	3.844	A	45.168	1.789	4.426
140	10	45.098	1	8	1	0	0	29.523	3.129	A	44.316	1.941	4.512
360	7	33.711	0	7	0	0	0	43.332	2.441	A	33.117	1.586	4.227

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Average Flow Rate	คือ อัตราการไหลเฉลี่ย ในหน่วย คัน/ชม.
Volume	คือ ปริมาณจราจร ในหน่วย คัน
Arithmetic Mean Speed	คือ ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ในหน่วย กม./ชม.
Class	คือ ประเภทรถ A-E
Average Time Headway	คือ ค่าเฉลี่ยเวลาห่างระหว่างรถ ในหน่วย วินาที
Average Time Occupancy	คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจ
Level of Service	คือ ระดับการให้บริการ
Space Mean Speed	คือ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง หน่วย กม./ชม.
Space occupancy	คือ ร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจ
Density	คือ ความหนาแน่น คัน/กม.

ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล คือ Average Flow Rate, Volume, Arithmetic Mean Speed, Average Time Headway, Average Time Occupancy, Space Mean Speed, Space occupancy และ Density

ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางได้มาจากการสำรวจภาคสนามโดยมีผู้สำรวจ 2 ชุด ในแต่ละช่วงถนน ซึ่งจะทำการบันทึกเลขทะเบียนรถที่มีสีเข้ม เช่น สีดำ สีน้ำเงิน สีแดง เป็นต้น บนช่วงถนนที่ทำการศึกษา จากนั้นนำมาวิเคราะห์จับคู่เพื่อหาระยะเวลาในการเดินทางของรถแต่ละคันแล้วนำมาคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจาก สมการที่ 2 โดยข้อมูลนี้จะเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา

สำหรับข้อมูลลักษณะทางกายภาพของช่วงถนน ได้จากการสำรวจภาคสนามโดยการเก็บข้อมูล จำนวนที่กลับรถ จำนวนจุดจอดรถประจำทาง จำนวนเลน จุดจอดรถแท็กซี่ การอนุญาตจอดรถข้างถนนได้หรือไม่ ความยาวช่วงถนน ระยะติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งและจำนวนซอยเข้า-ออกบนช่วงถนน ของทุก ๆ ช่วงถนน

3.3 ขอบเขตของการสำรวจ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร โดยคัดเลือกช่วงถนนที่ทำการศึกษาจำนวน 6 ช่วงถนน ดังแสดงในตารางที่ 3.2 โดยแบ่งการดำเนินการสำรวจภาคสนาม ออกเป็น 2 วัน ได้แก่วันที่ 21 และ 22 กรกฎาคม 2553 วันละ 3 ช่วงถนน แต่ละช่วงถนนจะดำเนินการสำรวจ เลขทะเบียนตั้งแต่เวลา 6.00 น. จนถึง 18.00 น.

ในการศึกษานี้ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง ในขณะเดียวกันผู้วิจัยได้ดำเนินการขอข้อมูลสภาพการจราจรที่ตรวจวัดได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนน

ที่สำรวจในวันดังกล่าวเพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน ผู้ทำงานวิจัยต้องการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์จำนวน 10 ช่วงถนน แต่เนื่องจากวันที่ทำการสำรวจ กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งเกิดการขัดข้องจำนวน 4 ช่วงถนน ไม่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล 6 ช่วงถนน โดยลักษณะช่วงถนนมีดังนี้

ถนนพระราม 4 (แยกเกษมราษฎร์ ถึง แยกพระรามที่ 4) ทิศทางมุ่งตะวันตก มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง มีเกาะกลางถนนกั้นตลอด ลักษณะพื้นที่สองข้างทางเป็นย่านการค้ามีอาคารพาณิชย์ มีตลาดคลองเตยเป็นตลาดขนาดใหญ่

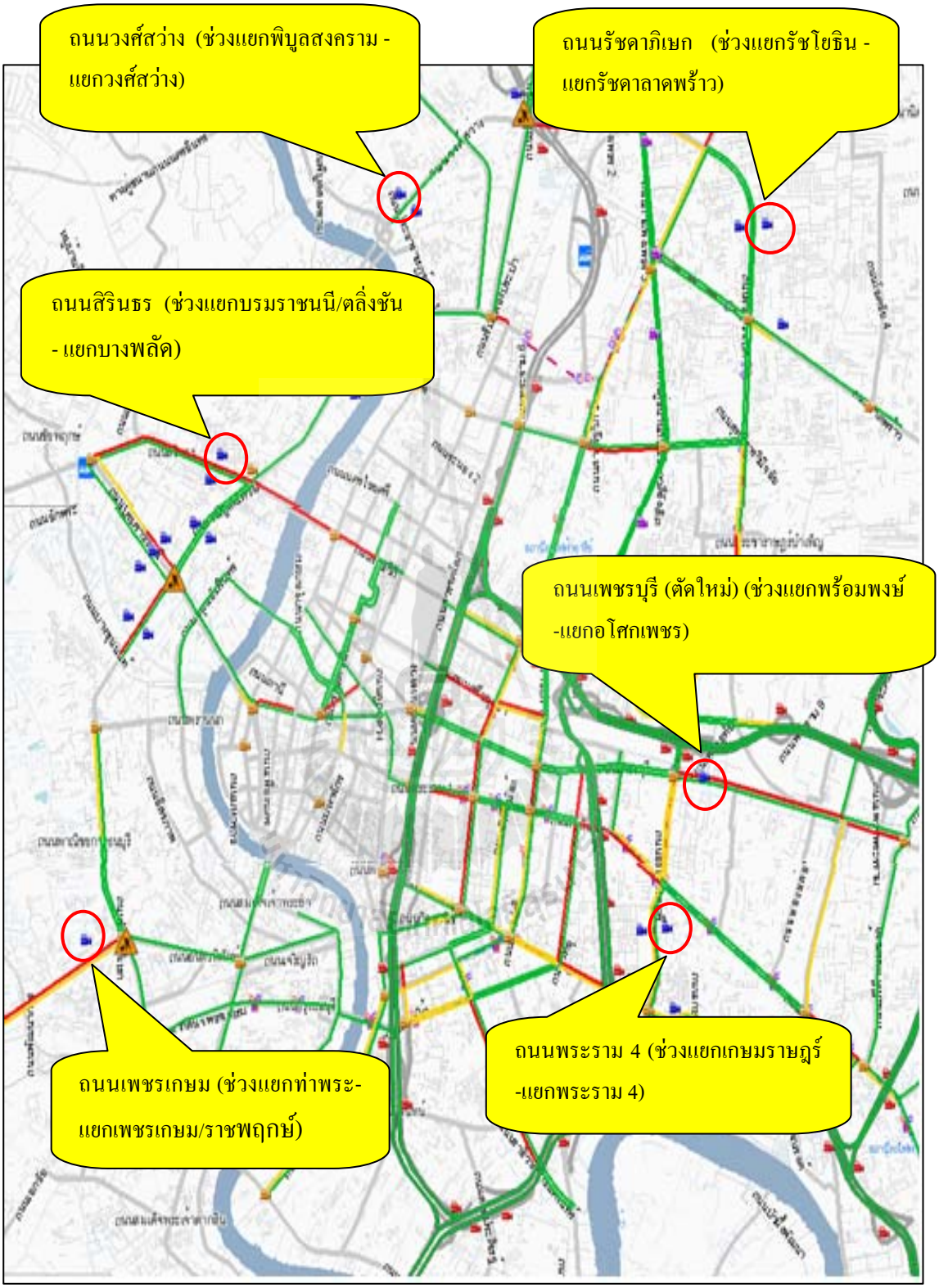
ถนนเพชรบุรี (แยกพร้อมพงษ์ ถึง แยกอโศกเพชร) ทิศทางมุ่งทิศตะวันตก มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง มีเกาะกลางถนน ลักษณะพื้นที่สองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ทั้งสองด้าน มีซอยเข้าสู่สถานศึกษา

ถนนรัชดาภิเษก (แยกรัชโยธิน ถึง แยกรัชดา/ลาดพร้าว) ทิศทางมุ่งทิศใต้ มีจำนวนช่องจราจร 8 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง มีเกาะกลางตลอดช่วงถนน ลักษณะพื้นที่ทั้งสองข้างทางเป็นสถานที่ราชการและอาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย กรมส่งเสริมการส่งออก ศูนย์แสดงสินค้า สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย ศาลอาญา ศาลอุทธรณ์ ศาลแขวง สำนักงานศาลยุติธรรม สำนักงานอัยการสูงสุด อาคารจอดแล้วจรของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โชว์รูมรถยนต์

ถนนเพชรเกษม (แยกท่าพระ ถึง แยกเพชรเกษม/ราชพฤกษ์) ทิศทางมุ่งทิศตะวันออก มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง มีเกาะกลาง ลักษณะพื้นที่ทั้งสองข้างทางเป็นลักษณะเป็นอาคารพาณิชย์ มีซอยเป็นจำนวนมาก แต่มีรถเข้า-ออก ไม่มากนัก มีจุดกลับรถ อาคารพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ ตึกแถว

ถนนวงศ์สว่าง (แยกพิบูลสงคราม ถึง แยกวงศ์สว่าง) ทิศทางมุ่งทิศเหนือ มีจำนวนช่องจราจร 6 จราจร รวมทั้ง 2 ทิศทาง มีเกาะกลางตลอดช่วงถนน ลักษณะพื้นที่ทั้งสองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ มีห้างซุปเปอร์สโตร์ขนาดกลาง

ถนนสิรินธร (แยกบรมราชชนนี/ตลิ่งชัน ถึง แยกบางพลัด) ทิศตะวันตกมุ่งทิศตะวันออก มีจำนวนช่องจราจร 8 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง มีเกาะกลางตลอดช่วงถนน ลักษณะพื้นที่ทั้งสองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ ที่อยู่อาศัยไม่หนาแน่นมาก ศูนย์การเรียนวิทยาศาสตร์ มหาวิยาลัยราชภัฏสวนดุสิต



รูปที่ 3.2 แสดงรายชื่อช่วงถนนที่ทำการสำรวจความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง

ตารางที่ 3.2 แสดงรายชื่อช่วงถนนที่ทำการสำรวจความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง

ชื่อถนน	ช่วงถนน	ทิศทางสำรวจ	วันสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง
พระราม 4	แยกเกษมราษฎร์ ถึง แยกพระรามที่ 4	มุ่งตะวันตก (ขาเข้า)	21ก.ค. 2553
เพชรบุรี (ตัดใหม่)	แยกพร้อมพงษ์ ถึง แยกอโศก เพชร	มุ่งตะวันตก (ขาเข้า)	21ก.ค. 2553
รัชดาภิเษก	แยกรัชโยธิน ถึง แยกรัชดา ลาดพร้าว	มุ่งทิศใต้	21ก.ค. 2553
เพชรเกษม	แยกท่าพระ ถึง แยกเพชรเกษม/ราชพฤกษ์	มุ่งทิศตะวันออก (ขาเข้า)	22 ก.ค. 2553
วงศ์สว่าง	แยกพิบูลสงคราม ถึง แยกวงศ์สว่าง	มุ่งทิศเหนือ (ขาเข้า)	22 ก.ค. 2553
สิรินธร	แยกบรมราชชนนี/ตลิ่งชัน ถึง แยกบางพลัด	มุ่งทิศตะวันออก (ขาเข้า)	22 ก.ค. 2553

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.4.1 เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

1) แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถ

2) นาฬิกาจับเวลา

3.4.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) โปรแกรม Microsoft Office Excel เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์จับคู่แผ่นป้ายทะเบียนรถ

2) โปรแกรม SPSS for Windows เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สำหรับนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ โดยใช้สมการถดถอย Regression Analysis

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลทะเบียนรถเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางนั้นจำเป็นต้องมีชุดสำรวจจำนวน 2 ชุด ชุดสำรวจชุดแรกจะอยู่บริเวณแยกต้นทางของช่วงถนนเพื่อบันทึกเลขทะเบียนของยวดยานที่ผ่านมา พร้อมเวลาจริงที่ยานพาหนะวิ่งผ่านจุดสำรวจ ในขณะชุดสำรวจชุดที่สอง ยืนบริเวณทางแยกปลายทาง เพื่อสำรวจบันทึกเลขทะเบียนของยวดยานที่ผ่าน ณ บริเวณจุดเริ่มต้นของช่วงถนน พร้อมเวลาที่ยานพาหนะวิ่งผ่านเช่นกัน โดยในการสำรวจแผ่นป้ายทะเบียนรถบนถนนที่มีปริมาณจราจรมาก ผู้สำรวจได้ทำการเลือกสำรวจยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคลที่มีสีเข้ม เช่น สีน้ำเงิน สีแดง สีเหลือง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการจับคู่แผ่นป้ายทะเบียนและชุดสำรวจทั้งสองชุดได้ตั้งเวลานาฬิกาจับเวลาให้ตรงกันก่อนเริ่มดำเนินการ เมื่อสำรวจข้อมูลเสร็จ ก็นำข้อมูลหมายเลขแผ่นป้ายทะเบียนของจุดสำรวจทั้งสองมาดำเนินการจับคู่กัน เพื่อประมาณระยะเวลาที่ยานพาหนะแต่ละคันใช้ในการเดินทางผ่านช่วงถนนดังกล่าว แล้วนำมาใช้ในการคำนวณข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางตามสมการ (3.1) ต่อไป

$$SMS = \frac{n\,L}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \tag{3.1}$$

โดย n คือจำนวนยวดยานที่ผ่าน ณ จุดสำรวจ

L คือระยะทางของช่วงถนนที่ทำการสำรวจ

t_i คือระยะเวลาที่ยวดยาน i ใช้ในการเดินทางผ่านช่วงถนนสำรวจ

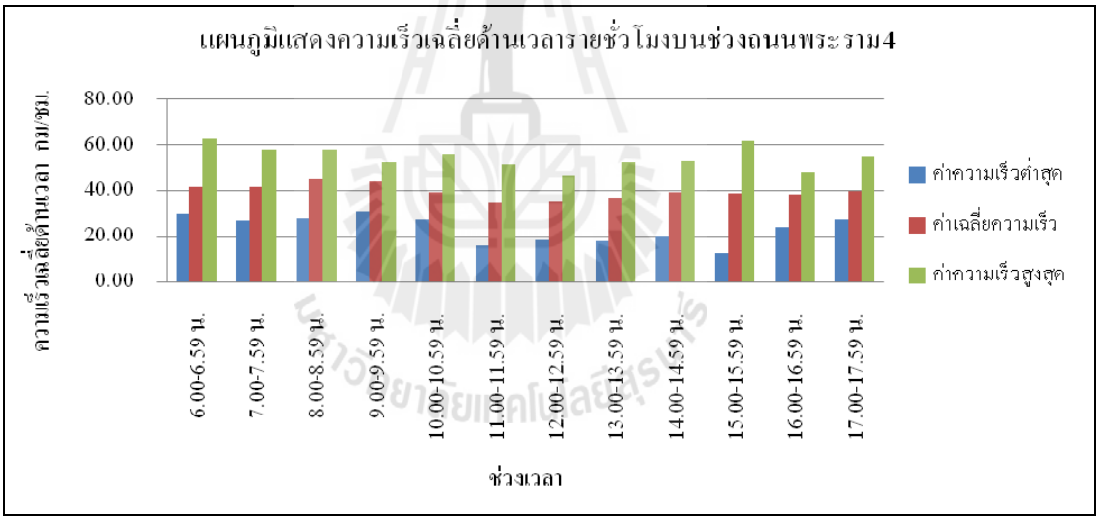
สำหรับข้อมูลที่สงสัยว่าเป็นข้อมูล error ก็จะมีการตัดทิ้งก่อนทำการวิเคราะห์จริง ส่วนข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและข้อมูลอื่น ๆ ได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งได้รับความอนุเคราะห์ จาก สนข. ระหว่างวันที่ 21 ถึง 22 กรกฎาคม 2553

3.5.1 ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา

การสรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาในแต่ละช่วงถนน แสดงดังตารางที่ 3.3 ซึ่งพบว่า ในช่วงเวลาที่สำรวจ 0.00 น. ถึง 23.59 น. โดยได้รับข้อมูลมาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ช่วงถนนที่มีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาสูงที่สุดคือ ช่วงรัชดาภิเษกและช่วงถนนที่มีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด คือ ช่วงถนนเพชรบุรี

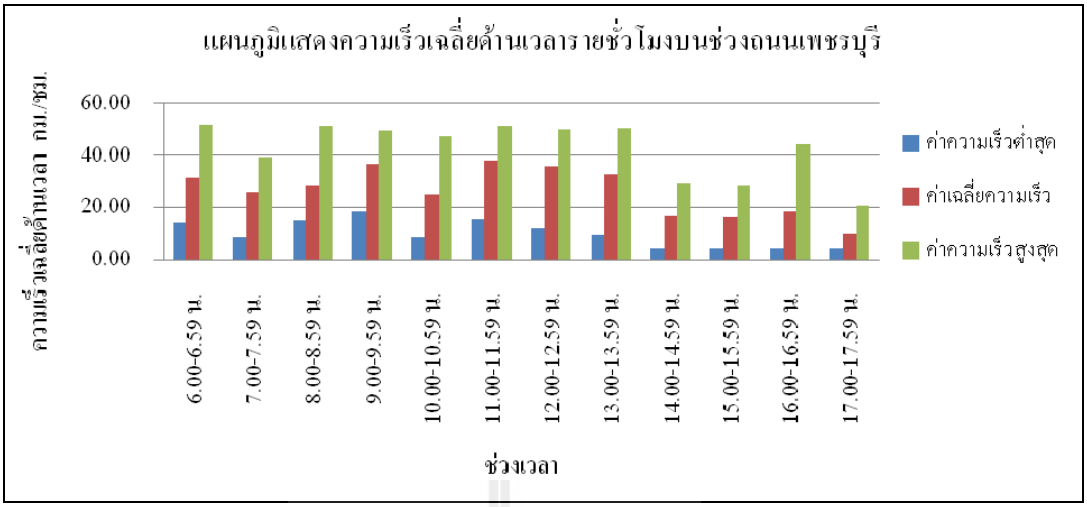
ตารางที่ 3.3 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแต่ละช่วงถนน

ช่วงถนน	วันที่	ช่วงเวลาสำรวจ	จำนวนข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาที่ได้รับ	ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา			
				mean	s.d.	min	max
พระราม 4	21 ก.ค. 2553	0.00-23.59 น.	1,407	39.7	6.5	13.0	66.5
เพชรบุรี	21 ก.ค. 2553	0.00-23.59 น.	1,415	29.7	15.3	5.0	77.0
รัชดาภิเษก	21 ก.ค. 2553	0.00-23.59 น.	1,440	62.1	11.1	32.8	99.4
เพชรเกษม	22 ก.ค. 2553	0.00-23.59 น.	1,414	45.8	14.8	5.0	87.1
วงศ์สว่าง	22 ก.ค. 2553	0.00-23.59 น.	1,437	39.2	23.1	5.0	92.6
สิรินธร	22 ก.ค. 2553	0.00-23.59 น.	1,439	53.5	7.1	34.0	87.0



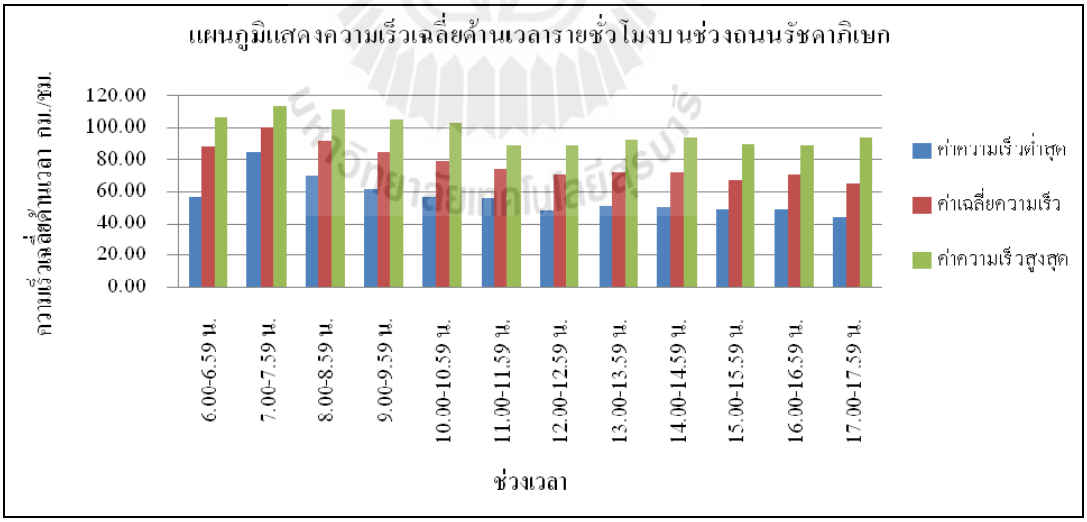
รูปที่ 3.3 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนพระราม 4

ถนนพระราม 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด อยู่ในช่วง 10 ถึง 30 กม./ชม. และ ค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 50 ถึง 60 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วง 11.00 ถึง 16.00 น.



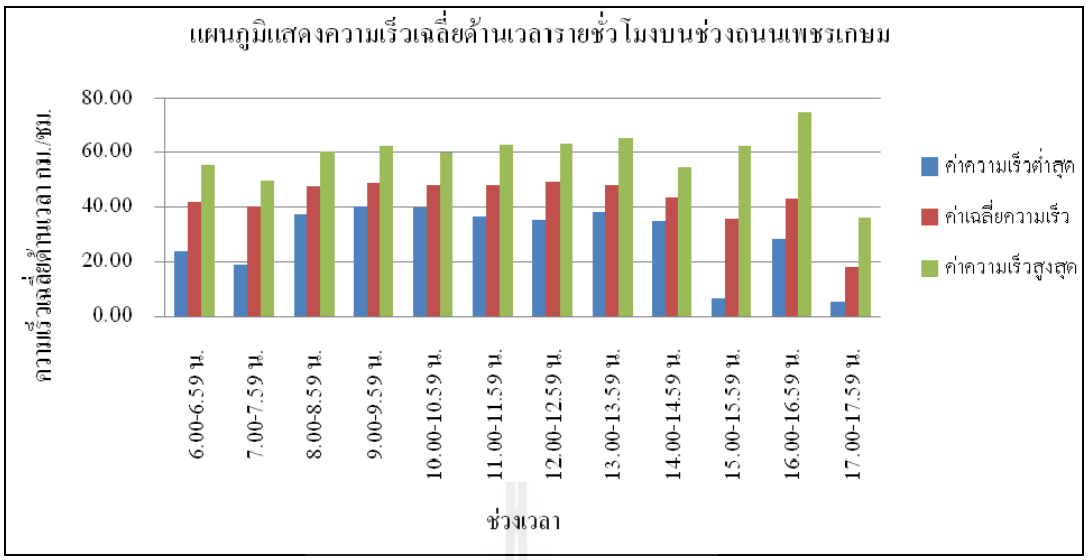
รูปที่ 3.4 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรบุรี

ถนนเพชรบุรีมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 19 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 20 ถึง 50 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และช่วงบ่ายไปจนถึงหกโมงเย็น



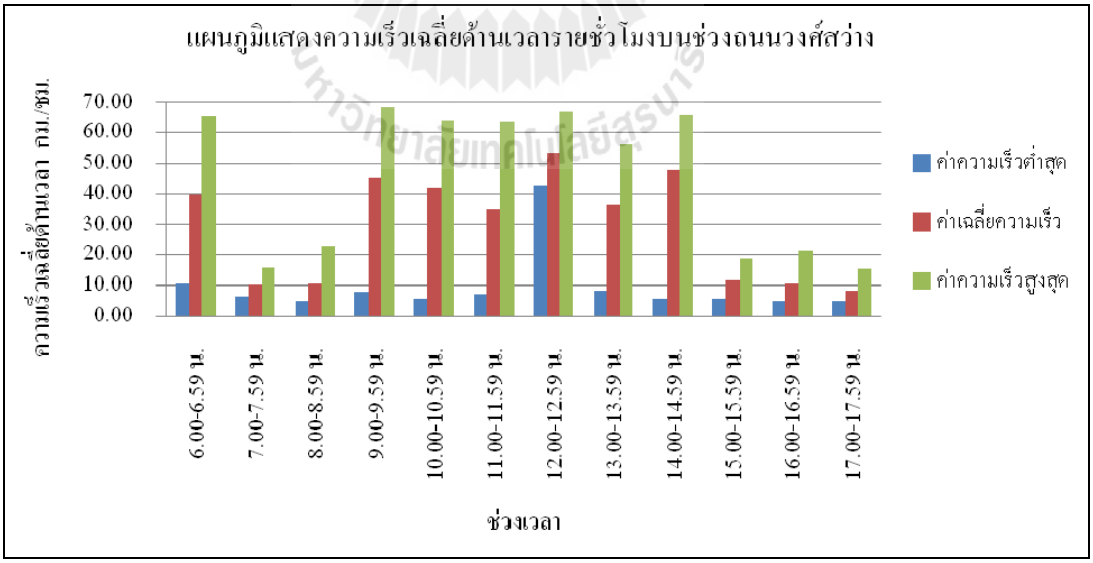
รูปที่ 3.5 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนรัชดาภิเษก

ถนนรัชดาภิเษกมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด อยู่ในช่วง 50 ถึง 85 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 90 ถึง 110 กม./ชม.โดยสภาพการจราจรอยู่ในระดับปานกลาง



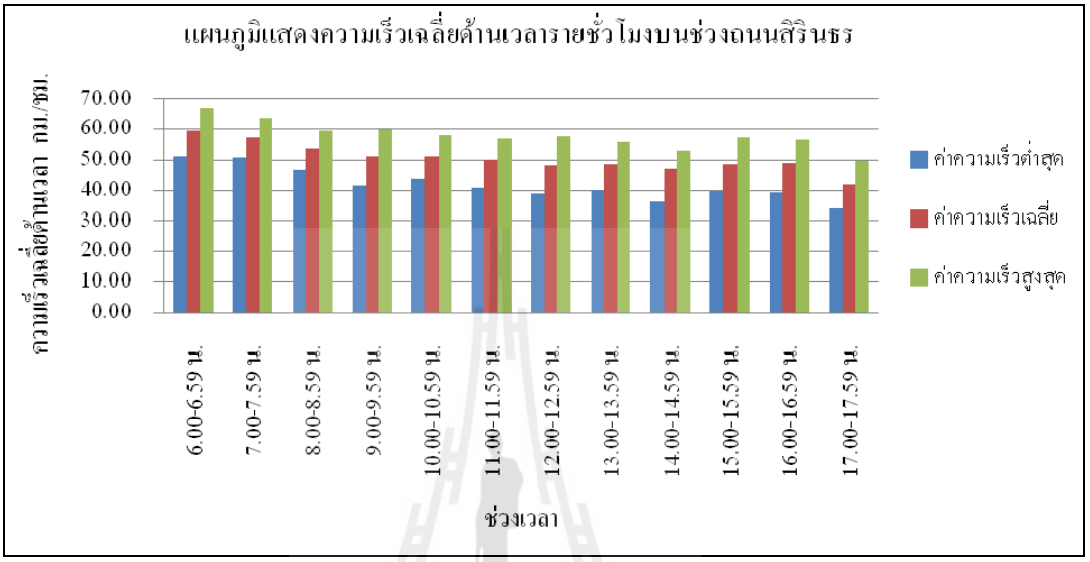
รูปที่ 3.6 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรเกษม

ถนนเพชรเกษมมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 40 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 35 ถึง 75 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 3.7 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนวงศ์สว่าง

ถนนวงศ์สว่างมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 40 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 15 ถึง 68 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเช้า ช่วงก่อนเที่ยง ช่วงหลังเที่ยง และช่วงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 3.8 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านเวลารายชั่วโมงบนช่วงถนนสิรินธร

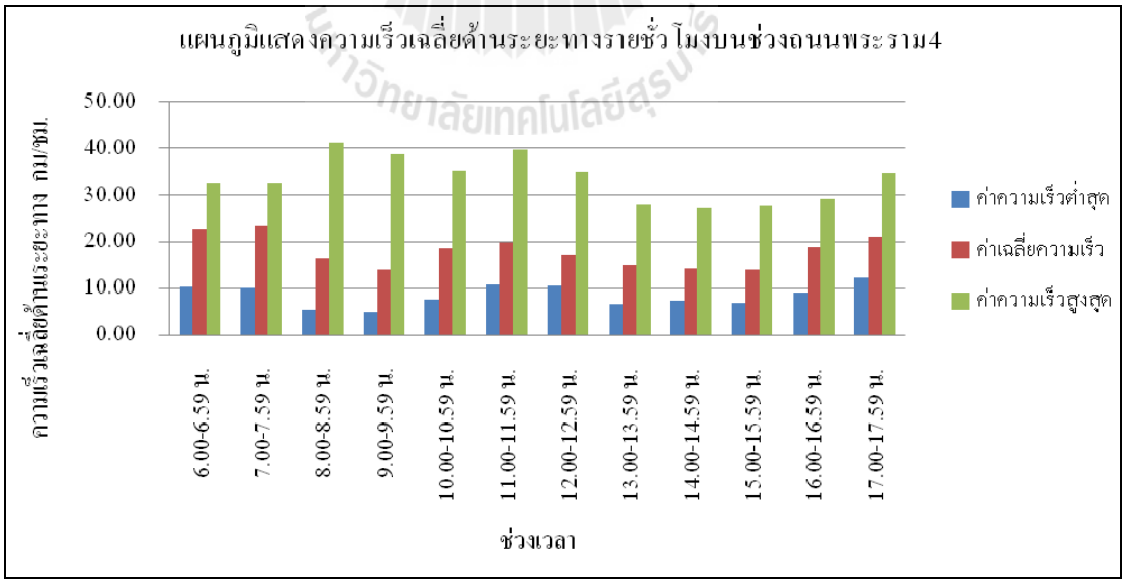
ถนนสิรินธรมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุด อยู่ในช่วง 35 ถึง 50 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 50 ถึง 68 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำช่วงเร่งด่วนเย็น

3.5.2 ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง

การสรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในแต่ละช่วงถนน แสดงดังตารางที่ 3.4 ซึ่งพบว่าในช่วงเวลาที่สำรวจ 6.00 น. ถึง 18.00 น. ช่วงถนนที่มีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาสูงที่สุดคือช่วงรัชดาภิเษกและช่วงถนนที่มีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาต่ำสุดคือช่วงถนนวงศ์สว่าง

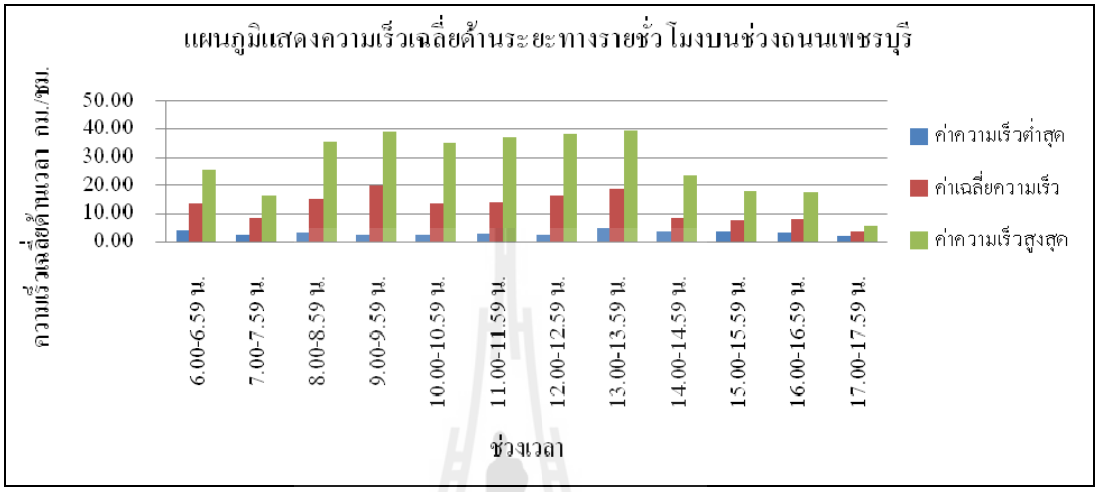
ตารางที่ 3.4 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางแต่ละช่วงถนน

ช่วงถนน	วันที่	ช่วงเวลาสำรวจ	จำนวนข้อมูลความเร็ว เฉลี่ยด้านระยะทางที่ได้รับ	ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง			
				mean	s.d.	min	max
พระราม 4	21 ก.ค. 2553	6.00 น. ถึง 18.00 น.	273	17.4	7.3	5.1	41.3
เพชรบุรี	21 ก.ค. 2553	6.00 น. ถึง 18.00 น.	310	12.3	8.8	2.2	39.4
รัชดาภิเษก	21 ก.ค. 2553	6.00 น. ถึง 18.00 น.	215	30.5	13.8	10.7	63.5
เพชรเกษม	22 ก.ค. 2553	6.00 น. ถึง 18.00 น.	275	26.6	11.5	6.6	53.0
วงศ์สว่าง	22 ก.ค. 2553	6.00 น. ถึง 18.00 น.	163	5.1	3.8	2.6	33.5
สิรินธร	22 ก.ค. 2553	6.00 น. ถึง 18.00 น.	57	32.0	9.0	11.5	56.6



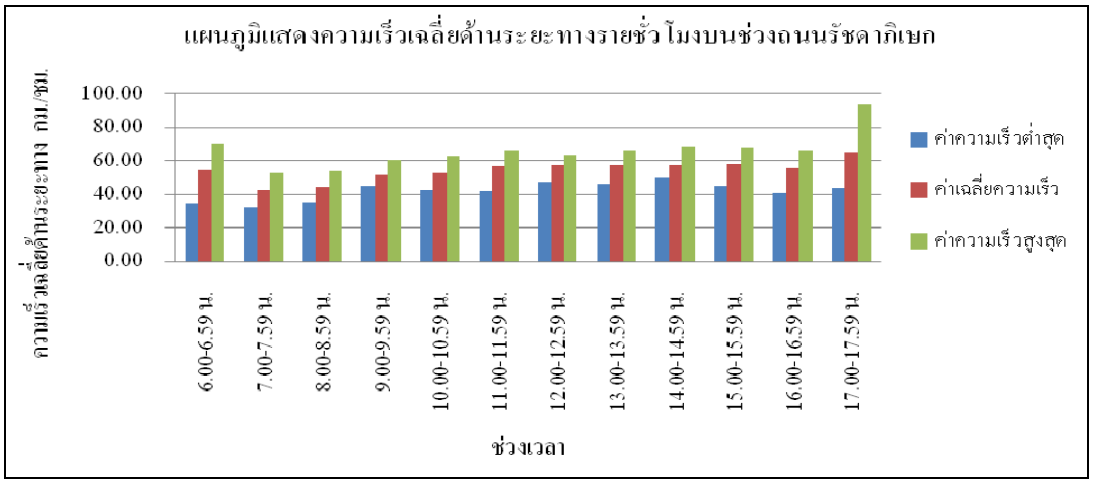
รูปที่ 3.9 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนพระราม 4

ถนนพระราม 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่ำสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 12 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 28 ถึง 42 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และเร่งด่วนเย็น



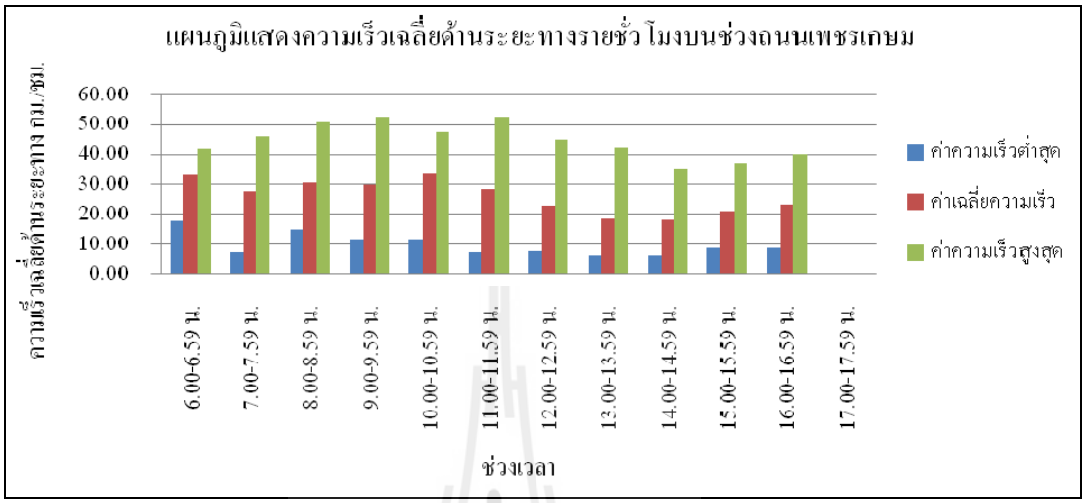
รูปที่ 3.10 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรบุรี

ถนนเพชรบุรีมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่ำสุด อยู่ในช่วง 2 ถึง 4 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 40 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรมีความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเช้า และช่วงบ่ายสองโมงไปจนถึงหกโมงเย็น



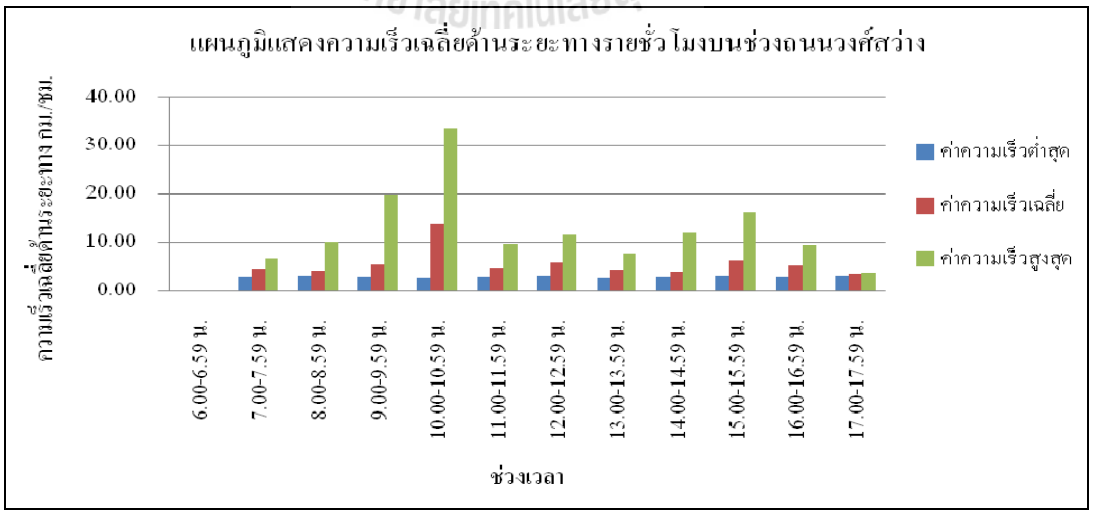
รูปที่ 3.11 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนรัชดาภิเษก

ถนนรัชดาภิเษกมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่ำสุด อยู่ในช่วง 35 ถึง 50 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 50 ถึง 95 กม./ชม. โดยมีสภาพการจราจรปานกลาง



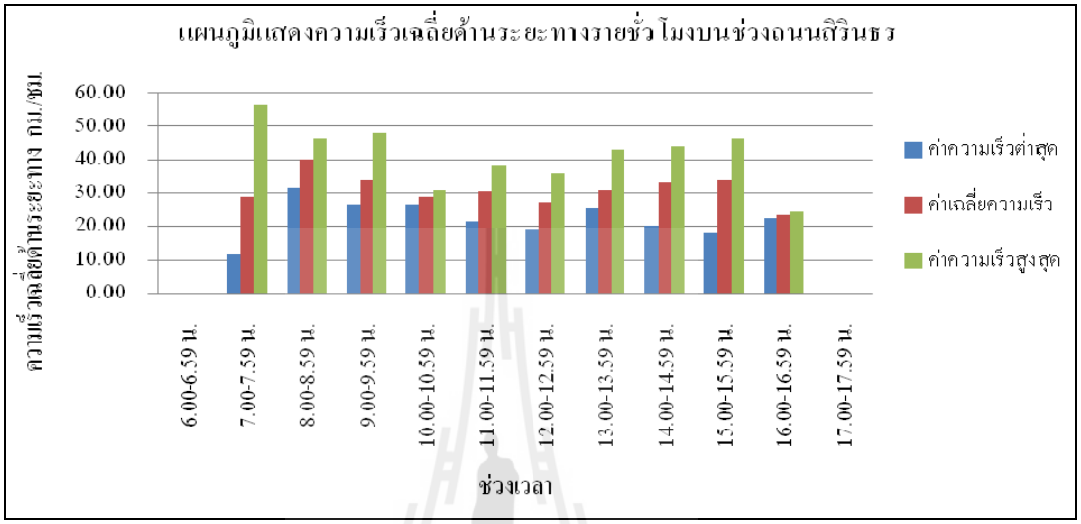
รูปที่ 3.12 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนเพชรเกษม

ถนนเพชรเกษมมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่ำสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 18 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 35 ถึง 52 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเย็น



รูปที่ 3.13 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนวงศ์สว่าง

ถนนวงศ์สว่างมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่ำสุด 5 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 5 ถึง 32 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเช้า ช่วงก่อนเที่ยง ช่วงหลังเที่ยงจนถึงหกโมงเย็น

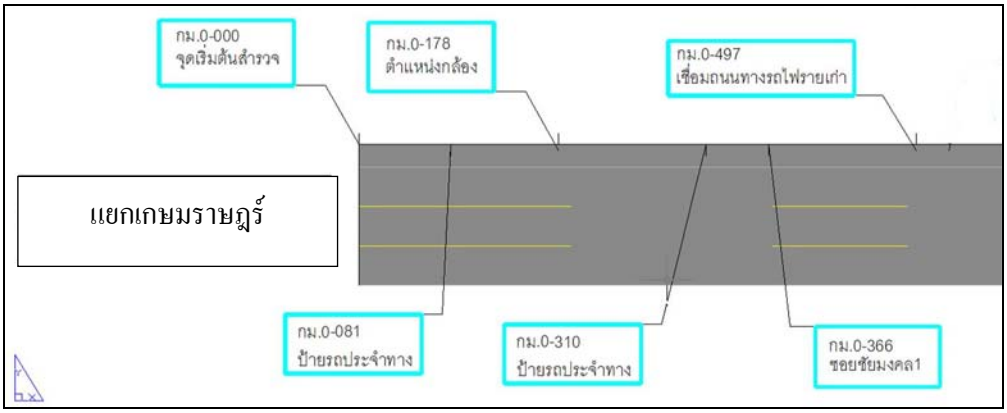


รูปที่ 3.14 แสดงความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางรายชั่วโมงบนช่วงถนนสิรินธร

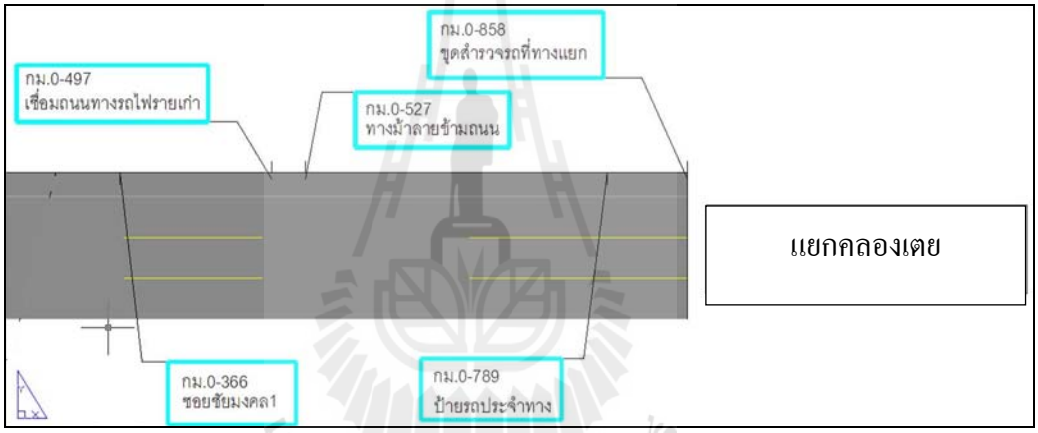
ถนนสิรินธรมีค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่ำสุด อยู่ในช่วง 10 ถึง 30 กม./ชม. และค่าความเร็วสูงสุด อยู่ในช่วง 50 ถึง 68 กม./ชม. โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำช่วงเร่งด่วนเย็น (ช่วงเวลา 6.00 ถึง 6.59 น. และ 17.00 ถึง 17.59 น. ไม่มีข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง)

3.5.3 ข้อมูลลักษณะกายภาพของถนน

นอกจากนี้แล้วได้ทำการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพในแต่ละช่วงถนน เช่น จำนวนเลน จำนวนที่กลับรถ จำนวนป้ายรถเมล์ ระยะทางช่วงถนน เป็นต้น แสดงในรูปที่ 3.16 ถึง 3.21 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอีกด้วย

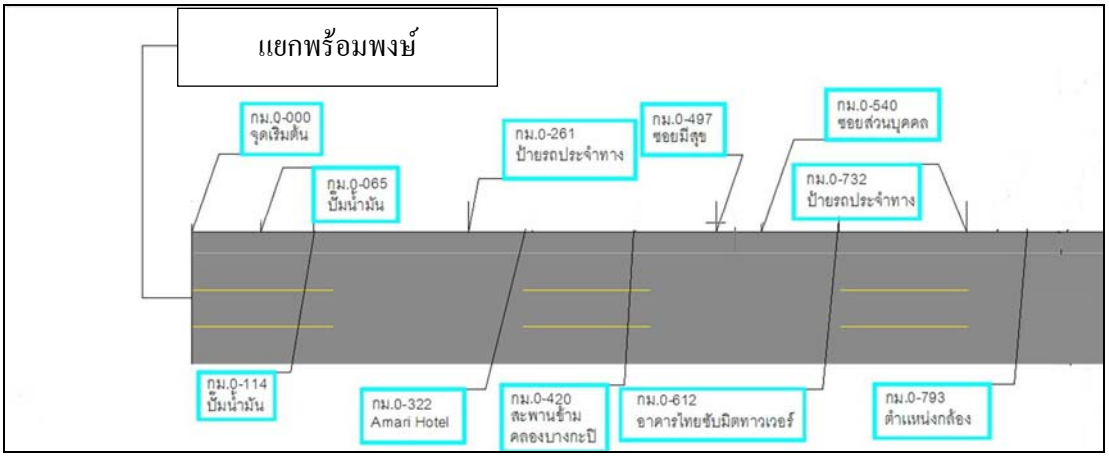


รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนพระราม 4

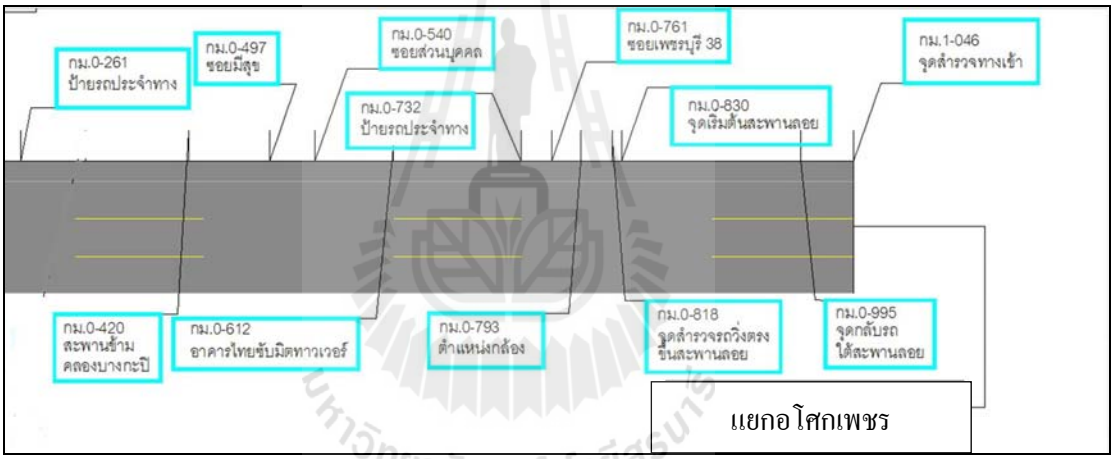


รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนพระราม 4

จากรูปที่ 3.15 ถึง 3.16 แสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพของช่วงถนนพระราม 4 ทิศทาง มุ่งตะวันตกโดยทางแยกต้นทางที่ทำการสำรวจคือแยกเกษมราษฎร์ มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวม 2 ทิศทาง ลักษณะพื้นที่ 2 ข้างทางเป็นย่านการค้ามีอาคารพาณิชย์ต่าง ๆ ติดตั้งกล้องอิมเมจ โพรเซสซิ่งที่ระยะ 0.179 กิโลเมตร นับจากทางแยกต้นทาง มีตลาดคลองเตยเป็นตลาดขนาดใหญ่ใกล้ ๆ กับทางแยกพระราม 4 ซึ่งเป็นทางแยกปลายทาง รวมระยะทางช่วงถนน 0.858 กิโลเมตร

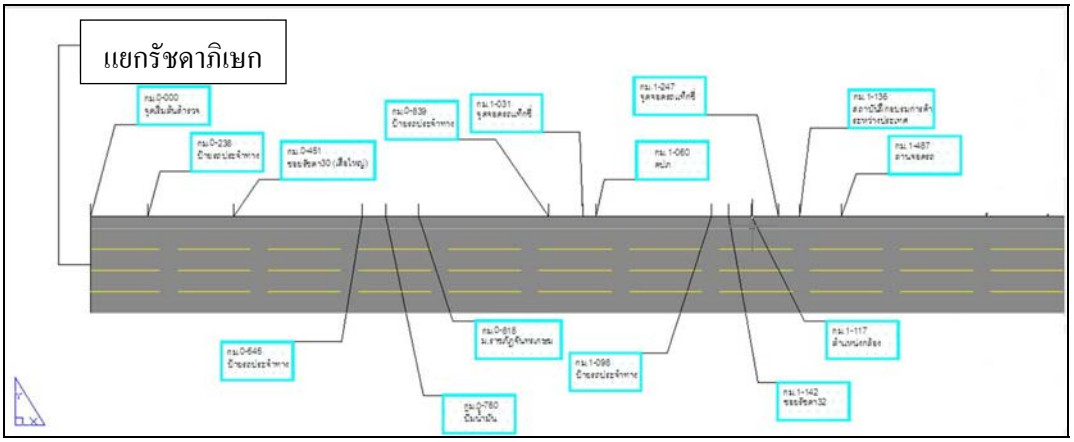


รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนเพชรบุรี

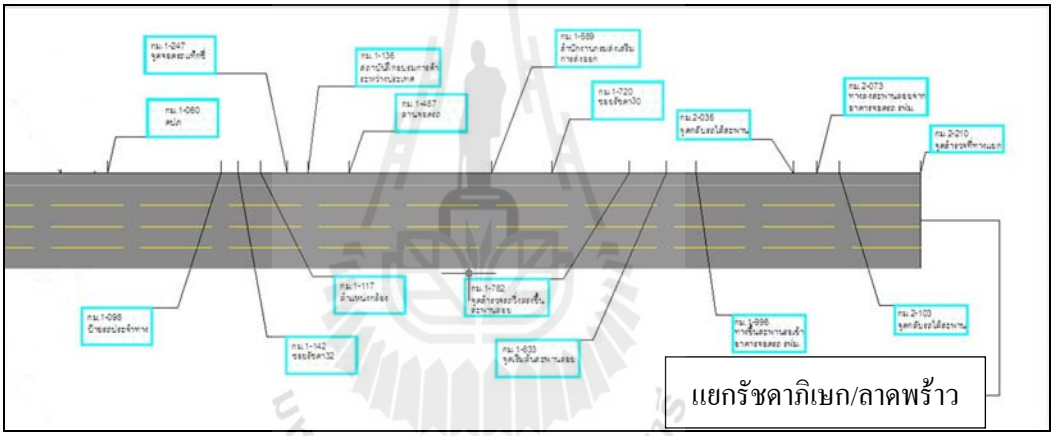


รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนเพชรบุรี

จากรูปที่ 3.17 ถึง 3.18 แสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพช่วงถนนเพชรบุรี ทางแยกต้นทางที่ทำการสำรวจคือแยกพร้อมพงษ์ ทิศทางมุ่งทิศตะวันตก มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง ลักษณะพื้นที่สองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ทั้งสองด้านมีซอยเข้าสู่สถานศึกษา ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ระยะ 0.793 กิโลเมตร นับจากทางแยกต้นทางและมีทางแยกอโศกเพชรเป็นทางแยกปลายทาง รวมระยะทางช่วงถนน 1.047 กิโลเมตร

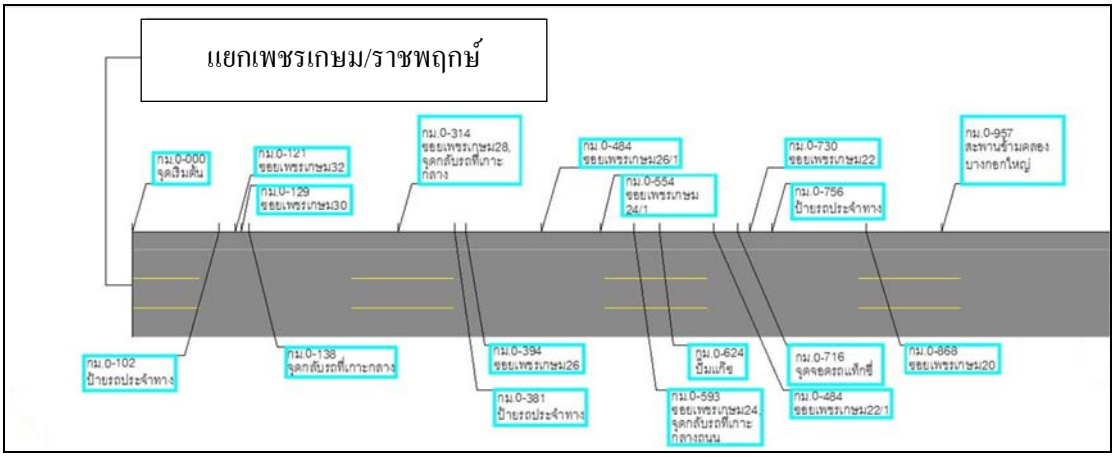


รูปที่ 3.19 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนรัชดาภิเษก

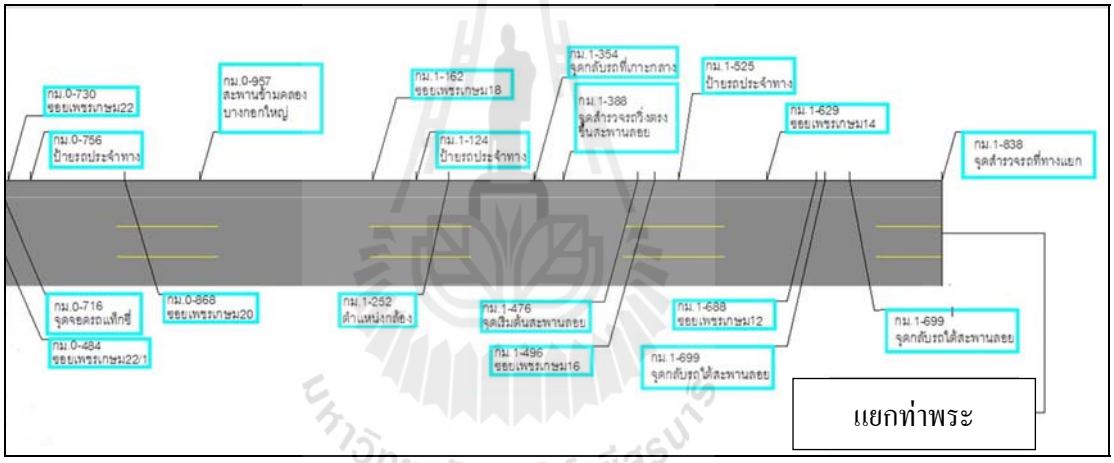


รูปที่ 3.20 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนรัชดาภิเษก

จากรูปที่ 3.19 ถึง 3.20 แสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพช่วงถนนรัชดาภิเษก ทางแยกต้นทาง ที่ทำการสำรวจคือทางแยกรัชดาภิเษก ทิศทางมุ่งทิศใต้ มีจำนวนช่องจราจร 8 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง ลักษณะพื้นที่ทั้งสองข้างทางเป็นสถานที่ราชการและอาคารพาณิชย์ มีมหาวิทยาลัย กรมส่งเสริมการส่งออก ศูนย์แสดงสินค้า สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย ศาลอาญา ศาลอุธรณ์ ศาลแขวง สำนักงานศาลยุติธรรม สำนักงานอัยการสูงสุด อาคารจอดแล้วจรของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และโชว์รูมรถยนต์ ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ระยะ 1.142 กิโลเมตร นับจากทางแยกต้นทาง และมีทางแยกรัชดา/ลาดพร้าวเป็นทางแยกปลายทาง รวมระยะทางช่วงถนน 2.21 กิโลเมตร

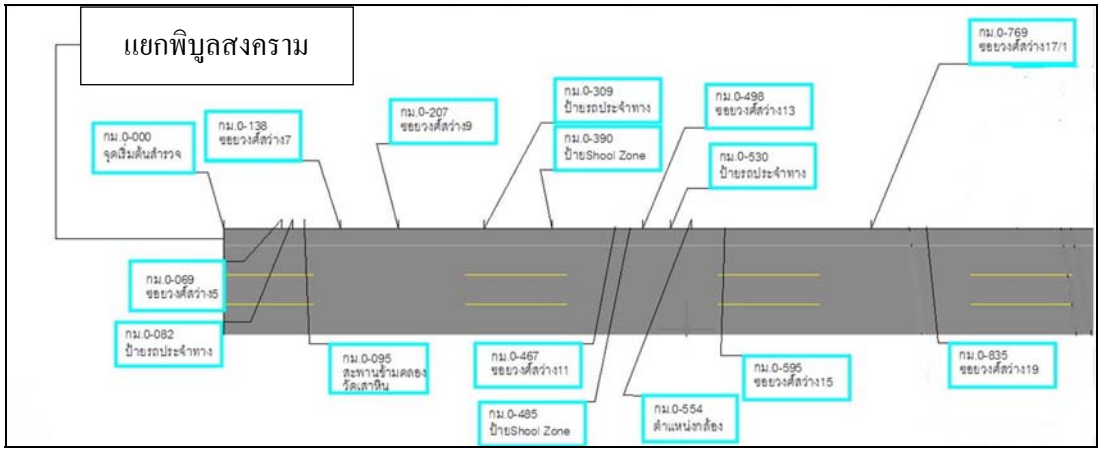


รูปที่ 3.21 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนเพชรเกษม

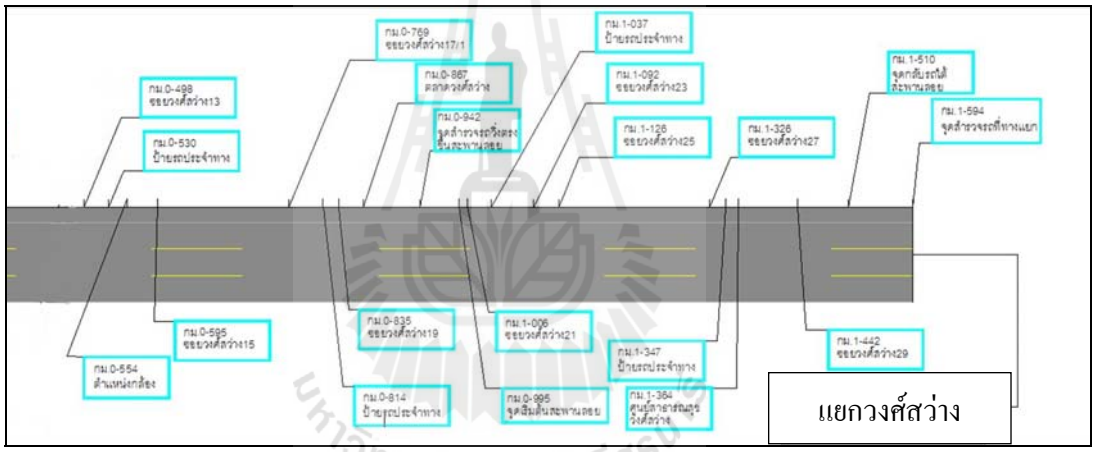


รูปที่ 3.22 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนเพชรเกษม

จากรูปที่ 3.21 ถึง 3.22 แสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพช่วงถนนเพชรเกษม ทางแยกต้นทางที่ทำการสำรวจคือทางแยกท่าพระ ทิศทางมุ่งทิศตะวันออก มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง ลักษณะสองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ มีซอยจำนวนมาก แต่มีรถเข้าออกไม่มากนัก มีสำนักงานใหญ่ ตึกแถว ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ระยะ 1.252 กิโลเมตร นับจากทางแยก ต้นทาง และมีทางแยกราชพฤกษ์ เป็นทางแยกปลายทาง รวมระยะทางช่วงถนน 1.838 กิโลเมตร

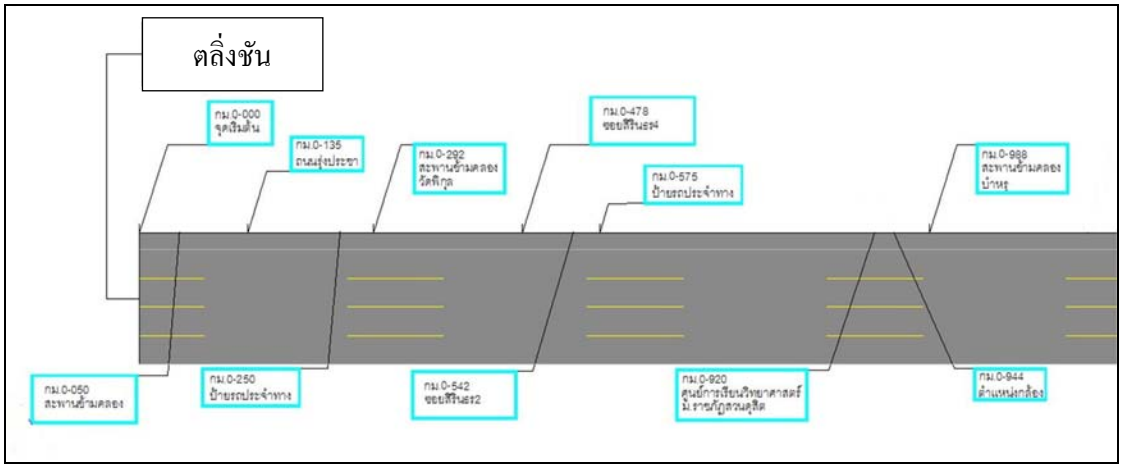


รูปที่ 3.23 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนวงศ์สว่าง

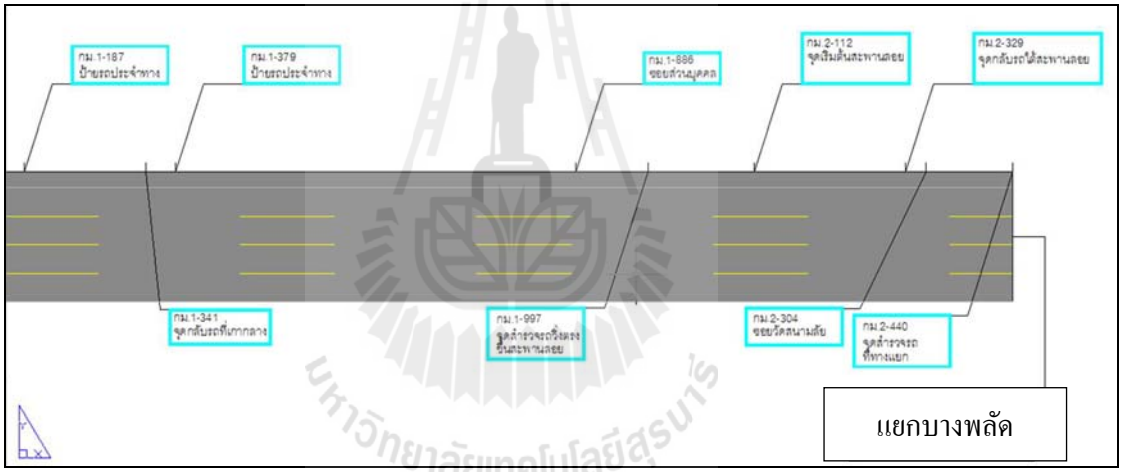


รูปที่ 3.24 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนวงศ์สว่าง

จากรูปที่ 3.23 ถึง 3.24 แสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพช่วงถนนวงศ์สว่าง ทางแยกต้นทาง ที่ทำการสำรวจคือทางแยกพิบูลสงคราม ทิศทางมุ่งทิศเหนือ มีจำนวนช่องจราจร 6 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง ลักษณะสองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ มีห้างซุปเปอร์สโตร์ ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ระยะ 0.554 กิโลเมตร นับจากทางแยกต้นทาง และมีทางแยกวงศ์สว่างเป็นทางแยกปลายทาง รวมระยะทางช่วงถนน 1.594 กิโลเมตร



รูปที่ 3.25 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณต้นทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนสิรินธร



รูปที่ 3.26 แสดงลักษณะทางกายภาพบริเวณปลายทางที่ทำการสำรวจบนช่วงถนนสิรินธร

จากรูปที่ 3.25 ถึง 3.26 แสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพช่วงถนนสิรินธร ทางแยกต้นทางที่ทำการสำรวจคือทางแยกบรมราชชนนี/ตลิ่งชัน ทิศทางมุ่งทิศตะวันออก มีจำนวนช่องจราจร 8 ช่องจราจรรวมทั้ง 2 ทิศทาง ลักษณะสองข้างทางเป็นอาคารพาณิชย์ มีที่อยู่อาศัยไม่หนาแน่นมาก มีศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ระยะ 0.945 กิโลเมตร นับจากทางแยกต้นทาง และมีทางแยกบางพลัด เป็นทางแยกปลายทาง รวมระยะทางช่วงถนน 2.440 กิโลเมตร

จากการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพในแต่ละช่วงถนน ได้ทำการสรุปข้อมูลทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 สรุปข้อมูลลักษณะทางกายภาพแต่ละช่วงถนน

ช่วงถนน	ความยาวช่วงถนน (กม.)	จำนวนช่องทาง	จำนวนจุดกลับรถ	จำนวนซอย	ระยะติดตั้งกล้องจากทางแยกต้นทาง (กม.)	จำนวนป้ายรถเมล์	จอดรถข้างถนน	จุดจอดรถแท็กซี่
พระราม 4	0.858	3	0	2	0.18	2	ไม่มี	ไม่มี
เพชรบุรี	1.046	3	1	1	0.79	2	ไม่มี	ไม่มี
รัชดาภิเษก	2.210	4	0	3	1.15	4	มี	มี
เพชรเกษม	1.838	3	5	11	1.25	5	ไม่มี	มี
วงศ์สว่าง	1.594	3	1	12	0.56	6	มี	ไม่มี
สิรินธร	2.440	4	2	2	0.95	6	ไม่มี	ไม่มี

3.6 การถอดข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การถอดข้อมูลภาคสนามและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลามีขั้นตอนดังนี้

1) เมื่อได้ข้อมูลภาคสนามจากการบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนรถแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการจับคู่ทะเบียนรถเพื่อประมาณเวลาการเดินทางของยานพาหนะในแต่ละช่วงถนน จากนั้นวิเคราะห์เพื่อหาความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจากสมการที่ (2.2)

2) ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและข้อมูลจราจรตัวอื่น ๆ เช่น Average flow rate, Average time occupancy, density เป็นต้น เป็นข้อมูลที่ได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ติดตั้งบนถนนสายหลักที่ทำการศึกษา โดยข้อมูลวันเดียวกันกับที่สำรวจภาคสนาม

3) หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ด้วยสมการ Regression Analysis จากโปรแกรม SPSS for Windows

จากการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ โดยใช้ Regression Analysis ในการวิเคราะห์ ได้สรุปข้อมูลตัวแปรแต่ละตัว ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 สรุปข้อมูลตัวแปรแต่ละตัวที่ใช้ทำการวิเคราะห์

ตัวแปร	เครื่องหมายที่ควรจะเป็น	คำอธิบาย
ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (TMS)	+	ค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเพิ่มมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมากขึ้น
อัตราการไหลเฉลี่ย (A_FlOW_R)	-	ค่าอัตราการไหลเฉลี่ยมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อยลง
ปริมาณจราจร (VOLUME)	-	ปริมาณจราจรมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อยลง
ร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจ (A_T_OCCP)	-	เวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อยลง
จำนวนจุดกลับรถ (N_U_TURNS)	-	จำนวนจุดกลับรถมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อยลง
จำนวนช่องจราจร(N_LANE)	+	จำนวนช่องจราจรมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมากขึ้น
ความสามารถในการจอดรถข้างถนน (PARKING)	-	ข้างถนนสามารถจอดรถได้ค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อย
จุดจอดรถแท็กซี่บนช่วงถนน (TAXI)	-	บนช่วงถนนมีจุดจอดรถแท็กซี่มากค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อย
จำนวนซอย (N_ซอย)	-	จำนวนซอยบนช่วงถนนมากค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อย
จำนวนป้ายรถเมย์ (N_BUS)	-	จำนวนป้ายรถเมย์มากค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางน้อย
ระยะทางช่วงถนน (Distant_Road)	+	ระยะทางช่วงถนนมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมากขึ้น
สัดส่วนระยะติดตั้งกล้องต่อระยะช่วงถนน (Dis_C/Dis_R)	-	ระยะติดตั้งกล้องน้อยค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาก
ความหนาแน่น (DENSITY)	-	ความหนาแน่นมากขึ้นค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางควรจะลดลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยใช้ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจากการเก็บข้อมูลภาคสนามและข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโปรเซสซิ่งนำมาหาความสัมพันธ์จากสมการ Regression Analysis ซึ่งการวิเคราะห์ได้แบ่งเป็น วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร วิเคราะห์แต่ละช่วงถนน วิเคราะห์ตามความยาวช่วงถนนและวิเคราะห์ตามสภาพจราจรจร

ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for window ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ดังนี้

1) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ
2) ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนจะต้องเท่ากับศูนย์
3) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่
4) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระกัน
5) ตัวแปรอิสระต้องเป็นอิสระกัน

โดยการวิเคราะห์ได้เป็นไปตามเงื่อนไขทุกข้อและได้แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร

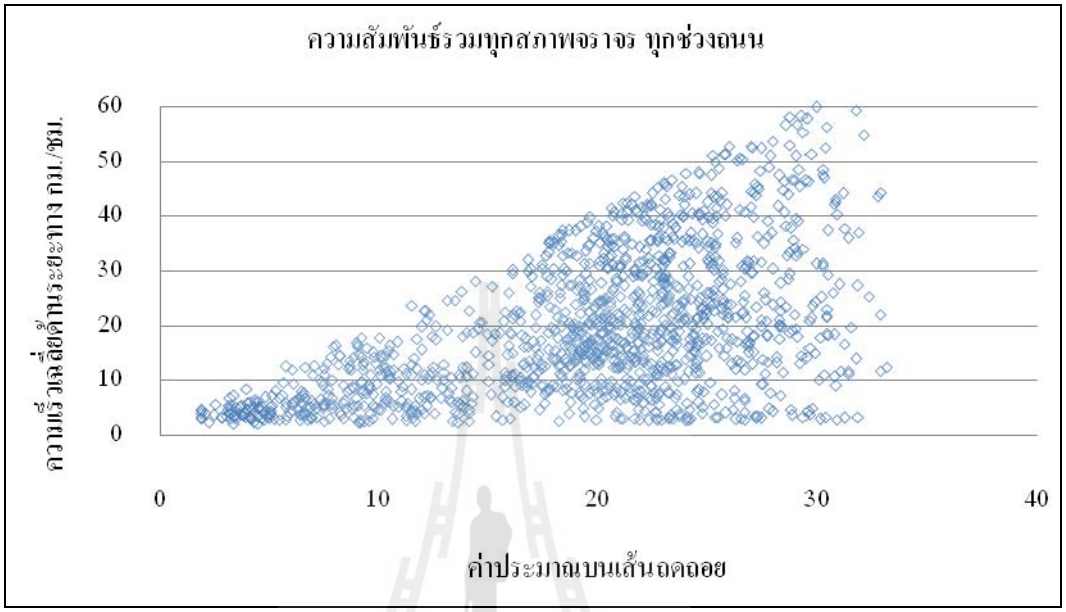
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ในสภาพจราจรหนาแน่น แสดงดังรูปที่ 4.1โดยความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอยู่ระหว่าง 2 ถึง 60 กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอยู่ระหว่าง 5 ถึง 60 กม./ชม.เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลามาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น จะได้สมการดังสมการที่ 4.1

$$SMS = 0.634 + 0.505TMS \quad R^2 = 0.305 \quad Adjusted\ R^2 = 0.304 \tag{4.1}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่า $R^2 = 0.305$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.304$ และค่า error ของสมการ = 79.17 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนน

และเมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงพหุ จะได้สมการดังสมการที่ 4.2

$$SMS = -2.698 + 0.257TMS + 24.917Dis\_r - 4.830N\_bus - 6.085Dc\_Dr - 5.134Parking - 0.003A\_Flow\_r \qquad R^2 = 0.422 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.459 \tag{4.2}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม/ชม)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม/ชม)

Dis_r = (+) ความยาวช่วงถนน (กม.)

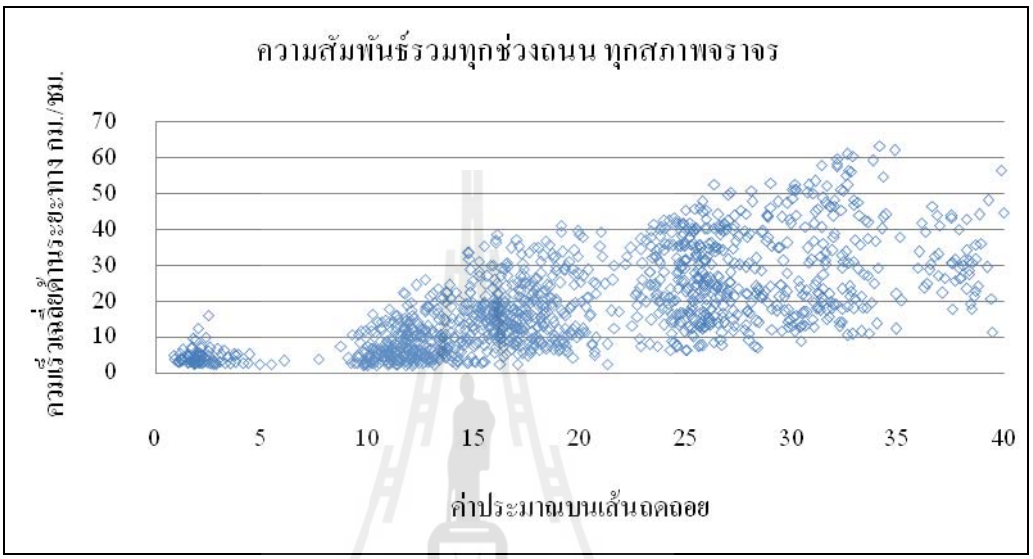
N_bus = (-) จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนน

Dc_Dr = (-) สัดส่วนระยะติดตั้งกล้องต่อความยาวช่วงถนน

Parking = (-) การอนุญาตจอดรถริมถนน

A_flow_r = (-) อัตราการไหลเฉลี่ย (คัน/ชม.)

จากสมการที่ 4.2 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรรวม คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ความยาวช่วงถนน จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนน สัดส่วนระยะติดตั้งกล้องต่อความยาวช่วงถนน การอนุญาตจอดรถริมถนนและอัตราการไหลเฉลี่ย โดยที่ค่า R^2 = 0.461 ค่า Adjusted R^2 = 0.459 และค่า error ของสมการ = 63.87 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนน

4.2 วิเคราะห์รายช่วงถนน

การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายช่วงถนน จำนวน 6 ช่วงถนน มีดังนี้

4.2.1 ถนนพระราม4 (ช่วงแยกเกษมราษฎร์ ถึง แยกคลองเตย)

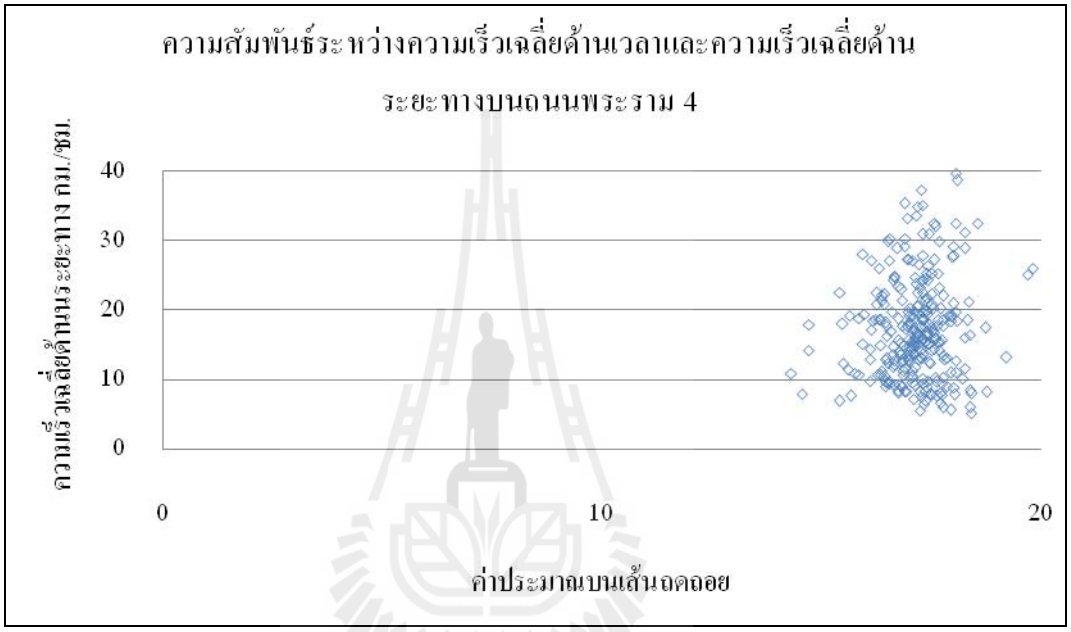
ถนนพระราม 4 จะมีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแปรผันอยู่ในช่วง 20 ถึง 50 กม./ชม. เป็นส่วนใหญ่ สำหรับข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเป็นข้อมูลที่สำรวจระหว่างช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. พบว่า ในวันที่สำรวจ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนพระราม 4 โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความเร็วระหว่าง 5 ถึง 30 กม./ชม.เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 12.389 + 0.125TMS \qquad R^2 = 0.011 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.008 \tag{4.3}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.3 แสดงสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่า $R^2 = 0.011$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.008$ และค่า error ของสมการ = 40.35 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนพระราม 4

4.2.2 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ช่วงแยกพร้อมพงษ์ ถึง แยกอโศกเพชร)

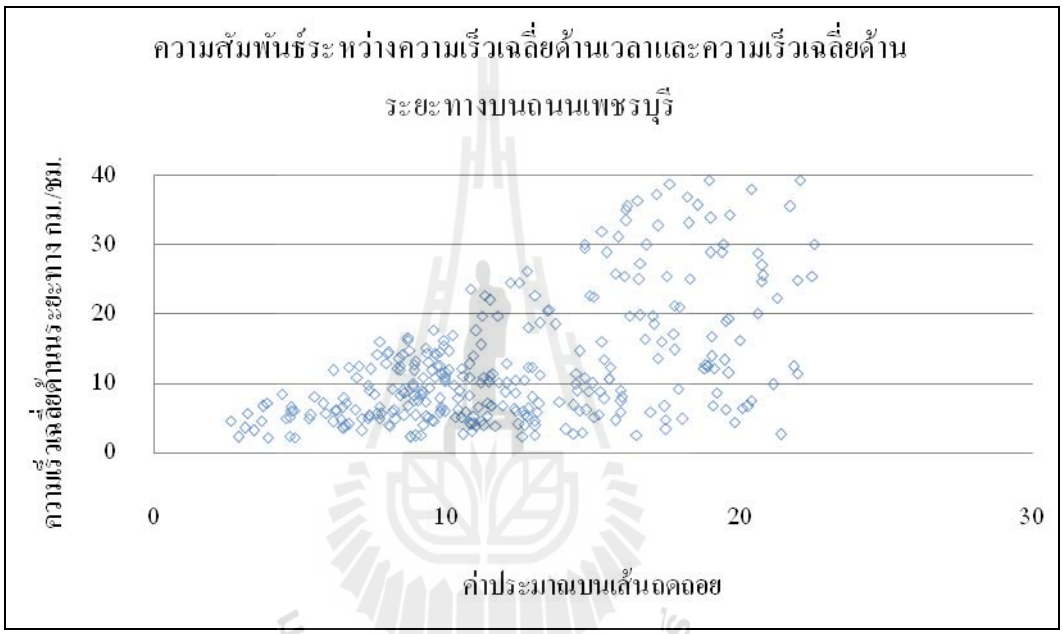
ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ จะมีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแปรผันอยู่ในช่วง 5 ถึง 60 กม./ชม.เป็นส่วนใหญ่ โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และช่วงบ่ายไปจนถึง 3 ถึง 4 ทุ่ม สำหรับข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจะเป็นข้อมูลที่สำรวจระหว่างช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. พบว่า ในวันที่สำรวจ ความเร็วแบบเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนเพชรบุรีตัดใหม่โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความเร็วระหว่าง 2 ถึง 40 กม./ชม. เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา และความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 0.467 + 0.434TMS \qquad R^2 = 0.290 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.288 \tag{4.4}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.290$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.288$ และค่า error ของสมการ = 68.85 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนเพชรบุรี

4.2.3 ถนนรัชดาภิเษก (ช่วงแยกรัชโยธิน ถึง แยกรัชดา ลาดพร้าว)

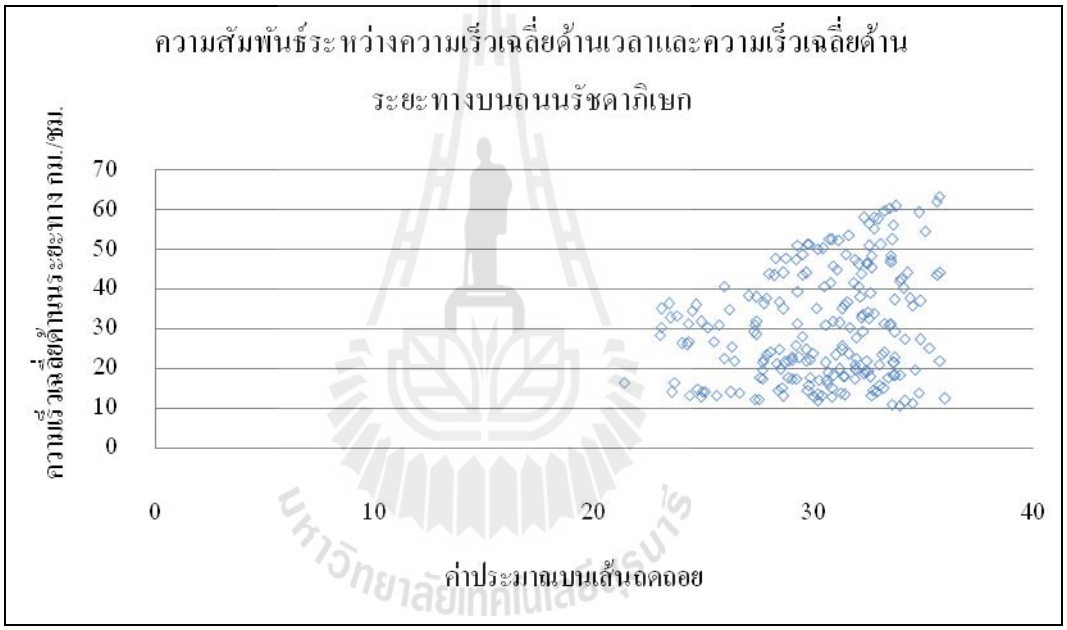
ถนนรัชดาภิเษก จะมีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแปรผันอยู่ในช่วง 30 ถึง 90 กม./ชม. เป็นส่วนใหญ่ โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และความเร็วจราจรปานกลางช่วงสายไปจนถึง 3ถึง4 ทุ่ม สำหรับข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเป็นข้อมูลที่สำรวจระหว่างช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. พบว่า ในวันที่สำรวจ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนรัชดาภิเษก โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความเร็วระหว่าง 10 ถึง 60 กม./ชม. เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอยจะได้สมการดังนี้

$$SMS = 7.250 + 0.433TMS \qquad R^2 = 0.055 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.051 \tag{4.5}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.055$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.0051$ และค่า error ของสมการ = 47.90 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนรัชดาภิเษก

4.2.4 ถนนเพชรเกษม (ช่วงแยกท่าพระ ถึง แยกเพชรเกษม ราชพฤกษ์)

ถนนเพชรเกษม จะมีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแปรผันอยู่ในช่วง 5 ถึง 75 กม./ชม. เป็นส่วนใหญ่ โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำในช่วงเร่งด่วนเช้า และความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเย็น สำหรับข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเป็นข้อมูลที่สำรวจระหว่างช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. พบว่า ในวันที่สำรวจ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนเพชร

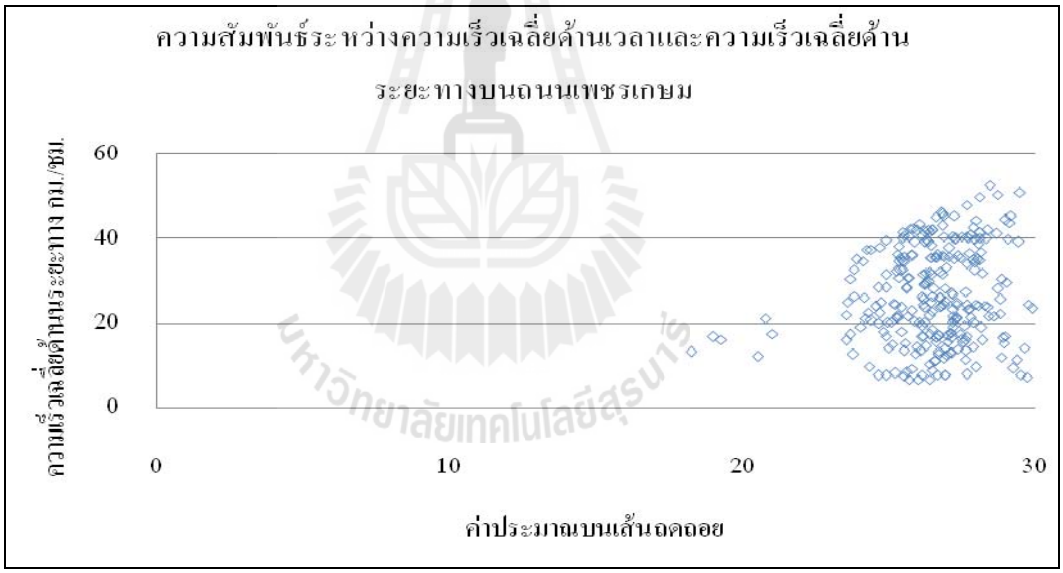
เกษมโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความเร็วระหว่าง 5 ถึง 45 กม./ชม. เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 13.701 + 0.278TMS \qquad R^2 = 0.025 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.022 \tag{4.6}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.025$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.022$ และค่า error ของสมการ = 52.49 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนเพชรเกษม

4.2.5 ถนนวงศ์สว่าง (ช่วงแยกพิบูลสงคราม ถึง แยกวงศ์สว่าง)

ถนนวงศ์สว่าง จะมีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแปรผันอยู่ในช่วง 5 ถึง 80 กม./ชม. เป็นส่วนใหญ่ โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำมากในช่วงเร่งด่วนเช้า ช่วงก่อนเที่ยง ช่วงหลังเที่ยง และช่วงเร่งด่วนเย็นจนถึง 2 ทุ่มโดยประมาณ สำหรับข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจะเป็น

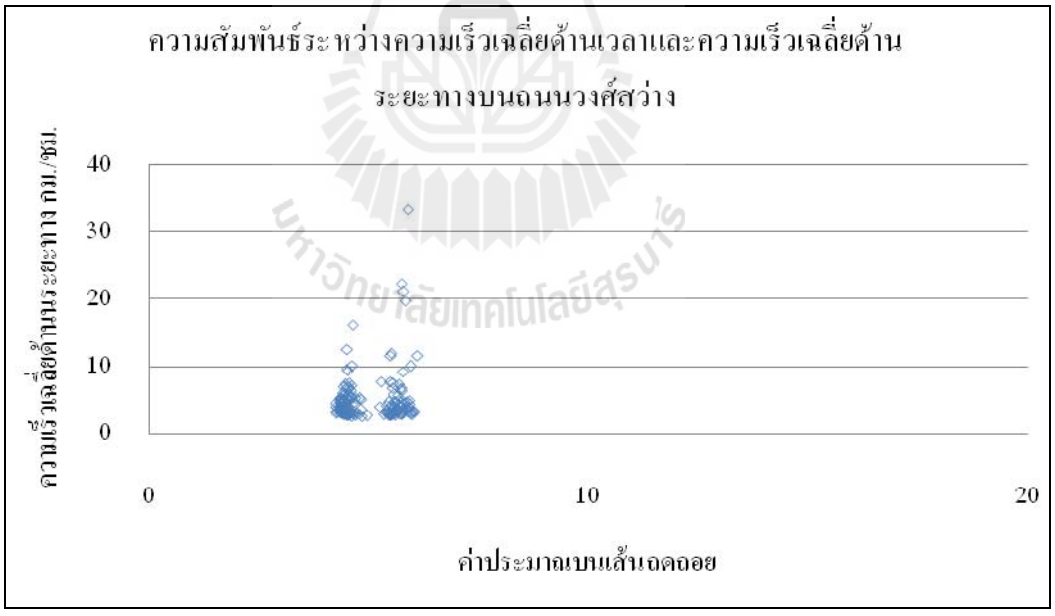
ข้อมูลที่สำรวจระหว่างช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. พบว่า ในวันที่สำรวจ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนวงศ์สว่างโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความเร็วระหว่าง 5 ถึง 10 กม./ชม. เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 4.125 + 0.034TMS \qquad R^2 = 0.031 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.025 \tag{4.7}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.031$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.025$ และค่า error ของสมการ = 42.14 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนวงศ์สว่าง

4.2.6 ถนนสิรินธร (ช่วงแยกบรมราชชนนี ตลิ่งชัน ถึง แยกบางพลัด)

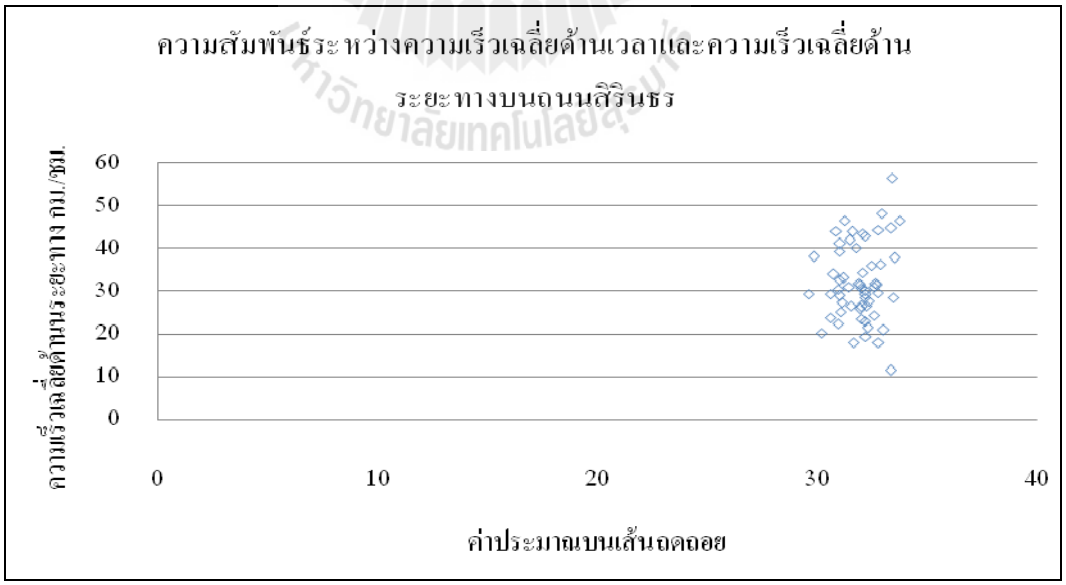
บนถนนสิรินธร จะมีความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาแปรผันอยู่ในช่วง 40 ถึง 70 กม./ชม. เป็นส่วนใหญ่ โดยสภาพการจราจรจะมีความเร็วจราจรต่ำช่วงเร่งด่วนเย็น สำหรับข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางจะเป็นข้อมูลที่สำรวจระหว่างช่วงเวลา 6.00 น. ถึง 18.00 น. พบว่าในวันที่สำรวจความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนสิรินธร โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความเร็วระหว่าง 20 ถึง 45 กม./ชม.เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอยจะได้สมการดังนี้

$$SMS = 21.26 + 0.21TMS \qquad R^2 = 0.011 \qquad Adjusted\ R^2 = -0.007 \tag{4.8}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

จากสมการที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า R^2 = 0.011 ค่า Adjusted R^2 = -0.007 และค่า error ของสมการ = 25.20 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสิรินธร

4.3 วิเคราะห์ตามความยาวช่วงถนน

ในการวิเคราะห์นี้ได้แบ่งช่วงถนนสำรวจ 6 ช่วงถนน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความยาวช่วงถนนระหว่าง 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร ได้แก่ ช่วงถนนพระราม 4 และช่วงถนนเพชรบุรี และกลุ่มที่มีความยาวช่วงถนนระหว่าง 1.5 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร ได้แก่ ช่วงถนนรัชดาภิเษก ช่วงถนนเพชรเกษม ช่วงถนนวงศ์สว่าง และช่วงถนนสิรินธร ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลความเร็วของทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ ดังนี้

4.3.1 ความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร แสดงดังรูปที่ 4.9 โดยความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอยู่ระหว่าง 5 ถึง 40 กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอยู่ระหว่าง 5 ถึง 60 กม./ชม.เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

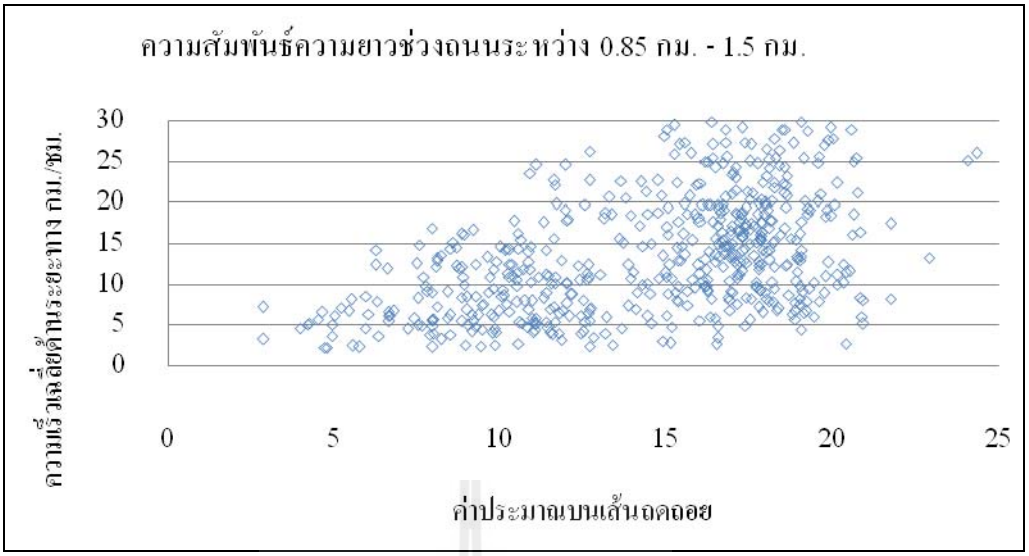
$$SMS = 6.411 + 0.289TMS - 0.069A\_t\_occp \qquad R^2 = 0.244 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.241 \qquad (4.9)$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม/ชม)

TMS = (+)ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม/ชม)

A_t_occp = (-) ร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจ

จากสมการที่ 4.9 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนความช่วงถนนที่มีความยาว 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจโดยที่ค่า $R^2 = 0.244$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.241$ และค่า error ของสมการ = 57.37 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร

4.3.2 ความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร แสดงดังรูปที่ 4.10 โดยความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอยู่ระหว่าง 3 ถึง 65กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอยู่ระหว่าง 5 ถึง 67 กม./ชม.เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -13.735 + 0.120TMS + 29.974\,Dis\_r - 28.402\,Parking - 4.063\,N\_u\_turn$$
$$R^2 = 0.473 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.470 \tag{4.10}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

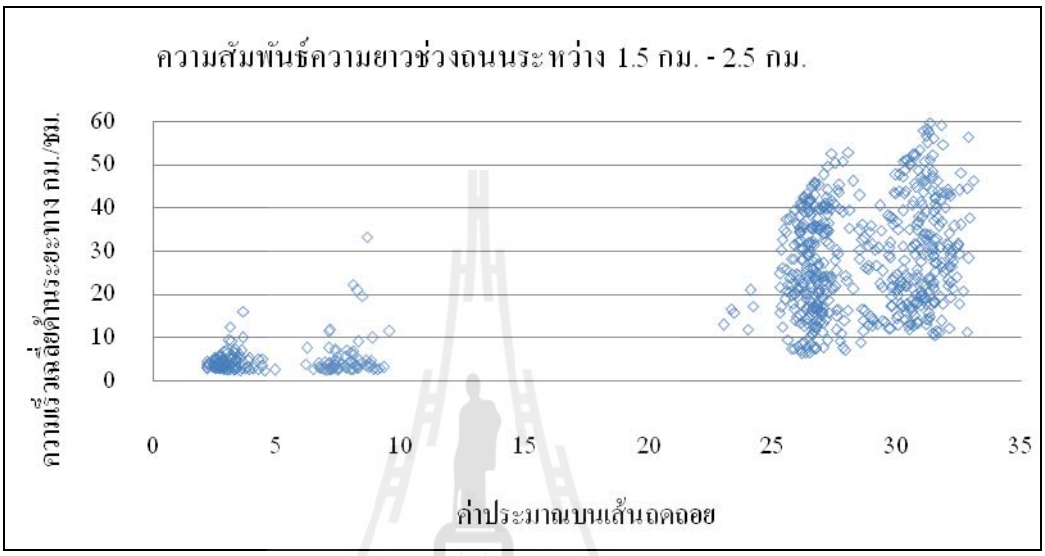
TMS = (+)ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

Dis_r = (+)ความยาวช่วงถนน(กม.)

Parking = (-) การอนุญาตจอดรถข้างถนน

N_u_turn = (-) จำนวนที่กลับรถบนช่วงถนน

จากสมการที่ 4.10 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนความช่วงถนนที่มีความยาว 1.5 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ความยาวช่วงถนน การอนุญาตจอดรถข้างถนนและจำนวนที่กลับรถบนช่วงถนน โดยที่ค่า $R^2 = 0.473$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.470$ และค่า error ของสมการ = 51.25 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร ถึง 2.5 กิโลเมตร

4.4 วิเคราะห์ตามสภาพจราจร

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลสภาพจราจรทั้ง 6 ช่วงถนนมาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สภาพจราจรเบาบาง คือ สภาพจราจรที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0 ถึง 11 คัน/กม./เลน สภาพจราจรปานกลาง คือ สภาพจราจรที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 12 ถึง 22 คัน/กม./เลน สภาพจราจรหนาแน่น คือสภาพจราจรที่มีความหนาแน่น 23 คัน/กม./เลน ซึ่งการแบ่งสภาพจราจรอ้างอิงจากหนังสือ (Highway Capacity Manual 2000) จากตารางที่ ทำการแบ่งจาก Level Of Service โดย LOS A, LOS B สภาพจราจรเบาบาง LOS C, LOS D สภาพจราจรปานกลาง LOS E, LOS F สภาพจราจรหนาแน่น

4.4.1 สภาพจราจรเบาบาง

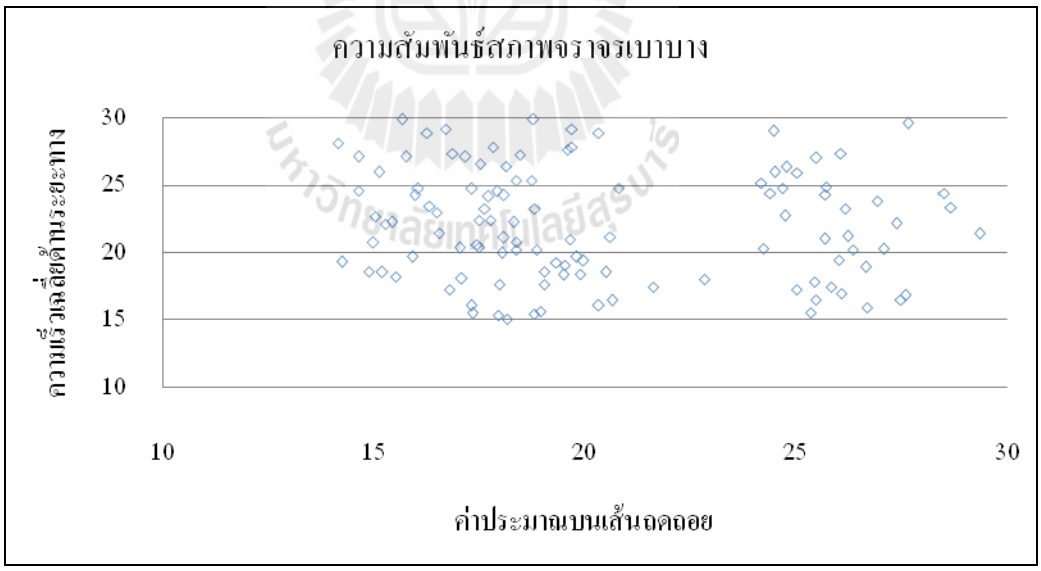
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรเบาบาง แสดงดังรูปที่ 4.11 โดยความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอยู่ระหว่าง 2 ถึง 53 กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอยู่ระหว่าง 5 ถึง 67 กม./

ชม. เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -0.170 + 0.321TMS + 5.575Dis\_r - 14.099Parking$$
$$R^2 = 0.255 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.247 \tag{4.11}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)
TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)
Dis_r = (+) ความยาวช่วงถนน(กม.)
Parking = (-) การอนุญาตจอดรถข้างถนน

จากสมการที่ 4.11 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรเบาบาง คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ความยาวช่วงถนน และการอนุญาตจอดรถข้างถนน โดยที่ค่า R^2 = 0.255 ค่า Adjusted R^2 = 0.247 และค่า error ของสมการ = 27.73 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรเบาบาง

4.4.2 สภาพจราจรปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรปานกลาง แสดงดังรูปที่ 4.12 โดยความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอยู่ระหว่าง 2 ถึง 65 กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอยู่ระหว่าง 5 ถึง 67 กม./ชม.เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -7.804 + 0.340TMS + 26.264\,Dis\_r - 6.169N\_bus - 6.802\,Parking$$
$$R^2 = 0.413 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.408 \tag{4.12}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

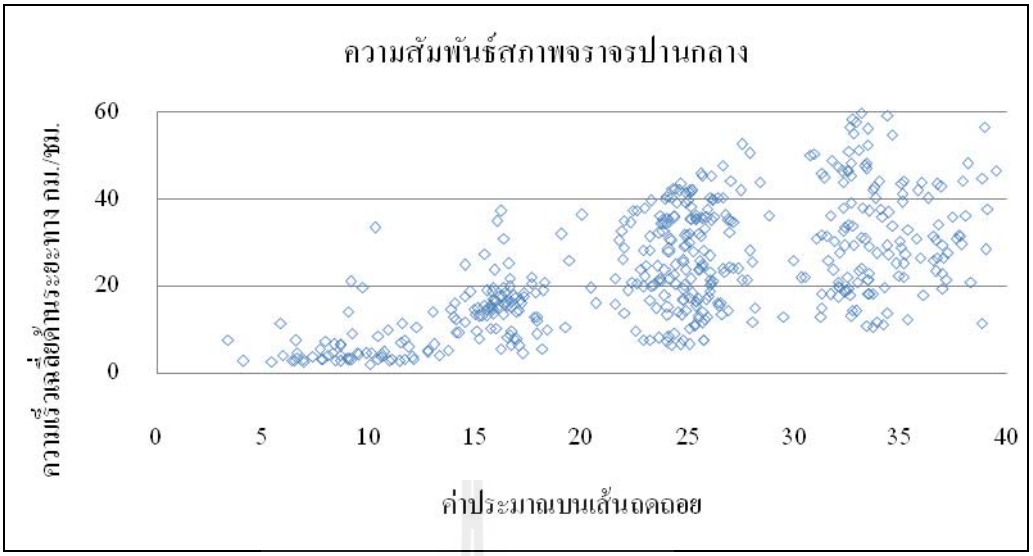
TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

Dis_r = (+) ความยาวช่วงถนน (กม.)

N_bus = (-) จำนวนป้ายรถเมย์บนช่วงถนน

Parking = (-) การอนุญาตจอดรถข้างถนน

จากสมการที่ 4.12 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรปานกลาง คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ความยาวช่วงถนน จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนน และการอนุญาตจอดรถข้างถนน โดยที่ค่า $R^2 = 0.413$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.408$ และค่า error ของสมการ = 55.11 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรปานกลาง

4.4.3 สภาพจราจรหนาแน่น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรหนาแน่น แสดงดังรูปที่ 4.13 โดยความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางอยู่ระหว่าง 2 ถึง 60 กม/ชม และความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอยู่ระหว่าง 5 ถึง 60 กม/ชม. เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -32.772 + 0.272TMS + 6.336Dis\_r + 10.530N\_lane - 9.112Parking$$
$$R^2 = 0.505 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.502 \tag{4.13}$$

เมื่อ SMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)

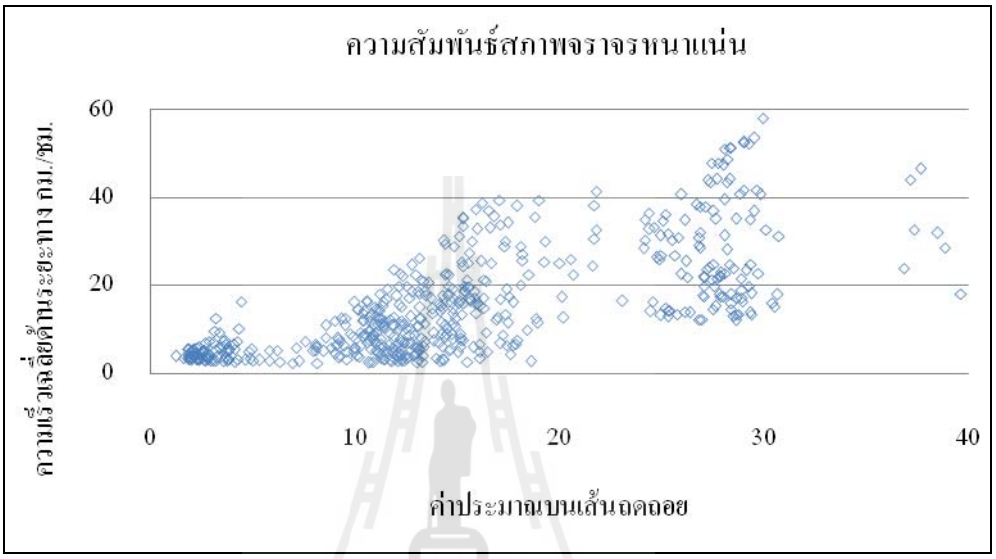
TMS = (+) ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา(กม./ชม.)

Dis_r = (+) ความยาวช่วงถนน (กม.)

N_lane = (+) จำนวนช่องจราจรบนช่วงถนน

Parking = (-) จอดรถข้างถนน

จากสมการที่ 4.13 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรหนาแน่น คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา ความยาวช่วงถนน จำนวนช่องจราจรบนช่วงถนนและการอนุญาตจอดรถข้างถนน โดยที่ค่า $R^2 = 0.505$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.502$ และค่า error ของสมการ =54.70 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรหนาแน่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

	สมการ	R^2	Adjusted R^2	Error (%)
รวม 6 ช่วงถนน				
รวมทุกช่วงถนน	SMS = 0.634+0.505TMS	0.305	0.304	79.17
	SMS=-2.698+0.257TMS+24.917Dis_r-4.830N_bus—6.085Dc_Dr-5.134Parking-0.003A_Flow_r	0.461	0.459	63.87
รายช่วงถนน				
ถนนพระราม 4	SMS = 12.389+0.125TMS	0.011	0.008	40.35
ถนนเพชรบุรี	SMS = 0.467+0.434TMS	0.290	0.288	68.85
ถนนรัชดาภิเษก	SMS = 7.250+0.433TMS	0.055	0.051	47.90
ถนนเพชรเกษม	SMS = 13.701+0.278TMS	0.025	0.022	52.49
ถนนวงศ์สว่าง	SMS = 4.125+0.034TMS	0.031	0.025	42.14
ถนนสิรินธร	SMS = 21.264+0.212TMS	0.011	-0.007	25.20
แบ่งตามความยาวช่วงถนน				
0.85 กม. ถึง 1.5 กม.	SMS = 6.411+0.289TMS-0.069A_t_occp	0.244	0.241	57.37
1.5 กม. ถึง 2.5 กม.	SMS = -13.735+0.120TMS+29.974Dis_r-28.402Parking-4.063N_u_turn	0.473	0.470	51.25
แบ่งตามสภาพจราจร				
เบาบาง	SMS = -0.170+0.321TMS+5.575Dis_r-14.099Parking	0.255	0.247	27.73
ปานกลาง	SMS = -7.804+0.340TMS+26.264Dis_r-6.169N_bus-6.802Parking	0.413	0.408	55.11
หนาแน่น	SMS = -32.772+0.272TMS+6.336Dis_r+10.530N_lane-9.112Parking	0.505	0.502	54.70

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ผลหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ปัจจุบันการรายงานสภาพจราจรแบบทันกาล เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเดินทางของประชาชนที่ใช้เส้นทาง อีกทั้งยังช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดในเขตกรุงเทพมหานคร แต่อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในปัจจุบันนั้นจะได้ข้อมูลจุดใดจุดหนึ่งบนช่วงถนนเท่านั้น ในขณะที่หน่วยงานต้องการรายงานข้อมูลเป็นช่วงถนน ดังนั้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ นั้น สามารถช่วยให้ระบบรายงานสภาพจราจรสื่อสารข้อมูลที่มีความถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาที่ได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งและลักษณะทางกายภาพของช่วงถนนที่ทำการสำรวจภาคสนาม มาแปลงเป็นความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางแบบช่วงถนน นอกจากนี้เมื่อได้สมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมแล้ว เราสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับช่วงถนนอื่น ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อให้สมการรายงานสภาพจราจรได้ถูกต้องและครอบคลุมพื้นที่ต่อไป

จากสมการความสัมพันธ์เมื่อวิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร โดยวิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาค่า Adjusted R^2 = 0.304 และค่า error ของสมการ = 79.17 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อวิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ค่า Adjusted R^2 = 0.459 และค่า error ของสมการ = 63.87 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยแยกรายช่วงถนนค่า Adjusted R^2 อยู่ระหว่าง -0.007 ถึง 0.288 และค่า error ของสมการอยู่ระหว่าง 25.20 ถึง 68.85 เปอร์เซ็นต์วิเคราะห์โดยแบ่งตามความยาวช่วงถนนค่า Adjusted R^2 อยู่ระหว่าง 0.241 – 0.470 และค่า error ของสมการอยู่ระหว่าง 51.25 ถึง 57.37 เปอร์เซ็นต์และวิเคราะห์โดยแบ่งตามสภาพจราจรค่า Adjusted R^2 อยู่ระหว่าง 0.247 – 0.502 และค่า error ของสมการอยู่ระหว่าง 27.73 ถึง 55.11 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าค่า Adjusted R^2 จากการแบ่งตามสภาพการจราจรมีค่าสูงสุด ดังนั้นสมการที่เหมาะสมที่สุดที่ผู้วิจัยเลือกเพื่อนำมา

คาดการณ์ความเร็วจราจรแบบความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางสำหรับช่วงถนน คือ สมการที่ (4-11) (4-12) และ (4-13) แบ่งตามสภาพจราจรเบาบาง ปานกลางและหนาแน่นตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

สภาพจราจร	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปร						R^2	Adjusted R^2
	Beta	TMS	Dis_r	N_bus	N_lane	Parking		
เบาบาง	-0.170	0.321	5.575	0	0	-14.099	0.255	0.247
ปานกลาง	-7.804	0.340	26.264	-6.169	0	-6.802	0.413	0.408
หนาแน่น	-32.772	0.272	6.336	0	10.530	-9.112	0.505	0.502

คำอธิบายตัวแปร

TMS = ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (กม/ชม.)

Dis_r = ระยะทางช่วงถนน (กม.)

N_bus = จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนน

N_lane = จำนวนเลนบนช่วงถนน

Parking = การอนุญาตจอดรถข้างถนน (มีและไม่มี)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทำวิจัยในครั้งนี้พบว่าสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ที่ได้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับช่วงถนนที่มีการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง มีลักษณะทางกายภาพและสภาพจราจรที่คล้ายคลึงกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

5.2.2 ในงานวิจัยครั้งนี้ตัวแปรที่น่าจะมีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาอีกหนึ่งตัว คือ รอบสัญญาณไฟจราจร เนื่องจากในแต่ละช่วงถนนที่ทำการสำรวจข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถปลายทางเป็นทางแยกสัญญาณไฟจราจรทำให้สูญเสียเวลาการเดินทางไปช่วงระยะเวลาหนึ่งแลเกิดแถวคอย ดังนั้นจึงมีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางโดยเฉพาะช่วงถนนที่สั้นมาก เช่นถนนพระราม 4 และถนนเพชรบุรี แต่ผู้วิจัยไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลรอบสัญญาณไฟเพื่อมาทำการวิเคราะห์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรนำตัวแปรรอบสัญญาณไฟจราจรเพื่อทำการวิเคราะห์ด้วย

รายการอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา (2550). **สถิติสำหรับงานวิจัย.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 3, 320 หน้า.

กัลยา วานิชย์บัญชา (2551). **หลักสถิติ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 10, 490 หน้า.

กฤษดา โชคสินอนันต์ (2542). **การตรวจจับความเร็วรถยนต์แบบทันกาลโดยใช้การประมวลผลภาพวีดิทัศน์.**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์,กรุงเทพมหานคร

กรกช เกิดแก้ว (2549). **การทำนายระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2).** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.กรุงเทพมหานคร

ณัฐพงษ์ วิไลเศรษฐีวนิช (2551). **การประมาณเวลาการเดินทางโดยใช้ข้อมูลจากเครื่องตรวจนับจราจร.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.กรุงเทพมหานคร

ทรงศิริ แต้สมบัติ (2548). **การวิเคราะห์ความถดถอย.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3, 294 หน้า.

Bruce, R., and Hellinga, P.E. (2002). **Improving Freeway Speed Estimatesfrom Single-Loop Detectors.** Journal of Transportation Engineering,58-67

Baibing, Li. (2009). **On the recursive estimation of vehicular speed using data from a single inductance loop detector**., A Bayesian approach, Transportation Research Part B (43), 391–402

Christopher, G., Bret, G., and Randall, G. (2010). **Collection of Vehicle activity data by Video detection for use in Transportation Planning**, Research of Civil and Environmental Engineering Atlanta,Georgia USA Highway Capacity Manual 2000

Dailey, D.J. (1999). **A statistical algorithm for estimating speed from single loop volume and occupancy measurements**,Transportation Research Part B (33),313-322

Hesham, R., and Wang, Z. **Estimating Traffic stream space mean speed and reliability from dualand and single loop detectors**,TRB Paper: 050850

Jiang, H., John W., Polak, Javier, B., and Rajesh, K. (2010). **On the estimation of space-mean-speed from inductive loop detector data**, Transportation Planning and Technology (33), 91-104

Ruimin, Li, Geoffrey, R., and Majid, S. (2006). **Evaluatio of Speed-Based Travel Time Estimation Models.** Journal of Transportation Engineering ASCE,540-547

Soriguera, F., and Robust, F. (2010). **Estimation of traffic stream space mean speed from time aggregationsof double loop detector data**, Transportation Research Part C ,1-15

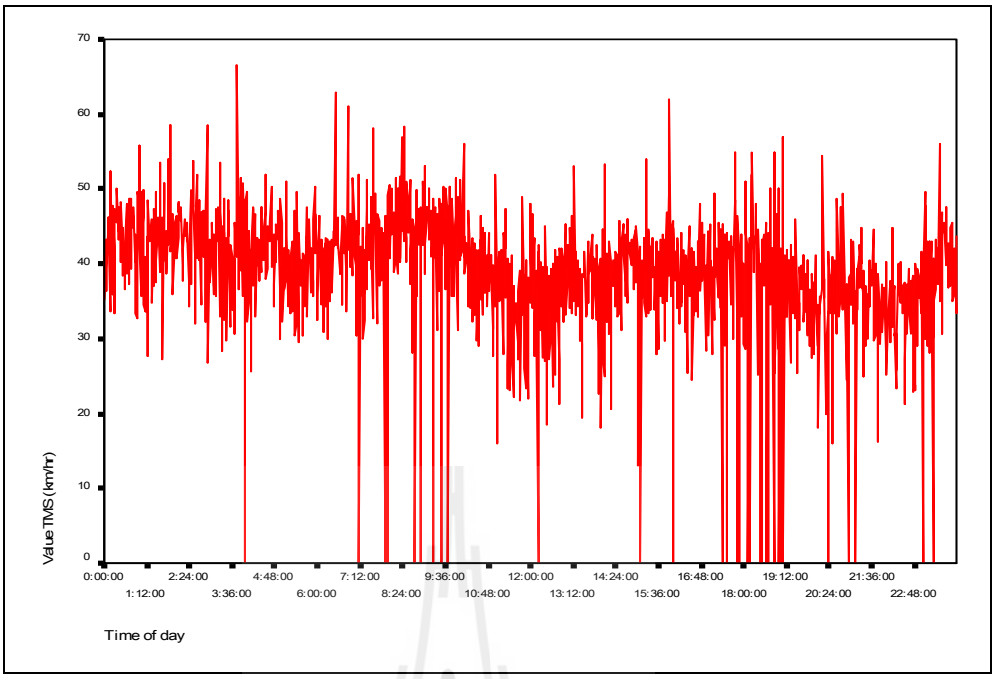
Zhongyi, Wu.,William, H.K., Lam and Mei, L.T. (2010). **Spatial and Temporal Aggregation Analysis for Space-Mean Speed Estimates Using Autoscope Video Detection Data.** Proceedings of the 7th International Conference on Traffic and Transportation Studies

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

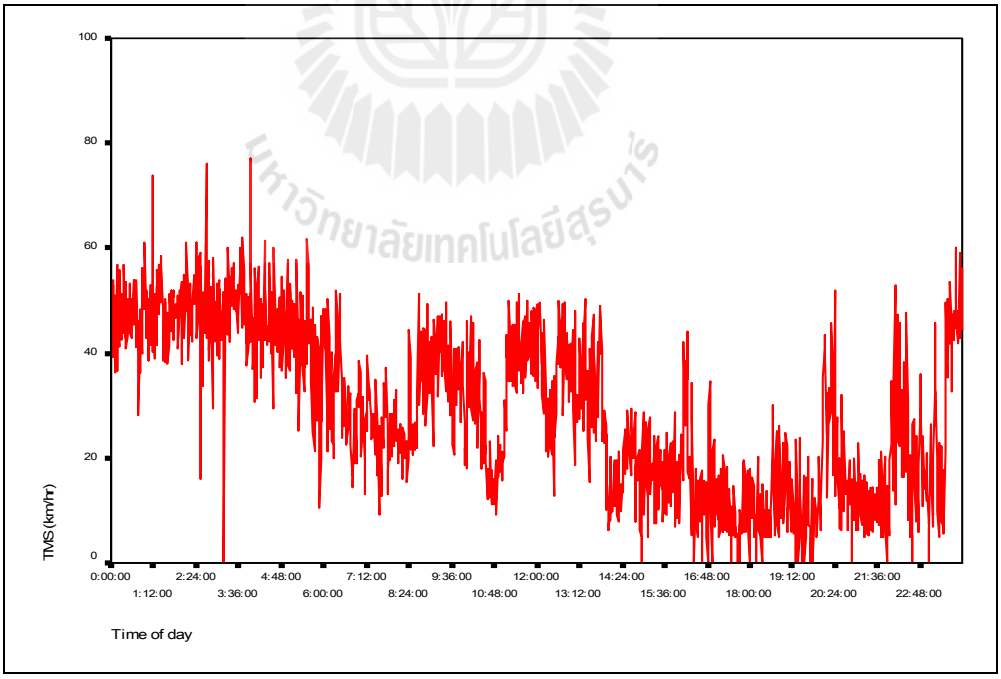
ภาคผนวก ก

สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา

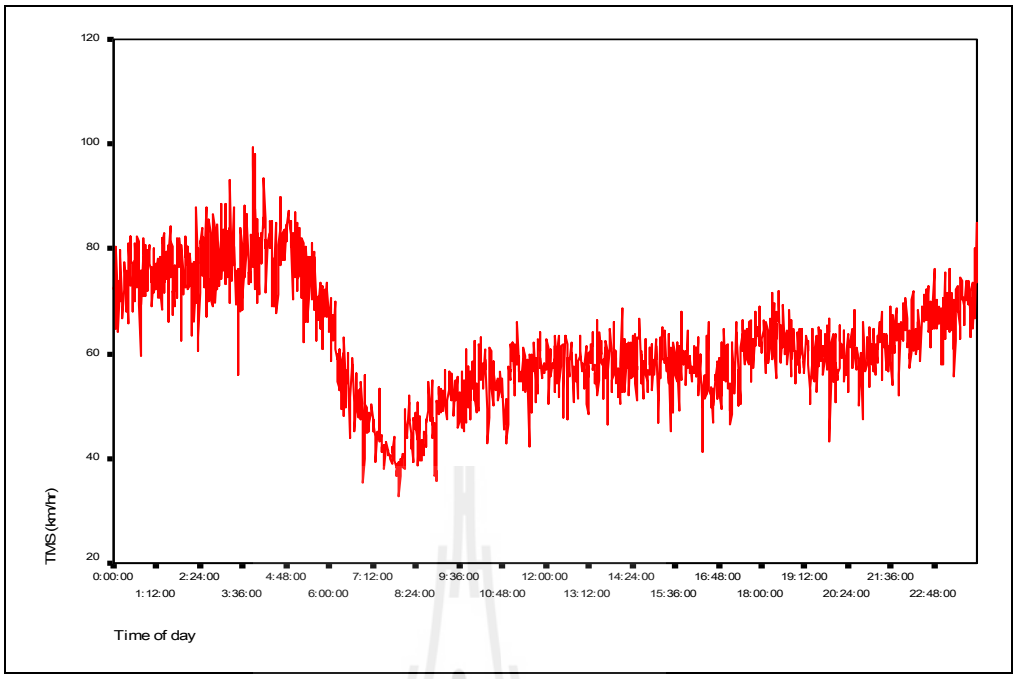
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



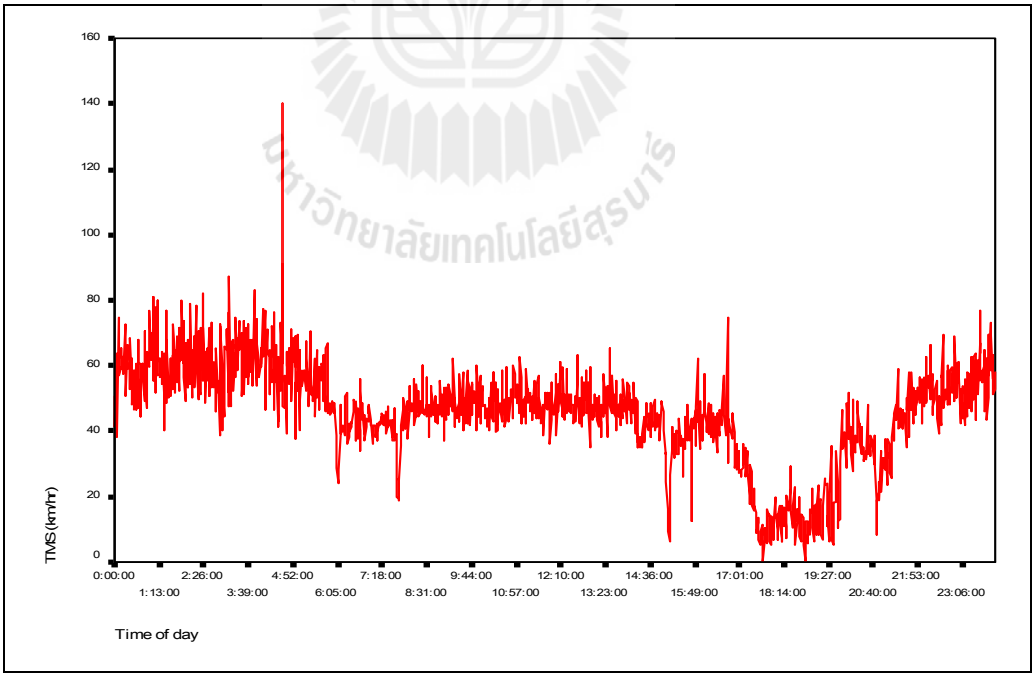
รูปที่ ก.1 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนนพระราม 4



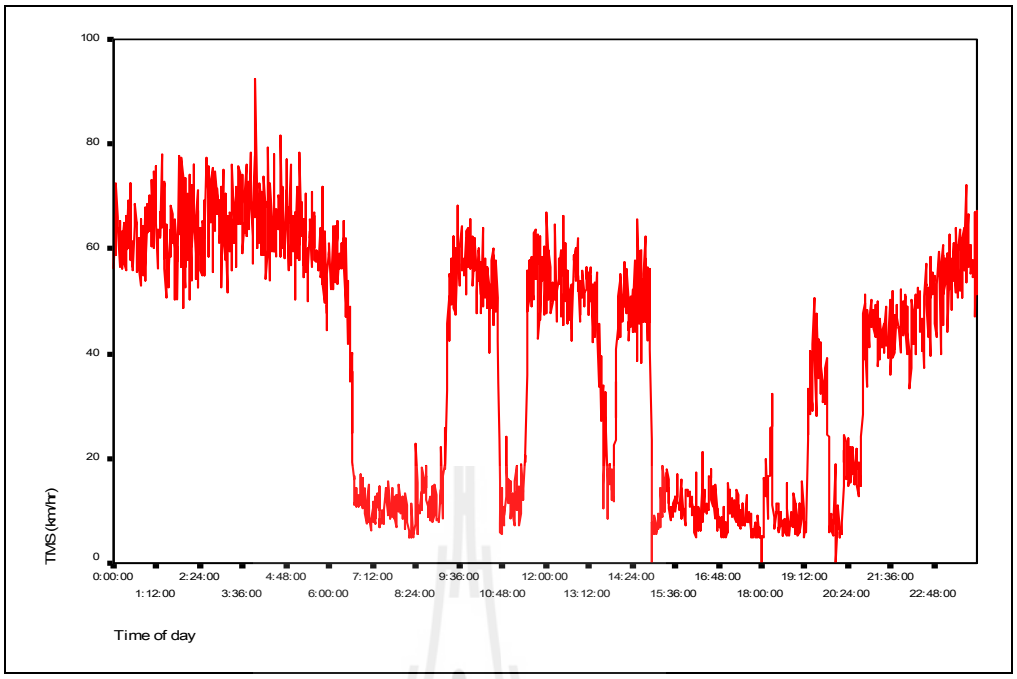
รูปที่ ก.2 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนนเพชรบุรี



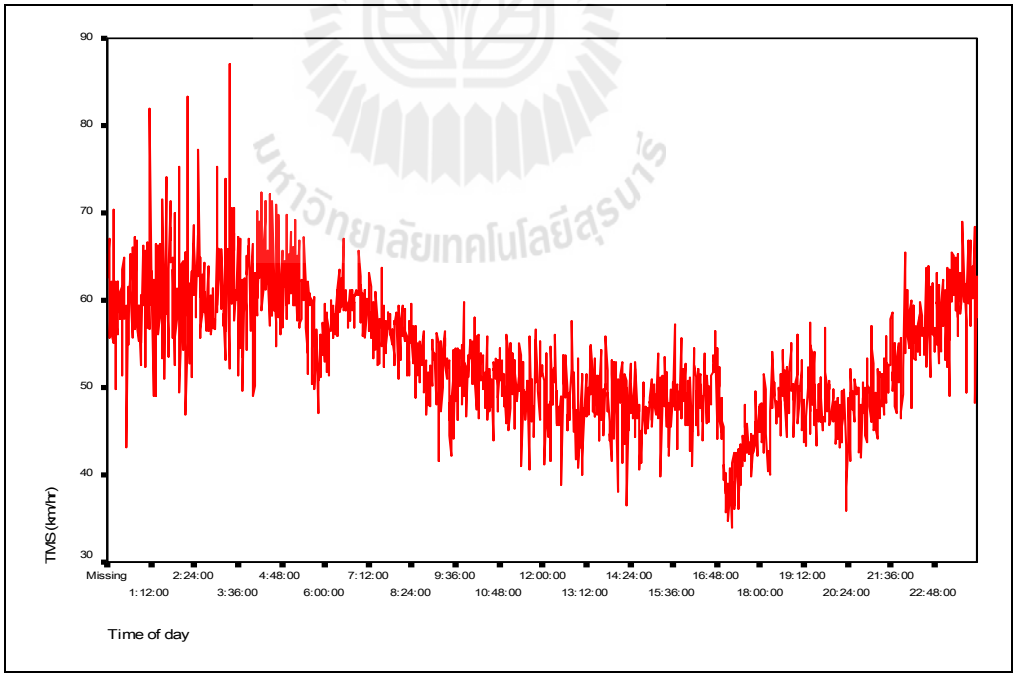
รูปที่ ก.3 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนนรัชดาภิเษก



รูปที่ ก.4 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนนเพชรเกษม



รูปที่ ก.5 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนนวงศ์สว่าง



รูปที่ ก.6 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนช่วงถนนสิรินธร

ภาคผนวก ข

สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสำรวจข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถ

ชื่อผู้ตรวจ..

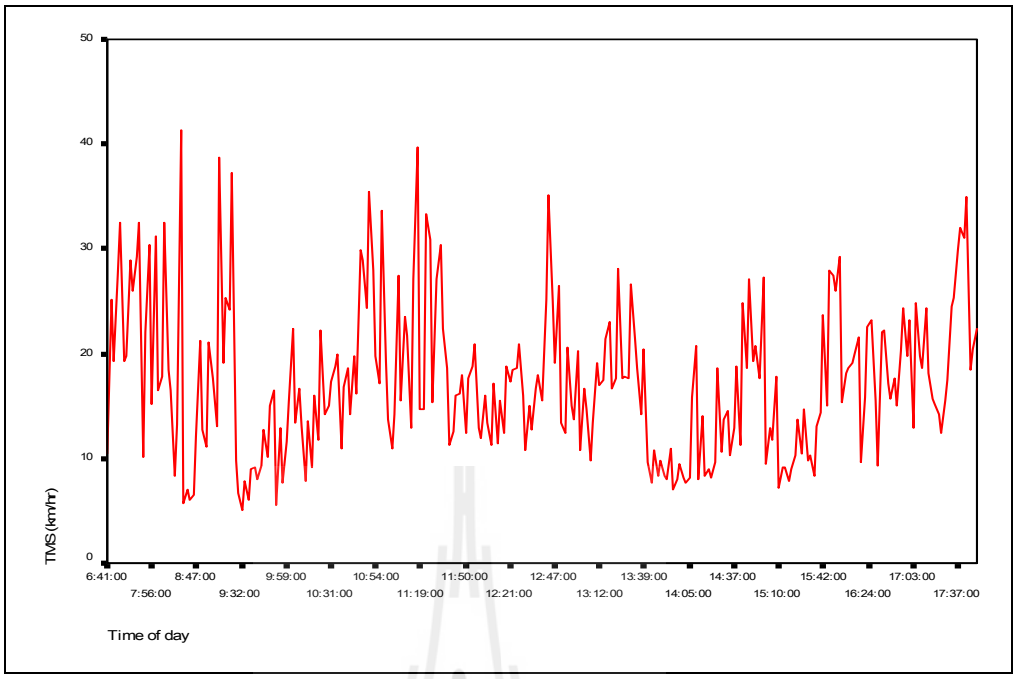
ชื่อทางแยกที่ทำการสำรวจ....................

ทิศทางการสำรวจ..

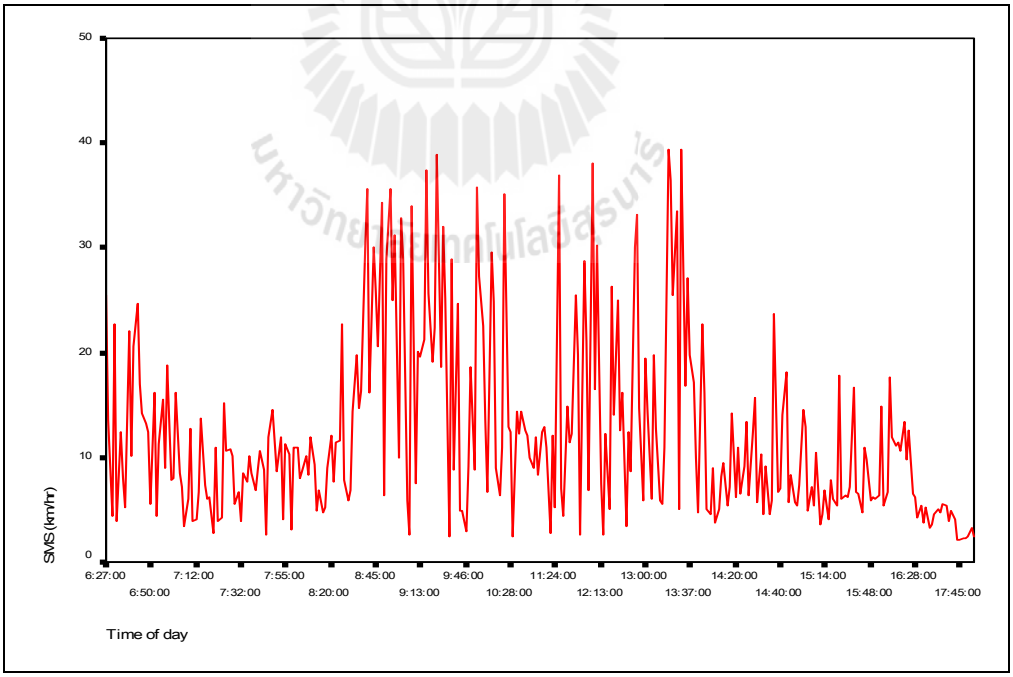
วันที่ทำการสำรวจ..

เวลา (ชั่วโมง นาที วินาที)	เลขแผ่นป้ายทะเบียนรถ

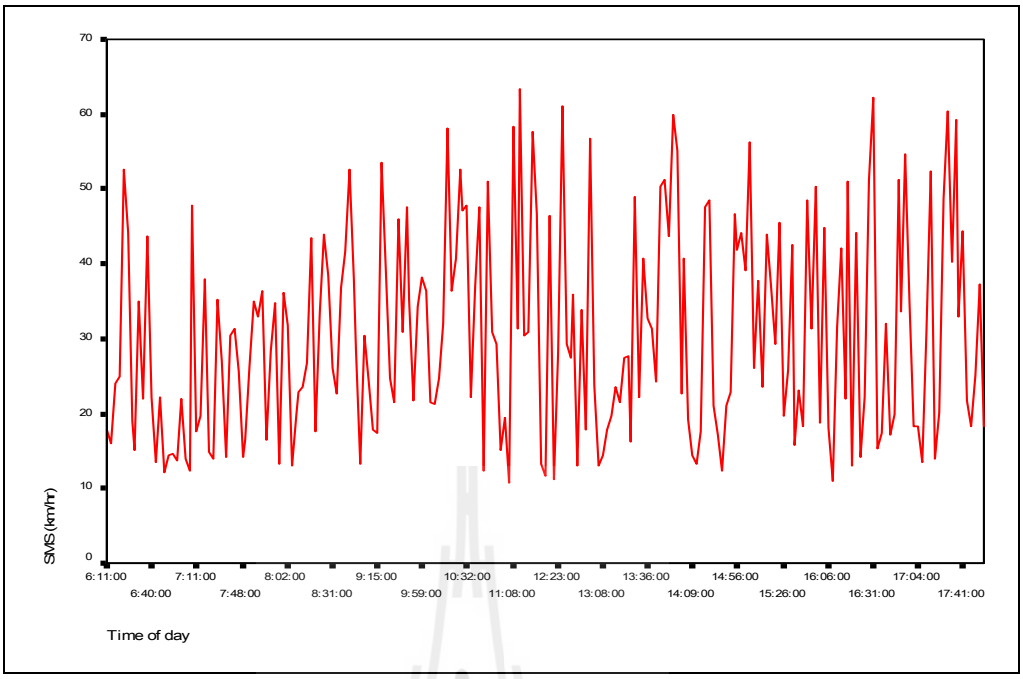
เวลา (ชั่วโมง นาที วินาที)	เลขแผ่นป้ายทะเบียนรถ



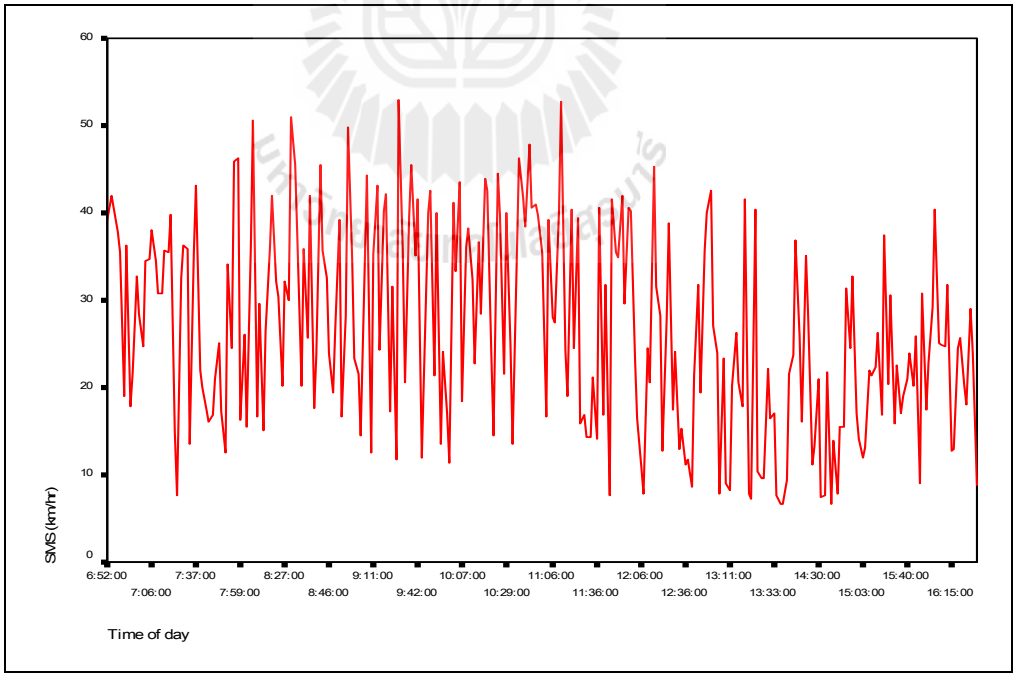
รูปที่ ข.1 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนพระราม 4



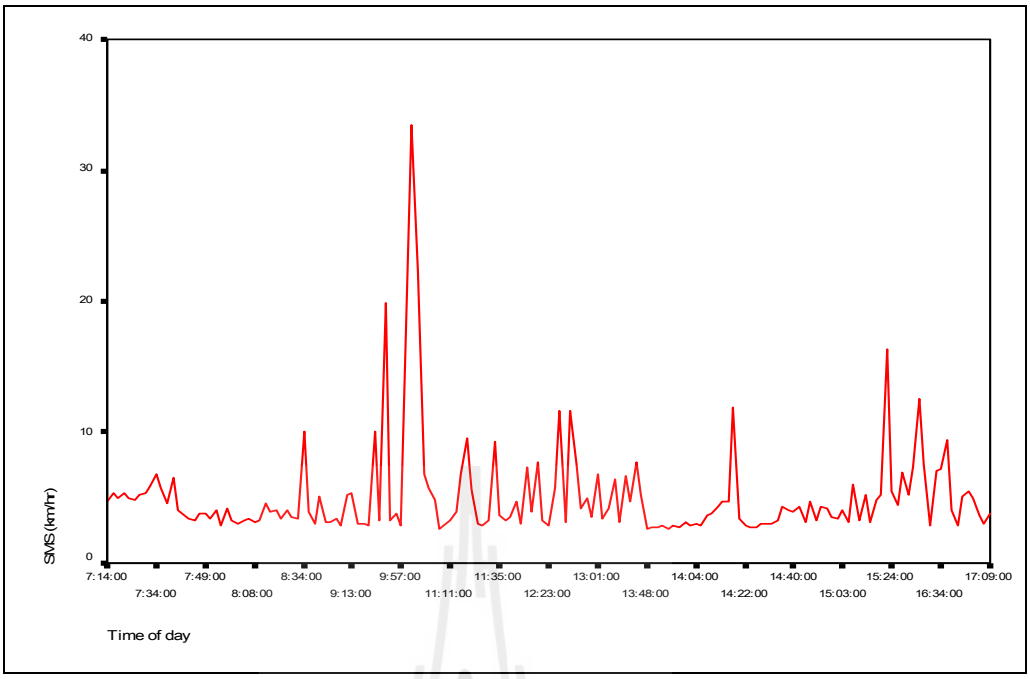
รูปที่ ข.2 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนเพชรบุรี



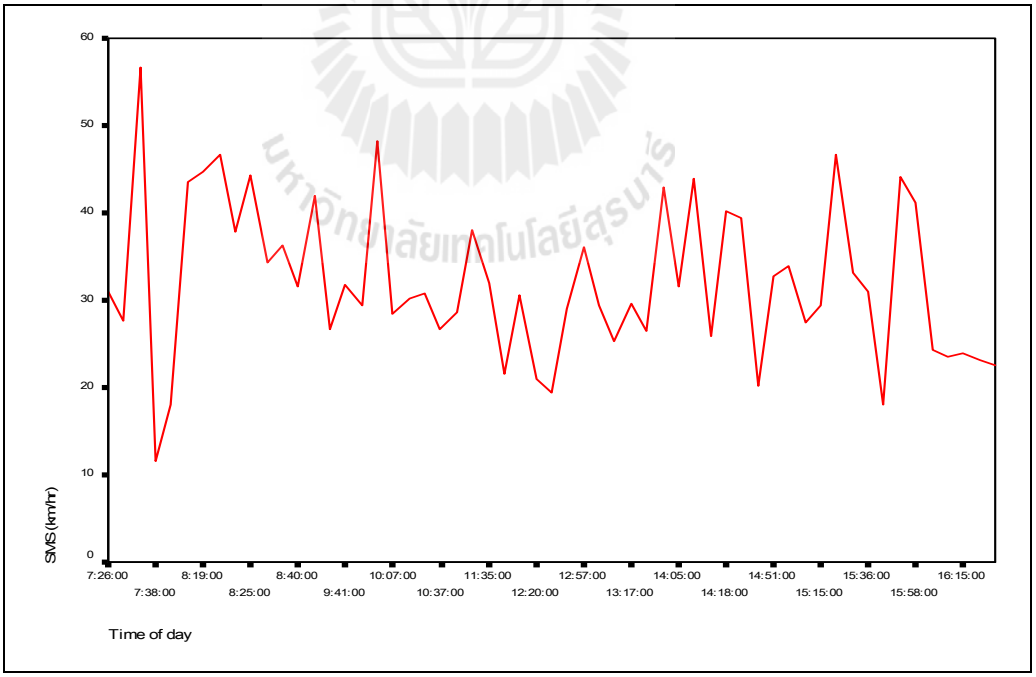
รูปที่ ข.3 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนรัชดาภิเษก



รูปที่ ข.4 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนเพชรเกษม



รูปที่ ข.5 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนวงศ์สว่าง



รูปที่ ข.6 สรุปข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนสิรินธร

ภาคผนวก ค

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

ณัชฌา รวบทองหลาง และ รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์ (2555) **การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร.** วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย (รอผลการพิจารณา)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร

RELATIONSHIP BETWEEN TIME MEAN SPEED AND SPACE MEAN SPEED ON MAIN STREETS IN BANGKOK

ณัชฌา รวบทองหลาง[1*]และ รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์[2]
Natcha Roubtonglang[1*] and Rattaphol Pueboobpaphan[2]

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ บนถนนสายหลักในกรุงเทพมหานครเพื่อนำความสัมพันธ์ที่ได้มาแปลงเป็นความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเพื่อแสดงสภาพจราจรแบบช่วงถนนต่อไป โดยข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางได้จากการเก็บข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถและตัวแปร อื่น ๆ เช่น จำนวนช่องจราจร, จำนวนจุดกลับ, จำนวนป้ายรถเมล์, ความยาวช่วงถนน ฯลฯ ได้จากการสำรวจภาคสนาม จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์สมการถดถอยเชิงเส้น จากโปรแกรม โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 กรณี คือ วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร, วิเคราะห์แยกรายช่วงถนน, วิเคราะห์แยกตามความยาวช่วงถนนและวิเคราะห์แยกตามสภาพจราจร จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ เมื่อดูจากค่าAdjusted R^2 พบว่าค่า Adjusted R^2 สำหรับกรณีวิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร,วิเคราะห์แยกรายช่วงถนน, วิเคราะห์แยกตามความยาวช่วงถนนและวิเคราะห์แยกตามสภาพจราจร มีค่าเท่ากับ 0.304 - 0.459, -0.007 - 0.288, 0.241 - 0.470, 0.247 - 0.502 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าสมการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาคาดการณ์ความเร็วจราจรแบบความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางสำหรับช่วงถนน คือ สมการที่ได้จากการแบ่งตามสภาพการจราจรโดยมีค่า Adjusted R^2 สูงสุด

คำสำคัญ: ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา, ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง, กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

Abstract: The aim of this research is to study the relationship between space mean speed and time mean speed along with some other variables on the main streets in Bangkok. This relationship can be need to estimate the space mean speed to determine the real traffic on the road section. The time mean speed data were obtained from the image processing camera, the space mean speed data were obtained from license plate, and other variables such as the number of lanes, the number of u-turn, the number of bus stops, the length of road, etc. were collected by field survey. Then the models were developed using linear regression analysis by separating into 4 cases 1) The analysis by the overall traffic 2) Analysis by the section of road 3) Analysis by the length of road and 4) Analysis by the traffic condition. The adjusted R^2 of the developed models for the case of analysis by the overall traffic, analysis by the section of road, analysis by the length of road and analysis by the traffic condition were 0.304 -0.459, -0.007 – 0.288, 0.241 – 0.470, 0.247- 0.502 respective. Moreover, the most accurate case based on adjusted R^2 is the analysis by traffic condition.

Keywords: Time Mean Speed, Space Mean Speed, Image Processing Camera

[1] นักศึกษาปริญญาโท, สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[2] อาจารย์, สาขาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
* Corresponding Author, Tel. 09-1020-3731, E-mail: nat_cha_ae@hotmail.com

1. บทนำ

ปริมาณรถที่เพิ่มมากขึ้นในกรุงเทพมหานครก่อให้เกิดปัญหาทางด้านจราจร ดังนั้นหน่วยงานต่างๆ จึงได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรในรูปแบบต่างๆ เพื่อสื่อสารสภาพจราจรแบบทันกาล (Real Time) บนโครงข่ายถนนเพื่อช่วยในการวางแผนการเดินทางและลดความเครียดของผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน นอกจากนี้ยังช่วยบรรเทาสภาพจราจรติดขัดได้บางส่วน ลดการสูญเสียการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช่เหตุ ตลอดจนลดการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศได้อีกด้วย

ปัจจุบันได้มีการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจนับการจราจรหลายประเภทบนท้องถนนหลายแห่ง โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจราจร เช่น ปริมาณจราจร ความเร็วจราจร เป็นต้น แต่ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเฉพาะจุด (จุดใดจุดหนึ่งบนช่วงถนนเท่านั้น)ในขณะที่การแสดงข้อมูลต้องการข้อมูลเป็นช่วงถนนโดยเฉพาะข้อมูลความเร็ว ซึ่งความเร็วที่ได้จากอุปกรณ์เป็นความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (Time Mean Speed, TMS) ในขณะที่การแสดงข้อมูลด้านการจราจรต้องการความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (Space Mean Speed, SMS) แต่ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางนั้น ตรวจวัดได้ยากในสภาพความเป็นจริง เพราะมีการรบกวนของการแสจราจร เช่น ป้ายรถเมล์, จุดกลับรถ, ซอยเข้า-ออก บนช่วงถนน, จำนวนช่องจราจรและจุดจอดรถแท็กซี่ เป็นต้น

ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเป็นข้อมูลความเร็วเฉพาะจุดที่ได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ในขณะที่ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง เป็นข้อมูลความเร็วจราจรที่สำรวจตลอดช่วงถนน ซึ่งข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา และข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางนั้น มีค่าไม่เท่ากันแต่ใกล้เคียงกันโดยค่าเฉลี่ยด้านระยะทางจะมีค่าน้อยกว่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาเสมอ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา และ ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนช่วงถนนในเขตกรุงเทพมหานครจะมีความซับซ้อน ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่นๆ เพื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งมาแปลงเป็นความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางเพื่อแสดงสภาพจราจรแบบช่วงถนน

2. วิธีการดำเนินงาน

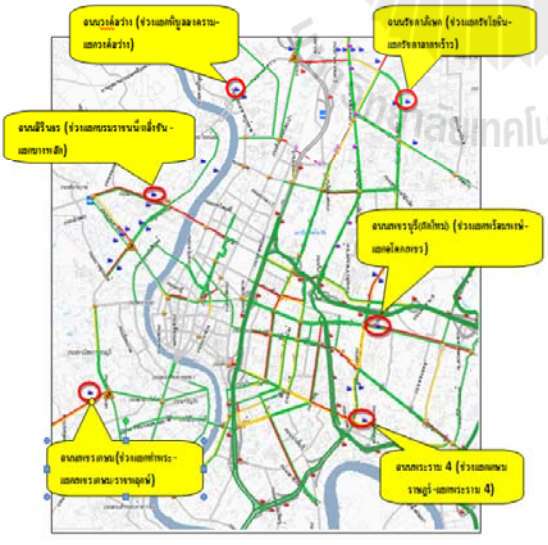
การศึกษานี้ได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง ในภาคสนาม โดยการสำรวจข้อมูลได้มาจากการสำรวจจับคู่เลขทะเบียนรถบนช่วงถนน ซึ่งในแต่ละช่วงถนนได้มีกลุ่มสำรวจข้อมูลจำนวน 2 ชุด ผู้สำรวจชุดแรกจะอยู่บริเวณแยกต้นทางของช่วงถนนและบันทึกเลขทะเบียนพร้อมกับเวลาของยานพาหนะที่วิ่งผ่านจุดสำรวจ ในขณะที่กลุ่มสำรวจชุดที่ 2 สำรวจบริเวณแยกปลายทางของช่วงถนน เพื่อบันทึกเลขทะเบียนรถพร้อมกับเวลาของยานพาหนะที่วิ่งผ่านจุดสำรวจเช่นกัน โดยก่อนสำรวจผู้สำรวจทั้ง 2 ชุด ได้ทำการตั้งเวลาให้ตรงกัน เมื่อทำการสำรวจภาคสนามเสร็จนำข้อมูลแผ่นป้ายทะเบียนรถของจุดสำรวจทั้ง 2 บนช่วงถนนนั้น มาดำเนินการจับคู่กัน เพื่อประมาณระยะเวลาของยานพาหนะแต่ละคันใช้บนช่วงถนน แล้วข้อมูลระยะเวลาที่ได้มาคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางต่อไป นอกจากนี้แล้วยังทำการเก็บลักษณะทางกายภาพของแต่ละช่วงถนน เช่น จำนวนจุดกลับรถ, จำนวนป้ายรถเมล์, จุดจอดรถแท็กซี่, จำนวนช่องจราจร , ความยาวช่วงถนน เป็นต้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่ามีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาบนช่วงถนนหรือไม่

ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาที่ได้มาจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้งอยู่บนช่วงถนน โดยกล้องดังกล่าวจะทำการเก็บและบันทึกข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาไว้ใน server ทุกๆ 1 นาทีแบบอัตโนมัติ แล้วนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา นี้ มาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางโดยใช้ SPSS for window วิเคราะห์ Regression Analysis

ในการศึกษานี้ได้ทำการคัดเลือกช่วงถนนที่ทำการศึกษาจำนวน 6 ช่วงถนน แสดงใน**รูปที่ 1** โดยแบ่งการสำรวจภาคสนามเป็น 2 วัน ได้แก่วันที่ 21 และ 22 กรกฎาคม 2553 วันละ 3 ช่วงถนน โดยจะทำการสำรวจตั้งแต่เวลา 6.00น. – 18.00น. ดังแสดงใน**ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ช่วงถนนที่ดำเนินการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง

ชื่อถนน	ช่วงถนน	ทิศทางสำรวจ	วันสำรวจข้อมูล SMS
พระราม 4	แยกเกษมราษฎร์-แยกพระรามที่ 4	มุ่งตะวันตก (ขาเข้า)	21 ก.ค. 53
เพชรบุรี (ตัดใหม่)	แยกพร้อมพงษ์ -แยกอโศก เพชร	มุ่งตะวันตก (ขาเข้า)	21 ก.ค. 53
รัชดาภิเษก	แยกรัชโยธิน - แยกรัชดา ลาดพร้าว	มุ่งทิศใต้	21 ก.ค. 53
เพชรเกษม	แยกท่าพระ - แยกเพชรเกษม / ราชพฤกษ์	มุ่งทิศตะวันออก	22 ก.ค. 53
วงศ์สว่าง	แยกพิบูลสงคราม - แยกวงศ์สว่าง	มุ่งทิศเหนือ	22 ก.ค. 53
สิรินธร	แยกบรมราชชนนี / ตลิ่งชัน -แยกบางพลัด	มุ่งทิศตะวันออก	22 ก.ค. 53



รูปที่ 1 แสดงช่วงถนนที่ดำเนินการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง

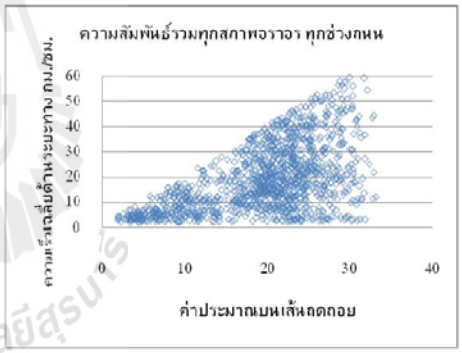
3. ผลการดำเนินงาน

การวิเคราะห์ข้อมูลทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ โดยจะ 4 กรณี คือ วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร, วิเคราะห์แยกรายช่วงถนน, วิเคราะห์แยกตามความยาวช่วงถนนและวิเคราะห์แยกตามสภาพจราจรได้ผลการศึกษา ดังนี้

3.1 วิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจร

ในการวิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจรได้แบ่งการวิเคราะห์เป็น วิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา และ วิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

3.1.1 วิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา

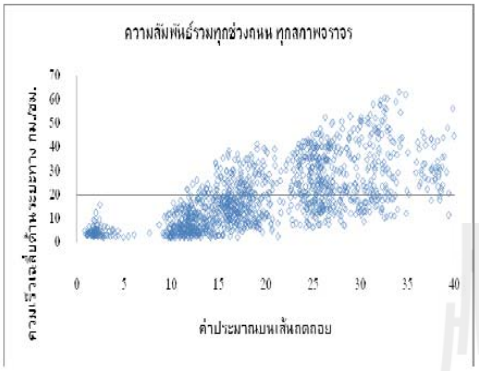


รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนน

$$SMS = 0.634 + 0.505\,TMS \quad R^2 = 0.305$$
$$Adjusted\ R^2 = 0.304 \qquad (1)$$

จากสมการที่ 1แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่า R^2 = 0.305 ค่า Adjusted R^2 = 0.304 และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่า ค่า error ของสมการ = 79.17 เปอร์เซ็นต์

3.1.2 วิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่นๆ ในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนน

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรรวมทุกช่วงถนนเมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ ได้สมการดังนี้

$$SMS = -2.698 + 0.257TMS + 24.917\,Dis\_r - 4.830N\_bus - 6.085\,Dc\_Dr - 5.134Parking - 0.003A\_Flow\_r$$

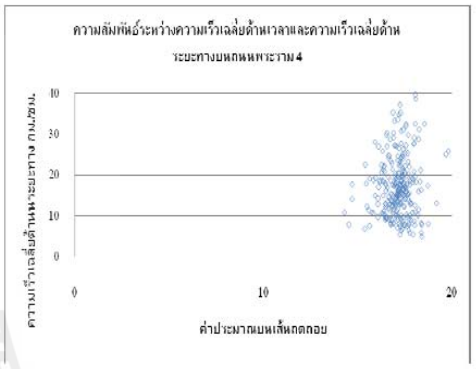
$$R^2 = 0.461 \quad Adjusted\ R^2 = 0.459 \qquad (2)$$

จากสมการที่ 2 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรรวม คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา, ความยาวช่วงถน, จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนน, สัดส่วนระยะติดตั้งกล้องต่อความยาวช่วงถนน, การอนุญาตจอดรถริมถนนและอัตราการไหลเฉลี่ย โดยที่ค่า R^2 = 0.461 ค่า Adjusted R^2 = 0.459 และเมื่อทำการหาค่าerror ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ = 63.87 เปอร์เซ็นต์

3.2 วิเคราะห์แยกรายช่วงถนน

การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายช่วงถนน จำนวน 6 ช่วงถนน ได้แก่ ถนนพระราม 4, ถนนเพชรบุรีตัดใหม่, ถนนรัชดาภิเษก, ถนนเพชรเกษม, ถนนวงศ์สว่างและถนนสิรินธร ดังนี้

3.2.1 ถนนพระราม 4 (ช่วงแยกเกษมราษฎร์ – แยกคลองเตย)



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนพระราม 4

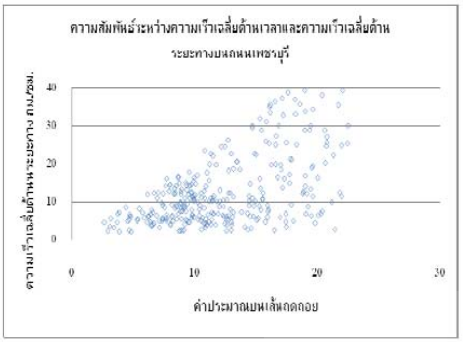
จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนพระราม 4 เมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอยจะได้สมการดังนี้ดังนี้

$$SMS = 12.389 + 0.125TMS \qquad R^2 = 0.011$$

$$Adjusted\ R^2 = 0.008 \qquad (3)$$

จากสมการที่ 3 แสดงสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่า R^2 = 0.011 ค่า Adjusted R^2 = 0.008 และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ = 40.35 เปอร์เซ็นต์

3.2.2 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ช่วงแยกพร้อมพงษ์ – แยกอโศกเพชร)



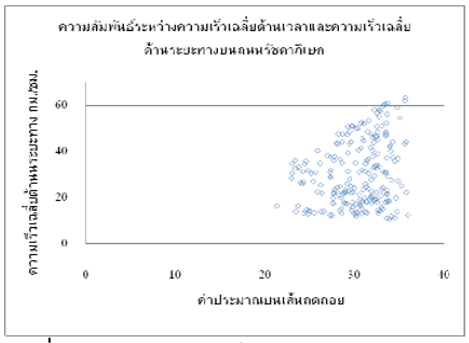
รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนเพชรบุรี

จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนเพชรบุรี เมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 0.467 + 0.434TMS \qquad R^2 = 0.290$$
$$Adjusted\ R^2 = 0.288 \qquad (5)$$

จากสมการที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.290$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.288$ และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ = 68.85 เปอร์เซ็นต์

3.2.3 ถนนรัชดาภิเษก (ช่วงแยกรัชโยธิน – แยกรัชดา ลาดพร้าว)



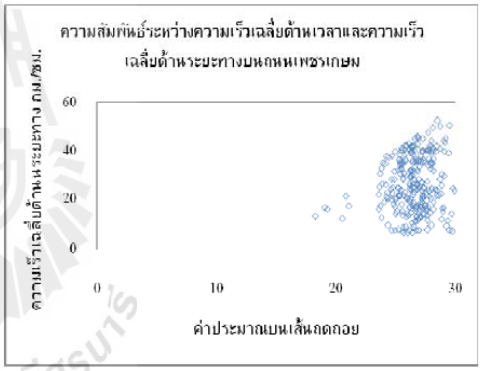
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนรัชดาภิเษก

จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนรัชดาภิเษก เมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 7.250 + 0.433TMS \qquad R^2 = 0.055$$
$$Adjusted\ R^2 = 0.051 \qquad (6)$$

จากสมการที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.055$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.0051$ และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ = 47.90 เปอร์เซ็นต์

3.2.4 ถนนเพชรเกษม (ช่วงแยกท่าพระ – แยกเพชรเกษม ราชพฤกษ์)



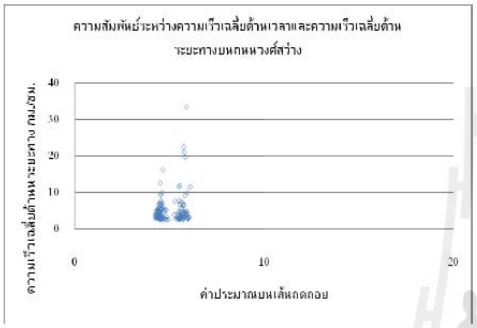
รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนเพชรเกษม

จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนเพชรเกษม เมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 13.701 + 0.278TMS \qquad R^2 = 0.025$$
$$Adjusted\ R^2 = 0.022 \qquad (7)$$

จากสมการที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.025$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.022$ และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ = 52.49 เปอร์เซ็นต์

3.2.5 ถนนวงศ์สว่าง(ช่วงแยกพิบูลสงคราม – แยกวงศ์สว่าง)



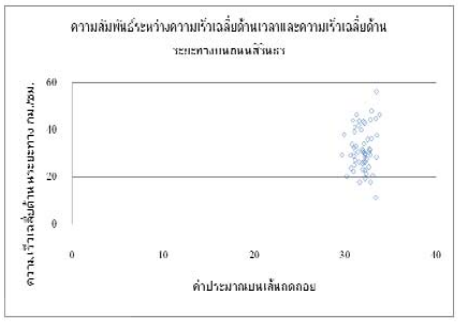
รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนวงศ์สว่าง

จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนวงศ์สว่าง เมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 4.125 + 0.034TMS \qquad R^2 = 0.031$$
$$Adjusted\ R^2 = 0.025 \qquad (8)$$

จากสมการที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.031$ ค่า Adjusted $R^2 = 0.025$ และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ – 42.14 เปอร์เซ็นต์

3.2.6 ถนนสิรินธร (ช่วงแยกบรมราชชนนี ตลิ่งชัน – แยกบางพลัด)



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสิรินธร

จากกราฟแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสิรินธร เมื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์เชิงถดถอย จะได้สมการดังนี้

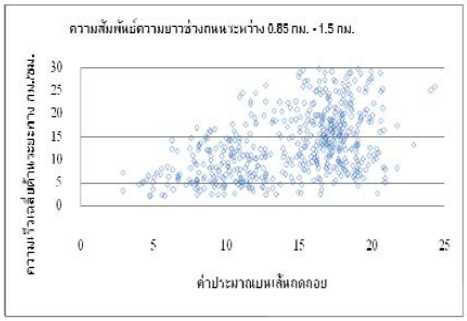
$$SMS = 21.26 + 0.21TMS \qquad R^2 = 0.011$$
$$Adjusted\ R^2 = -0.007 \qquad (9)$$

จากสมการที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางพบว่าค่า $R^2 = 0.011$ ค่า Adjusted $R^2 = -0.007$ และเมื่อทำการหาค่า error ของสมการพบว่าค่า error ของสมการ = 25.20 เปอร์เซ็นต์

3.3 วิเคราะห์ตามความยาวช่วงถนน

ในการวิเคราะห์นี้ได้แบ่งช่วงถนนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความยาวช่วงถนนระหว่าง 0.85 กิโลเมตร – 1.5 กิโลเมตร ได้แก่ ช่วงถนนพระราม 4 และช่วงถนนเพชรบุรี และกลุ่มที่มีความยาวช่วงถนนระหว่าง 1.5 กิโลเมตร – 2.5 กิโลเมตร ได้แก่ ช่วงถนนรัชดาภิเษก ช่วงถนนเพชรเกษม ช่วงถนนวงศ์สว่าง และช่วงถนนสิรินธร ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

3.3.1 ความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร – 1.5 กิโลเมตร



รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่นๆ บนความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร – 1.5 กิโลเมตร

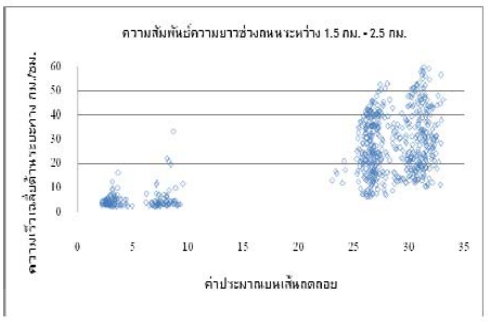
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 0.85 กิโลเมตร – 1.5 กิโลเมตร เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่นๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = 6.411 + 0.289TMS - 0.069A\_t\_occp$$

$$R^2 = 0.244 \quad Adjusted\ R^2 = 0.241 \qquad (10)$$

จากสมการที่ 10 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนความช่วงถนนที่มีความยาว 0.85 กิโลเมตร – 1.5 กิโลเมตร คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจโดยที่ค่า R^2 = 0.244 ค่า Adjusted R^2 = 0.241 และค่า error ของสมการ = 57.37 เปอร์เซ็นต์

3.3.2 ความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร – 2.5 กิโลเมตร



รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่นๆ บนความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร – 2.5 กิโลเมตร

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ บนความยาวช่วงถนน 1.5 กิโลเมตร – 2.5 กิโลเมตร เมื่อนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่นๆ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -13.735 + 0.120TMS + 29.974Dis\_r - 28.402Parking - 4.063N\_u\_turn$$

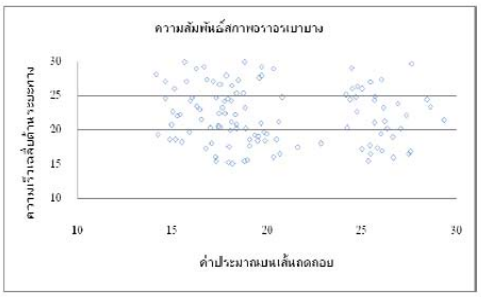
$$R^2 = 0.473 \quad Adjusted\ R^2 = 0.470 \qquad (11)$$

จากสมการที่ 11 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนความช่วงถนนที่มีความยาว 1.5 กิโลเมตร – 2.5 กิโลเมตร คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา, ความยาวช่วงถนน, การอนุญาตจอดรถข้างถนนและจำนวนที่กลับรถบนช่วงถนน โดยที่ค่า R^2 = 0.473 ค่า Adjusted R^2 = 0.470 และค่า error ของสมการ = 51.25 เปอร์เซ็นต์

3.4 วิเคราะห์ตามสภาพจราจร

ในการวิเคราะห์ตามสภาพจราจร ได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ สภาพจราจรเบาบาง, ปานกลางและหนาแน่น ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.4.1 สภาพจราจรเบาบาง



รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่นๆ ของสภาพจราจรเบาบาง

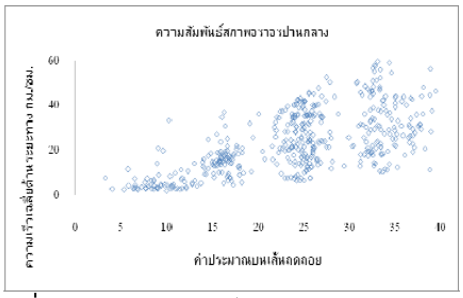
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ของสภาพจราจรเบาบาง เมื่อสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -0.170 + 0.321 TMS + 5.575 Dis\_r - 14.099 Parking$$

$$R^2 = 0.255 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.247 \qquad (12)$$

จากสมการที่ 12 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรเบาบาง คือ ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา, ความยาวช่วงถนน, และการอนุญาตจอดรถข้างถนน โดยที่ค่า R^2 = 0.255 ค่า Adjusted R^2 = 0.247และค่า error ของสมการ = 27.73 เปอร์เซ็นต์

3.4.2 สภาพจราจรปานกลาง



รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่นๆ ของสภาพจราจรปานกลาง

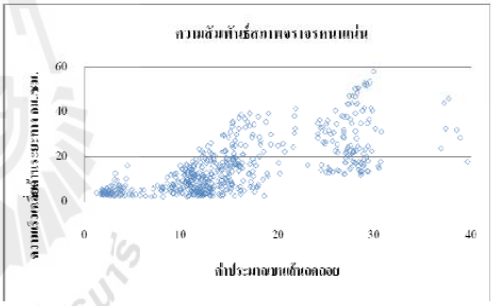
จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรปานกลาง เมื่อสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -7.804 + 0.340\ TMS + 26.264\ Dis\_r - 6.169\ N\_bus - 6.802\ Parking$$

$$R^2 = 0.413 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.408 \qquad (13)$$

จากสมการที่ 13 พบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางในสภาพจราจรปานกลาง คือความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา, ความยาวช่วงถนน, จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนนและการอนุญาตจอดรถข้างถนน โดยที่ค่า R^2 = 0.413 ค่าAdjusted R^2 = 0.408 และค่า error ของสมการ = 55.11 เปอร์เซ็นต์

3.4.3 สภาพจราจรหนาแน่น



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณบนเส้นถดถอยกับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางและตัวแปรอื่นๆ ของสภาพจราจรหนาแน่น

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ในสภาพจราจรหนาแน่น เมื่อสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จะได้สมการดังนี้

$$SMS = -32.772 + 0.272 TMS + 6.336 Dis\_r + 10.530 N\_lane - 9.112 Parking$$

$$R^2 = 0.505 \qquad Adjusted\ R^2 = 0.502 \qquad (14)$$

4. สรุปผล

จากสมการความสัมพันธ์เมื่อวิเคราะห์รวมทุกสภาพจราจรโดยวิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาค่า Adjusted R^2 = 0.304 และค่า error ของสมการ = 79.17 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อวิเคราะห์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางกับความเร็วเฉลี่ยด้านเวลาและตัวแปรอื่น ๆ ค่า Adjusted R^2 = 0.459 และค่า error ของสมการ = 63.87 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยแยกรายช่วงถนนค่า Adjusted R^2 อยู่ระหว่าง - 0.007 ถึง 0.288 และค่า error ของสมการอยู่ระหว่าง 25.20 ถึง 68.85 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยแบ่งตามความยาวช่วงถนนค่า Adjusted R^2 อยู่ระหว่าง 0.241 – 0.470 และค่า error ของสมการอยู่ระหว่าง 51.25 ถึง 57.37 เปอร์เซ็นต์และวิเคราะห์โดยแบ่งตามสภาพจราจรค่า Adjusted R^2 อยู่ระหว่าง 0.247 – 0.502 และค่า error ของสมการอยู่ระหว่าง 27.73 - 55.11 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าค่า Adjusted R^2 จากการแบ่งตามสภาพการจราจรมีค่าสูงสุด ดังนั้นสมการที่เหมาะสมที่สุดที่ผู้วิจัยเลือกเพื่อนำมาคาดการณ์ความเร็วจราจรแบบความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางสำหรับช่วงถนน คือ แบ่งตามสภาพจราจร

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยงานของรัฐบาลที่เกี่ยวข้องที่ให้ความร่วมมือในด้านข้อมูลทุติยภูมิซึ่งมีความสำคัญในการวิเคราะห์ทำให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

6. สัญลักษณ์และคำย่อ

SMS	ความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทาง (กม./ชม.)
TMS	ความเร็วเฉลี่ยด้านเวลา (กม./ชม.)
Dis_r	ความยาวช่วงถนน (กม.)
N_bus	จำนวนป้ายรถเมล์บนช่วงถนน
Dc_Dr	สัดส่วนระยะติดตั้งกล้องต่อความยาวช่วงถนน
Parking	การอนุญาตจอดรถริมถนน
A_flow_r	อัตราการไหลเฉลี่ย (คัน/ชม.)
N_lane	จำนวนช่องจราจร
A_t_occp	ร้อยละของเวลาที่มียานพาหนะอยู่บนจุดสำรวจ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษดา โชคสินอนันต์, "การตรวจจับความเร็วรถยนต์แบบทันกาลโดยใช้การประมวลผลภาพวีดิทัศน์," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพมหานคร, 2552

[2] กรกช เกิดแก้ว, "การทำนายระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษศรีรัช (ทางด่วนขั้นที่ 2)," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, 2549

[3] ณัฐพงษ์ วิไลเศรษฐีวนิช, "การประมาณเวลาการเดินทางโดยใช้ข้อมูลจากเครื่องตรวจนับจราจร," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร, 2551

[4] Baibing Li, "On the recursive estimation of vehicular speed using data from a single inductance loop detector: A Bayesian approach," Transportation Research Part B, v43, 2009, pp.391–402

[5] D.J. Dailey, "A statistical algorithm for estimating speed from single loop volume and occupancy measurements," Transportation Research Part B (v33),1999, pp.313-322

[6] F. Soriguera , F. Robust, "Estimation of traffic stream space mean speed from time aggregationsof double loop detector data," Transportation Research Part C ,2010, pp.1-15

[7] Jiang Han, John W. Polak, Javier Barria and Rajesh Krishnan, "On the estimation of space-mean-speed from inductive loop detector data,Transportation Planning and Technology , v33, 2010, pp.91-104

ประวัติผู้เขียน

นางสาวณัชฌา รวบทองหลาง เกิดวันพฤหัสบดีที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2528 ที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เริ่มการศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนบ้านหนองโสน สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนพิมายวิทยา อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา จากนั้นปี 2547 เริ่มศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขณะที่ทำการศึกษาในระดับปริญญาตรีในภาคการเรียนสุดท้ายได้ร่วมสหกิจศึกษากับบริษัทกรุงเทพชลกิจ สำนักงานบางปะกง ระยะเวลา 4 เดือน หลังจากสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีในปี 2550 ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ณ สถาบันเดิม ปัจจุบัน เป็นผู้ช่วยโครงการวิจัย สาขาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัย ได้ส่งบทความวารสารวิชาการ การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วเฉลี่ยด้านเวลากับความเร็วเฉลี่ยด้านระยะทางบนถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี