

การประเมินประสิทธิผลอุปกรณ์ควบคุมการจราจร
บริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง

นายอภิชัย ตรีอินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2550

**AN EFFECTIVENESS EVALUATION OF TRAFFIC
CONTROL DEVICES IN HIGHWAY WORK ZONE**

Apichai Sonin

**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 2007

การประเมินประสิทธิผลอุปกรณ์ควบคุมการจราจร
บริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร. วัฒนวงศ์ รัตนวราห)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สมประสงค์ สัตย์มัลลี)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อ. ดร. ธีรยุทธ ลิมานนท์)

กรรมการ

(อ. ดร. รัชพล ภูบุบผาพันธ์)

กรรมการ

(ศ. ดร. ไพโรจน์ สัตย์ธรรม)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รศ. น.อ. ดร. วรพจน์ ขำพิศ)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

อภิชัย ศรีอินทร์ : การประเมินประสิทธิผลอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง (AN EFFECTIVENESS EVALUATION OF TRAFFIC CONTROL DEVICES IN HIGHWAY WORK ZONE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมประสงค์ สัตย์มัลลี, 127 หน้า.

ในปัจจุบันปริมาณยานบนถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อมีการก่อสร้าง บูรณะ และบำรุงรักษาถนน ก็จะส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัด และยังอาจก่อให้เกิดอันตรายได้กับทั้งผู้ใช้เส้นทางสัญจรและผู้ปฏิบัติงาน การศึกษานี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นการนำอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Sign) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) มาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง โดยทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็วเฉลี่ย ณ สถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ และสัมภาษณ์ทัศนคติของผู้ขับขี่ที่ขับขี่ผ่านพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการนำอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานกรมทางหลวงมีส่วนช่วยให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วของยานลงก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง ในช่วงการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างสภาพการจราจรคล่องตัวมากขึ้นปริมาณจราจรเข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้างในช่องจราจรที่ปิดลดน้อยลงช่วยให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้งานมากขึ้น และผลการศึกษาสัมภาษณ์ทัศนคติของผู้ขับขี่พบว่าผู้ขับขี่ได้สังเกตเห็นอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ก่อสร้างโดยทั่วไป ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่จะลดความเร็วของยานลง และเปลี่ยนช่องจราจรมายังช่องจราจรปกติที่ไม่ปิดกั้น ซึ่งสอดคล้องกันกับผลสรุปของการวิเคราะห์ทางด้านการจราจร สำหรับการใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด ดังกล่าวมีความสะดวกในการติดตั้งและย้ายออก มีความคงทน มองเห็นได้ในระยะไกลช่วยให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวในการขับขี่ก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง

APICHAJ SONIN : AN EFFECTIVENESS EVALUATION OF TRAFFIC
CONTROL DEVICES IN HIGHWAY WORK ZONE. THESIS ADVISOR :
ASST. PROF. SOMPRASONG SUTTAYAMULLY, Ph.D. 127 PP.

TRAFFIC CONTROL SYSTEM IN HIGHWAY WORK ZONE / TRAFFIC
VOLUME / AVERAGE SPEED / VARIABLE MESSAGE SIGN / REMOVABLE
RUMBLE STRIPS

At this moment, vehicular traffic has rapidly increased. When a roadway is closed for construction and maintenance, it potentially causes traffic congestion and endangers drivers as well as road workers. The main objective of this study is to explore alternatives of the traffic control system for work zone by applying Variable Message Sign and Removable Rumble Strip to the standard traffic control system of the Department of Highways. By inspecting, traffic volume and average speed traffic near the set-up work zone, it was found the drivers decrease the speed before coming in to the work zone. In this way, vehicles would drive safer and more efficient passing the work zone area. The results of the interview, show that drivers generally observe the difference of traffic control device system at work zone and react by decreasing the speed of vehicles and changing lanes, corresponding to what have been observed in traffic stream. These two equipments are easy to be installed / removed, durable, discernable from distance, and help drivers be alert in driving before coming to the work zone.

School of Transportation Engineering

Academic Year 2007

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยคณาจารย์ และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือสนับสนุนเป็นอย่างดี ทั้งในด้านวิชาการ ด้านการดำเนินงานวิจัย และอนุเคราะห์อุปการณ์ดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมประสงค์ สัตย์มัลลี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการแนะนำแนวทาง และให้คำปรึกษาตลอดการวิจัยอย่างใกล้ชิด

อาจารย์ ดร.ถิรยุทธ ติมานนท์ สำหรับคำปรึกษาในการออกแบบการสำรวจข้อมูลรวมทั้งด้านการทำวิจัย และแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

คุณประภัทร จงดีนาน บริษัท 3M ประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลิตภัณฑ์เทปดีสะทอนแสง จำนวน 4 ม้วน มาทำการทดสอบในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณภาพดีมาก

ผู้อำนวยการแขวงกทางนครราชสีมาที่ 1 กรมทางหลวง ที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่เก็บข้อมูล

ท่านพระครูสุตปัญญานทร เจ้าอาวาสวัดสี่มุมบูรพาภิราม ที่ช่วยอบรมสั่งสอน ให้มีสติ สมาธิ และปัญญาในการศึกษาเล่าเรียนมาโดยตลอด

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษางานวิจัย และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ทุนการศึกษาประเภท “ทุนเรียนดี” แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา 2 ปีที่ผ่านมา

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

หนึ่งผู้วิจัยมีความสำนึกในพระคุณของคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิทยาการต่าง ๆ และขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่ส่งเสริม สนับสนุนด้านการศึกษาและช่วยเหลือด้านต่าง ๆ มาโดยตลอด

อภิชัย ศรีอินทร์

สารบัญ

หน้า

| | |
|---|-----------|
| บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..... | ก |
| บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) | ข |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ค |
| สารบัญ..... | ง |
| สารบัญตาราง..... | ช |
| สารบัญรูป..... | ญ |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... | ฐ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... | 3 |
| 1.4 ขั้นตอนการวิจัย..... | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 3 |
| 2 ปรัชญาบรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| 2.1 บทนำ..... | 5 |
| 2.2 ปรัชณงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| 2.3 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 15 |
| 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... | 17 |
| 3.1 บทนำ..... | 17 |
| 3.2 รูปแบบของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่นำมาศึกษา..... | 17 |
| 3.3 ลักษณะของเส้นทางที่ใช้ศึกษา..... | 21 |
| 3.4 ข้อมูลจราจรที่สำรวจ..... | 24 |
| 3.5 ขั้นตอนวิธีการเก็บข้อมูล..... | 25 |

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.6 | ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 31 |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล..... | 34 |
| 4.1 | บทนำ..... | 34 |
| 4.2 | การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจรจากสถานีตรวจวัด การจราจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ..... | 34 |
| 4.3 | การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัด การจราจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ..... | 35 |
| 4.3.1 | การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจร รูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 2..... | 36 |
| 4.3.2 | การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจร รูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 3..... | 41 |
| 4.3.3 | การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจร รูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 4..... | 46 |
| 4.4 | เปรียบเทียบแผนภาพแบบจำลองกราฟการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ สถานีตรวจวัดความเร็วตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง..... | 51 |
| 4.5 | การวิเคราะห์ข้อมูลการรวมตัวของยานพาหนะจากสถานีตรวจวัด การจราจรตำแหน่งต่าง ๆ..... | 52 |
| 4.6 | การวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา..... | 60 |
| 5 | สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... | 64 |
| 5.1 | สรุปผลการวิจัย..... | 64 |
| 5.1.1 | ผลการวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยของขบวนยาน..... | 64 |
| 5.1.2 | ผลการวิเคราะห์การรวมตัวของปริมาณขบวนยาน..... | 65 |
| 5.1.3 | ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา..... | 66 |
| 5.2 | ข้อเสนอแนะ..... | 66 |
| | รายการอ้างอิง..... | 68 |

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

| | | |
|----------------------|--|-----|
| ภาคผนวก ก | ข้อมูลความเร็วของขดยานที่เก็บข้อมูลจากสภาพการจราจร ในเส้นทางที่ใช้ศึกษา..... | 70 |
| ภาคผนวก ข | ข้อมูลปริมาณขดยานที่เก็บข้อมูลจากสภาพการจราจร ในเส้นทางที่ใช้ศึกษา..... | 80 |
| ภาคผนวก ค | รายละเอียดเกี่ยวกับการควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างทาง และระบบการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนระหว่างก่อสร้าง..... | 90 |
| ภาคผนวก ง | รายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งลักษณะพื้นที่ในบริเวณก่อสร้างทาง..... | 94 |
| ภาคผนวก จ | ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์ข้อมูลการจราจรแบบ Flashing Data Manager และแบบ Real Time Data Manager..... | 98 |
| ภาคผนวก ฉ | ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลการจราจร โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows..... | 102 |
| ภาคผนวก ช | ป้าย Variable Message Sign (VMS) ที่นิยมใช้ในประเทศไทย..... | 115 |
| ภาคผนวก ซ | รายละเอียดเกี่ยวกับเทปดีสก์ท่อนแสง 3M..... | 119 |
| ภาคผนวก ฅ | ตัวอย่างการแสดงผลแบบฟอร์มการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจร ที่ผ่านพื้นที่ศึกษา..... | 124 |
| ประวัติผู้เขียน..... | | 127 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|---|
| 3.1 | แสดงปริมาณจราจรของเส้นทางที่ใช้ศึกษา.....23 |
| 3.2 | รูปแบบระบบควบคุมการจราจรในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างและช่วงเวลาที่ทำการศึกษา..... 26 |
| 4.1 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.) 37 |
| 4.2 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.) 38 |
| 4.3 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.) 39 |
| 4.4 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.) 40 |
| 4.5 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.) 42 |
| 4.6 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.) 43 |
| 4.7 | แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.) 44 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.) | 45 |
| 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.) | 47 |
| 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.) | 48 |
| 4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.) | 49 |
| 4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.) | 50 |
| 4.13 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น..... | 55 |
| 4.14 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น..... | 55 |
| 4.15 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น..... | 57 |
| 4.16 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น..... | 57 |
| 4.17 ผลการสำรวจข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในช่วงกลางวัน..... | 61 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.18 ผลการสำรวจข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรผ่านพื้นที่ศึกษา ในช่วงค่ำ..... | 62 |
| ก.1 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 72 |
| ก.2 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 73 |
| ก.3 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 74 |
| ก.4 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 75 |
| ก.5 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 76 |
| ก.6 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 77 |
| ก.7 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 78 |
| ก.8 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 79 |
| ข.1 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 82 |
| ข.2 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 83 |
| ข.3 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 84 |
| ข.4 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 85 |
| ข.5 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 86 |
| ข.6 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 87 |
| ข.7 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 13.00 - 14.00 น..... | 88 |
| ข.8 ข้อมูลปริมาณขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 18.00 - 19.00 น..... | 89 |
| ง.1 ระยะระหว่างป้ายเตือนล่วงหน้า..... | 96 |
| ฉ.1 ตัวอย่างผลการทดสอบค่าทางสถิติระหว่างระบบ 1 กับระบบ 4 ช่วงค่ำ (13.00 – 14.00 น.) | 105 |
| ช.1 การเตรียมพื้นผิวเทพกาวสำหรับเทปดีสะท่อนแสง 3M โดยใช้สารยึดติด P-50. | 121 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--------|---|
| 2.1 | การติดตั้งป้ายสลับบข้อความแบบ Real – Time..... 8 |
| 2.2 | แสดงลักษณะการติดตั้งเส้นชะลอความเร็วแบบชั่วคราว..... 11 |
| 2.3 | ระยะการติดตั้งเส้นชะลอความเร็วสี่ล้อแบบเคลื่อนย้ายได้..... 12 |
| 2.4 | การควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างโดยใช้การเปลี่ยนรูปแบบ ของข้อความบนป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์..... 13 |
| 2.5 | การติดตั้งเส้นชะลอความเร็วในรัฐมิซซูรี (Missouri) 14 |
| 2.6 | ลักษณะการติดตั้งเส้นชะลอความเร็ว..... 16 |
| 3.1 | ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างตามมาตรฐานกรมทางหลวง..... 18 |
| 3.2 | ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) 18 |
| 3.3 | ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) 19 |
| 3.4 | ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ร่วมกับ เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) 19 |
| 3.5 | รูปแบบอุปกรณ์ป้ายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ใช้ศึกษา..... 20 |
| 3.6 | ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางที่จะใช้ศึกษา..... 22 |
| 3.7 | แผนภาพกราฟแสดงปริมาณจราจรของเส้นทางที่จะใช้ศึกษา..... 22 |
| 3.8 | ตำแหน่งสถานีตรวจวัด ความเร็ว และปริมาณจราจร..... 25 |
| 3.9 | การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 1 ป้ายบอกระยะทางติดตั้งประกอบด้วยป้ายงานก่อสร้าง..... 27 |
| 3.10 | การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 2 ป้ายทางแคบด้านซ้ายติดตั้งประกอบด้วยป้ายจำกัดความเร็ว 40 กม./ชม..... 27 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.11 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 3 ป้ายเตือนคนทำงานติดตั้งประกอบด้วยป้ายกำลังปฏิบัติงาน..... | 27 |
| 3.12 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 4 ป้ายเตือนลดความเร็ว..... | 28 |
| 3.13 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 5 ป้ายเตือนแนวทางไปทางขวาติดตั้งประกอบด้วยแผงกั้น..... | 28 |
| 3.14 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 6 ป้ายสิ้นสุดเขตก่อสร้าง..... | 28 |
| 3.15 การติดตั้งป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) | 29 |
| 3.16 การติดตั้งเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) | 29 |
| 3.17 ระยะเวลาติดตั้งเส้นชะลอความเร็วที่ทำการศึกษา..... | 30 |
| 3.18 การรื้อเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) ออกหลังจากใช้งานแล้ว 14 วัน..... | 30 |
| 3.19 การติดตั้งกล้องถ่ายวิดีโอเพื่อบันทึกภาพการจราจร..... | 30 |
| 3.20 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องวิดีโอ และเครื่อง Autoscope Solo Pro NC ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์..... | 32 |
| 3.21 การกำหนดสถานีตรวจวัดเพื่อแปรผลข้อมูลการจราจรจากภาพวิดีโอ..... | 32 |
| 3.22 การแสดงผลข้อมูลการจราจรแบบ Real Time Data Manager..... | 33 |
| 3.23 การแสดงผลข้อมูลการจราจรแบบ Flashing Data Manager..... | 33 |
| 4.1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัด ความเร็ว และปริมาณจราจร..... | 35 |
| 4.2 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น..... | 53 |
| 4.3 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น..... | 54 |
| 4.4 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณยานพาหนะ ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น..... | 56 |
| 4.5 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณยานพาหนะ ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น..... | 58 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| ก.1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดความเร็ว..... | 71 |
| ข.1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณขูดขน..... | 81 |
| ง.1 ภาพแสดงการแบ่งลักษณะพื้นที่ในบริเวณก่อสร้าง..... | 96 |
| จ.1 แสดงตัวอย่างการวาด Speed Detector และ Station Detector..... | 99 |
| จ.2 แสดงผลลัพธ์ข้อมูลการจราจรแบบ Flashing Data Manager..... | 100 |
| จ.3 แสดงผลลัพธ์ข้อมูลการจราจรแบบ Real Time Data Manager..... | 101 |
| ช.1 ป้ายอักษรไฟวิ่ง LED ภายนอกอาคาร..... | 116 |
| ช.2 ป้าย Variable Message sign (VMS) ที่ใช้ในงานวิจัย..... | 117 |
| ช.3 รายละเอียดของป้าย Variable Message Sign (VMS) | 118 |
| ช.1 การทำความสะอาดพื้นผิวจราจรก่อนการติดตั้งเทปดีสะท่อนแสง 3M..... | 120 |
| ช.2 การติดตั้งเทปดีสะท่อนแสง 3M..... | 122 |
| ช.3 การใช้ล้อยกน้ำหนัก 90 กิโลกรัม บดทับเทปดีสะท่อนแสง 3M..... | 123 |
| ช.4 การติดตั้งแล้วเสร็จเปิดการจราจรตามปกติ..... | 123 |

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | | |
|---------|---|--|
| ต. | = | ป้ายเตือนทั่วไป |
| ต.24 | = | ป้ายทางแคบด้านขวา |
| ตก. | = | ป้ายเตือนในงานก่อสร้าง |
| ตก.2 | = | ป้ายงานก่อสร้าง |
| ตก.3 | = | ป้ายคนทำงาน |
| ตก.26 | = | ป้ายเตือนแนวทางไปทางขวา |
| ตล. | = | ป้ายเตือนสำหรับโครงการก่อสร้าง |
| ตล.7 | = | ป้ายเตือนลดความเร็ว |
| ตล.10 | = | ป้ายบอกระยะทาง |
| ตล.26 | = | ป้ายสิ้นสุดเขตก่อสร้าง |
| FULL HT | = | รถบรรทุกพ่วง |
| HB | = | รถโดยสารขนาดใหญ่ |
| HT | = | รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ |
| LB | = | รถโดยสารขนาดเล็ก |
| LT | = | รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ |
| MB | = | รถโดยสารขนาดกลาง |
| MC | = | รถจักรยานยนต์ และรถสามล้อเครื่อง |
| MT | = | รถบรรทุกขนาดกลาง 6 ล้อ |
| MUTCD | = | คู่มือมาตรฐานการติดตั้งระบบควบคุมการจราจรของรัฐบาลกลาง สหรัฐอเมริกา |
| PC<7 | = | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน |
| PC>7 | = | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เกิน 7 คน |
| PCUs | = | ค่าที่ใช้แปลงขงดยานแต่ละประเภทให้เป็นรถยนต์นั่ง |
| psi. | = | ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว |

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

| | | |
|---------|---|--|
| SEMI HT | = | รถบรรทุกกึ่งพ่วง |
| TRI | = | รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ |
| VMS | = | ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์แบบสลับข้อความ |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมื่อมีการก่อสร้าง บำรุง และบำรุงรักษาถนน (Road Maintenance) มีความจำเป็นที่จะต้องปิดพื้นที่จราจรบางส่วนเพื่อกันพื้นที่การก่อสร้าง การปิดพื้นที่จราจรนั้นส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัด การเคลื่อนตัวของยานพาหนะช้าลง และยังสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้กับทั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้เส้นทางสัญจร ดังนั้นระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ใช้เส้นทางในการสัญจร โดยจะเป็นการเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงาน ขณะเดียวกันก็จะช่วยให้การจราจรสามารถเคลื่อนตัวผ่านบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง (Work Zone) ได้อย่างเป็นระเบียบ และมีการเดินไหลที่เหมาะสม

ในงานก่อสร้าง บำรุง และบำรุงรักษาถนน หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้กำหนดรูปแบบ และเกณฑ์มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง เพื่อบังคับ เตือน และแนะนำผู้ใช้เส้นทางสัญจรให้ได้รับความสะดวกปลอดภัยในการเดินทาง และผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินงานก่อสร้างได้สะดวกยิ่งขึ้น ทั้งนี้บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเป็นบริเวณที่ทำให้ไม่สะดวกต่อการจราจร และมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่าพื้นที่ปกติ เนื่องจากผู้ใช้เส้นทางสัญจรไม่ได้คาดหมายว่าจะมีอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้า จึงจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างให้เพียงพอ เครื่องหมายควบคุมการจราจรมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่ทราบถึงพื้นที่ก่อสร้างล่วงหน้า แสดงจุดอุปสรรค และการเบี่ยงเบนแนวการจราจร ประกาศและแนะนำการขับขี่ผ่านพื้นที่ก่อสร้างได้อย่างปลอดภัยเครื่องหมายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่พบเห็นโดยทั่วไป ได้แก่

- 1) ป้ายจราจร (Traffic Signs) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น ป้ายบังคับ ป้ายเตือน และป้ายแนะนำ เช่น ป้ายจำกัดความเร็ว ป้ายเตือนงานก่อสร้าง ป้ายแสดงระยะทางก่อสร้าง เป็นต้น
- 2) แผงกั้น (Barricades) ซึ่งใช้ในการปิดกั้นการจราจร ใช้เป็นเครื่องหมายเตือน เป็นต้น
- 3) เครื่องจัดช่องจราจร (Channelizing Devices) เช่น กรวยยางสีส้ม หลักนำทาง เป็นต้น
- 4) อุปกรณ์ส่องสว่าง (Lighting Devices) เช่น ไฟกะพริบ ไฟส่องป้ายจราจร เป็นต้น
- 5) เครื่องให้สัญญาณ (Signalizing Devices) เช่น สัญญาณธง สัญญาณไฟต่าง ๆ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง จะต้องปฏิบัติตามรูปแบบและเกณฑ์มาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่กำหนด และเป็นไปตามหลักวิชาชีพที่สำคัญไม่ควรลดมาตรฐานเครื่องหมายควบคุมการจราจรในระหว่างการก่อสร้างหรือบำรุงรักษาถนนด้วยเหตุผลต่าง ๆ เช่น ต้องการประหยัด หรือปล่อยปะละเลยอันอาจเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุอันตรายได้ ชีวิตของผู้ใช้เส้นทางสัญจร และผู้ปฏิบัติงานนั้นมีความมากกว่าเครื่องหมายควบคุมการจราจรสุดจะเปรียบได้ ดังนั้นบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างจึงไม่ควรประหยัดค่าเครื่องหมายควบคุมการจราจร และควรพัฒนาปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องหมายควบคุมการจราจรให้มีประสิทธิภาพทันสมัยอยู่เสมอ

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าเศรษฐกิจของประเทศไทยเราเจริญเติบโตมากขึ้น และเป็นผลให้ปริมาณรถยนต์มีจำนวนมากขึ้นและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่มาตรฐานของกรมทางหลวงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 และได้พัฒนาปรับปรุงเมื่อปี พ.ศ. 2545 ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ามีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา และพัฒนาระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างต่อเนื่องให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยการนำอุปกรณ์ควบคุมการจราจรที่ใช้ได้ผลดี และเป็นที่ยอมรับในต่างประเทศมาประยุกต์ใช้กับมาตรฐานของกรมทางหลวงต่อไป

ในการศึกษานี้จะเป็นการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีกิจกรรมก่อสร้างบนทางหลวง ซึ่งจะเป็นการนำอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Sign) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เป็นเทปดีสะทอนแสง 3M มาประยุกต์ใช้เข้ากับระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวงเพื่อศึกษา และพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับแนวทางที่จะนำไปปฏิบัติในการเตือน ให้ผู้ใช้เส้นทางสัญจรได้ทราบถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนที่จะเข้าสู่บริเวณพื้นที่ก่อสร้าง และผู้ขับขี่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการขับขี่ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และการจราจรลื่นไหลได้อย่างเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

ในปัจจุบันปริมาณรถยนต์มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงควรมีการพัฒนาปรับปรุงระบบควบคุมการจราจรในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างให้ทันกับปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น สามารถสื่อสารให้ผู้ใช้เส้นทางสัญจรทราบถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นล่วงหน้า และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการขับขี่ได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น จึงได้มีการนำอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Sign) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เป็นเทปดีสะทอนแสง 3M มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง
- 2) เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ร่วมกับระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง
- 3) เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์กับเส้นชะลอความเร็วสีส้มแบบเคลื่อนย้ายได้ร่วมกับระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในปัจจุบันถนนมีหลายประเภท หลายขนาด และหลายมาตรฐาน ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างก็เช่นกัน การศึกษาจึงได้กำหนดขอบ และขอบเขตการวิจัยดังนี้

- 1) เส้นทางที่จะทำการศึกษา คือ ทางหลวงขนาด 4 ช่องจราจร เติมนรถ 2 ทิศทาง และมีเกาะกลางแยกทิศทางขาไปและขากลับอย่างชัดเจน
- 2) ใช้ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างตามมาตรฐานของกรมทางหลวงเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบ

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

การศึกษาวิจัยโดยรวม ได้ทำการดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

- 1) การศึกษาวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่ผ่านมา
- 2) การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์
- 3) กำหนดวัตถุประสงค์ และวิธีการทำวิทยานิพนธ์
- 4) กำหนดขอบเขตของการศึกษา
- 5) แนวทางการวิเคราะห์
- 6) การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม
- 7) การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม
- 8) สรุปผล และจัดทำรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

จากการศึกษาวิจัยคาดว่าจะได้รับประโยชน์จากอุปกรณ์ควบคุมการจราจรที่นำมาทำการศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) เป็นแนวทางเพื่อที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงมาตรฐานระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างของหน่วยงาน และองค์กรที่เกี่ยวข้องต่อไป
- 2) เป็นประโยชน์ต่อผู้ขับขี่รถยนต์ที่ใช้เส้นทางผ่านบริเวณพื้นที่ที่มีกิจกรรมก่อสร้างบนทางหลวง ช่วยให้ผู้ขับขี่ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการขับขี่ให้เกิดความปลอดภัยและการจราจรคล่องตัวมากขึ้น เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ทำงานก่อสร้างทางส่งผลให้มีความสะดวก และความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น
- 3) เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ทำงานก่อสร้างทาง ความสะดวก และความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

ปฏิสนั้วรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันกับงานวิจัยที่กำลังศึกษา และโครงการศึกษาที่เกี่ยวกับการจัดทำคู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจรในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ตลอดจนการนำอุปกรณ์รูปแบบใหม่ ๆ ที่ทันสมัยมาใช้ในการควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

2.2 ปฏิสนั้วงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมทางหลวง (2545) ในงานก่อสร้าง บูรณะ และบำรุงรักษาทางหลวง รวมทั้งการก่อสร้างซ่อมแซมสาธารณูปโภคอื่น ๆ บนทางหลวง ที่ผ่านมากรมทางหลวงได้ใช้ คู่มือ เครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง บูรณะ และบำรุงรักษาทางหลวงปี พ.ศ. 2522 โดยใช้เวลาเป็นเวลามากกว่า 23 ปี และได้พัฒนาปรับปรุงใหม่เมื่อปี พ.ศ. 2545 เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรปัจจุบันที่มีปริมาณยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น และการจราจรที่ใช้ความเร็วสูงขึ้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเครื่องหมายควบคุมการจราจรให้มีประสิทธิภาพเพียงพอเพื่อให้มีความเหมาะสม และทันสมัย มีรูปแบบการติดตั้งเป็นแบบเดียวกัน และสอดคล้องตามมาตรฐานสากล ซึ่งได้แสดงรายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ในภาคผนวก ค. ต่อไป

ธนัญชย์ นิ่งเจริญ (2545) ได้ทำการศึกษาถึงผลของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง โดยทำการศึกษาการปรับเปลี่ยนตำแหน่ง หรือระยะในการติดตั้งป้าย ซึ่งได้นำมาตรฐานของ MUTCD มาเป็นรูปแบบมาตรฐานในการศึกษา โดยรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรที่นำมาทำการศึกษา ได้แก่

- 1) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD
- 2) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD ปรับระยะการติดตั้งป้ายที่ 1 (ป้ายงานซ่อมบำรุงทางข้างหน้าโปรกระวัง) ห่างจากจุดเดิม 50 เมตร ทิศทางออกจากพื้นที่ก่อสร้าง
- 3) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD ปรับระยะการติดตั้งป้ายที่ 1 (ป้ายงานซ่อมบำรุงทางข้างหน้าโปรกระวัง) ห่างจากจุดเดิม 50 เมตร ทิศทางเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง

- 4) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD ปรับระยะการติดตั้งป้ายที่ 2 (ป้าย 300 ม. ข้างหน้าปิดช่องทางขวา) ห่างจากจุดเดิม 50 เมตร ทิศทางออกจากพื้นที่ก่อสร้าง
- 5) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD ปรับระยะการติดตั้งป้ายที่ 2 (ป้าย 300 ม. ข้างหน้าปิดช่องทางขวา) ห่างจากจุดเดิม 50 เมตร ทิศทางเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง
- 6) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD ปรับระยะการติดตั้งป้ายที่ 3 (ป้ายสัญลักษณ์ทางแคบด้านขวา) ห่างจากจุดเดิม 50 เมตร ทิศทางออกจากพื้นที่ก่อสร้าง
- 7) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD ปรับระยะการติดตั้งป้ายที่ 3 (ป้ายสัญลักษณ์ทางแคบด้านขวา) ห่างจากจุดเดิม 50 เมตร ทิศทางเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง
- 8) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน MUTCD การเปลี่ยนความยาวทางลู่วิ่ง (Taper Length) จากความยาว 90 เมตร เป็นความยาว 50 เมตร

ซึ่งการศึกษานี้ได้สำรวจเก็บข้อมูลทางการจราจร โดยใช้กล้องถ่ายวิดีโอบันทึกภาพการจราจร และนำภาพวิดีโอที่ได้นำมาทำการตรวจจับข้อมูลทางการจราจรที่ต้องการ เช่น ความเร็ว ณ จุดต่าง ๆ ปริมาณจราจร เป็นต้น โดยใช้วิธี Image Processing ผ่านเครื่อง Autoscope 2004 เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ และนำข้อมูลการจราจรที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลการศึกษา ซึ่งผลการศึกษารูปได้ว่าการปรับเปลี่ยนระยะการติดตั้งป้ายควบคุม หรือการลดระยะความยาวของทางลู่วิ่งนั้นไม่ได้ทำให้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป แต่จะมีผลทำให้ความเร็ว ณ ตำแหน่งต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไป และสามารถสรุปได้อีกว่าป้ายสัญลักษณ์ทางแคบด้านขวา ซึ่งติดตั้ง ณ ตำแหน่ง 150 เมตร จากจุดเริ่มต้นทางลู่วิ่งเมื่อปรับระยะการติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ทางแคบด้านขวาเข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้าง ค่าความเร็ว ณ ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีค่าเพิ่มขึ้น

ประพาส เหลืองศิริรักษา (2542) ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบควบคุมการจราจรในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจร (Work Zone) บนถนนทางหลวงรูปแบบต่าง ๆ สำหรับพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ ทางหลวงหมายเลข 2 (มิตรภาพ) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจรที่เหมาะสม โดยรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรที่นำมาศึกษา ได้แก่

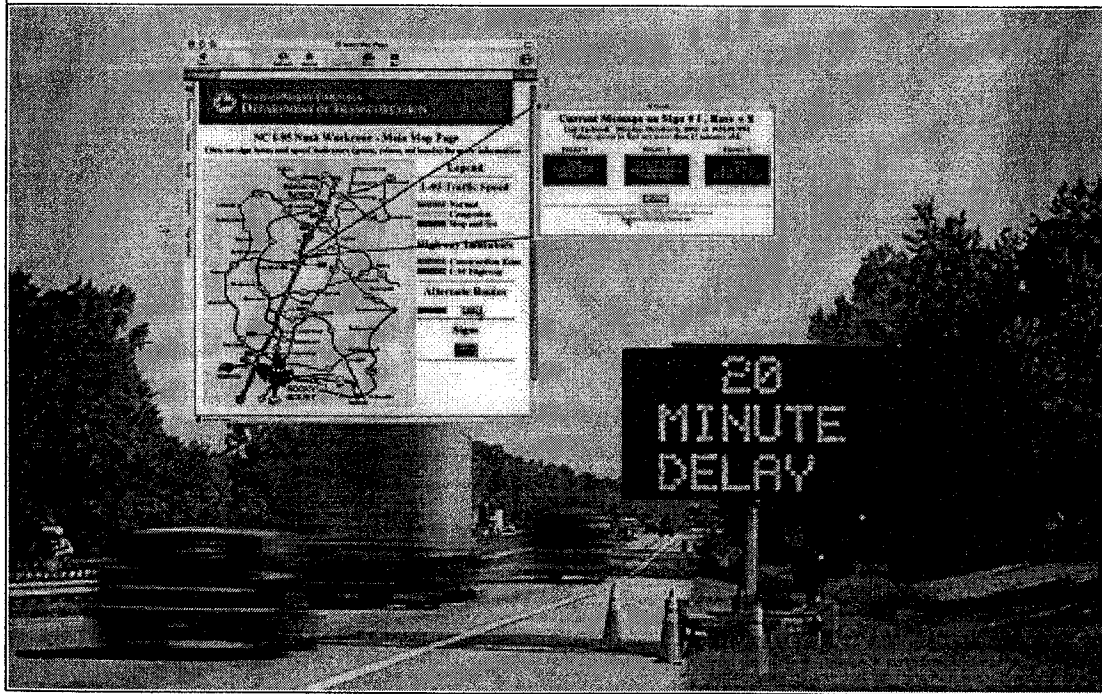
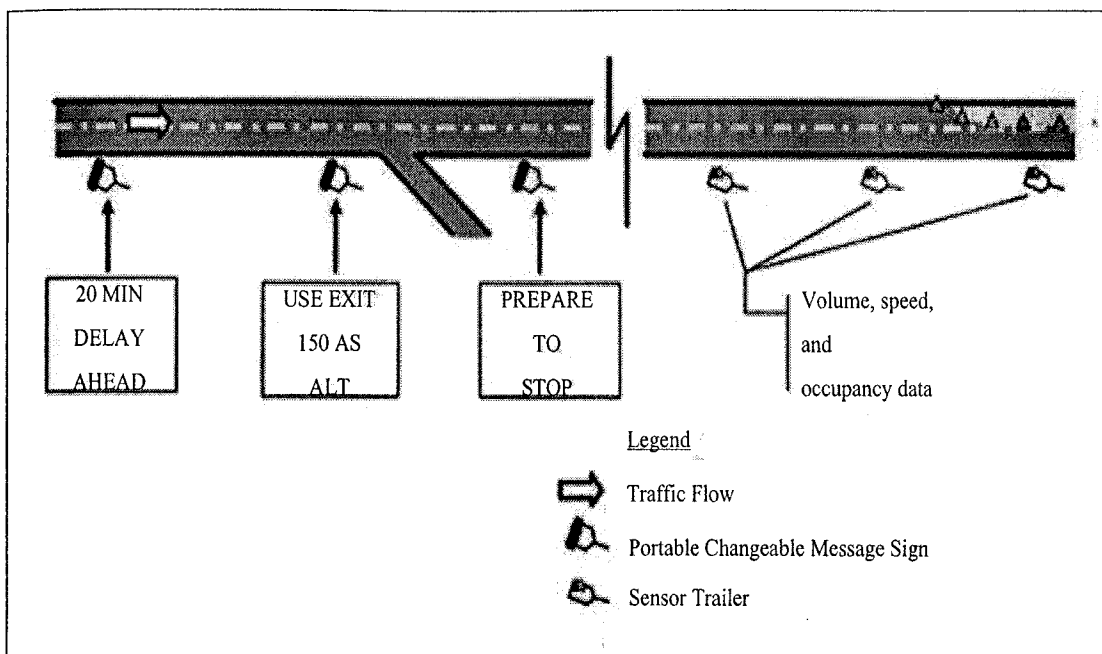
- 1) ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานกรมทางหลวง
- 2) ระบบควบคุมการจราจรเทียบเท่ามาตรฐาน Manual on Uniform Traffic Control Device (MUTCD)
- 3) ระบบควบคุมการจราจรเทียบเท่ามาตรฐาน MUTCD และปรับปรุงระยะปรับลดช่องจราจร (Taper) ให้ยาวขึ้น

4) ระบบควบคุมการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวงโดยใช้ป้ายเตือนแบบเหนือช่องจราจร (Overhead Sign)

ในการศึกษาจะทำการติดตั้งระบบควบคุมการจราจรแต่ละรูปแบบในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจร และทำการเก็บข้อมูลทางด้านการจราจร ได้แก่ อัตราการไหลของยาน ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของยาน และจำนวนยานในช่องจราจรที่จะปิดที่ระยะ 10, 40, 70, 100 และ 150 เมตร ก่อนถึงจุดเริ่มต้นระยะปรับลดช่องจราจร และความเร็วขณะใดขณะหนึ่งเฉลี่ยของยานแต่ละประเภทก่อนที่จะถึงสิ่งกีดขวางในแต่ละช่องทางเป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบระบบควบคุมการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวงโดยใช้ป้ายเตือนแบบเหนือช่องจราจร (Overhead Sign) มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ ระบบควบคุมการจราจรเทียบเท่ามาตรฐาน MUTCD และปรับปรุงระยะปรับลดช่องจราจร (Taper) ให้ยาวขึ้น ระบบควบคุมการจราจรเทียบเท่ามาตรฐาน MUTCD และระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานกรมทางหลวงตามลำดับ

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2546) จากโครงการศึกษาการจัดทำมาตรฐานความปลอดภัยการจราจรและขนส่ง ซึ่งได้มีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการจัดระบบการจราจรทางบกเพื่อให้ประชาชนสามารถเดินทางได้ด้วยความสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และปลอดภัย ซึ่งได้จัดทำเป็นเอกสารมาตรฐานความปลอดภัยการจราจรและขนส่งเกี่ยวกับเครื่องหมายจราจร (Traffic Control Devices) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลถนน และทางหลวงนำไปใช้เป็นแนวทาง (Guideline) ในการจัดการและควบคุมการจราจรบริเวณต่าง ๆ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อเพิ่มความปลอดภัย และประสิทธิภาพในระบบการจราจรบนท้องถนนได้เป็นอย่างดี ซึ่งได้แสดงรายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ในภาคผนวก ง. ต่อไป

Bushman et al. (2004) ได้ทำการทดสอบอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ช่วยผู้ขับขี่ในการตัดสินใจเลือกเส้นทางเพื่อเดินทางผ่านพื้นที่ก่อสร้าง เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องก่อสร้าง หรือบำรุงรักษาถนน (Road Maintenance) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องกำกับดูแลความปลอดภัย และการจราจรที่ติดขัดอย่างต่อเนื่อง การจัดการบริหารการจราจรจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากจึงต้องใช้ระบบควบคุมการจราจรพื้นที่ก่อสร้างที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย (Smart Work Zone Systems) โดยเป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาประยุกต์ใช้กับการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอย่างแพร่หลาย การศึกษานี้ใช้ป้ายสลับข้อความ (Variable Message Signs) ติดตั้งด้านข้างถนนเพื่อแนะนำให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลง คาดหมายเวลาที่จะเกิดความล่าช้าได้ และช่วยให้ตัดสินใจไปใช้เส้นทางอื่นแทน ลดการเสียเวลารอคอย ลดความยาวของแถวคอย ลดความไม่พึงพอใจของผู้ขับขี่ และช่วยให้ผู้ขับขี่รู้สึกตื่นตัวกับสถานะการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นข้างหน้า



รูปที่ 2.1 การติดตั้งป้ายสลับข้อความแบบ Real - Time

หมายเหตุ : จาก Transportation Association of Canada Québec City, โดย Rob Bushman, Curtis Berthelot, and Joseph Chan, Department of Civil Engineering University of Saskatchewan Saskatoon, SK

การศึกษานี้ดำเนินการโดย Smart Work Zone Deployment บนทางหลวงหมายเลข 95 ในรัฐ North Carolina ในช่วงการก่อสร้างปี 2003 ดังแสดงในรูปที่ 2.1 จากการทดสอบผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ จะใช้การสลับไปใช้เส้นทางอื่นแทน เมื่อเห็นป้ายสลับข้อความแสดงข้อมูลข่าวสารการจราจรแบบ Real – Time และผู้ขับขี่ได้เห็นป้ายสลับข้อความที่แนะนำข้อมูลข่าวสารการจราจรที่เกิดขึ้นข้างหน้า ผู้ขับขี่ก็มีโอกาสที่จะเลือกใช้เส้นทางเดิม หรือสลับไปใช้เส้นทางอื่น จากผลการทดลองในบริเวณชานเมืองพบว่าข้อมูลข่าวสารจากป้ายสลับข้อความช่วยให้ผู้ขับขี่คาดการณ์การเสียเวลาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ในช่วงที่การจราจรติดขัดผู้ขับขี่เลือกที่จะสลับไปใช้เส้นทางอื่นมากกว่าที่จะเข้าไปสู่พื้นที่การจราจรติดขัดบริเวณการก่อสร้าง

Fontaine and Carlson (2001) ได้ทำการศึกษาทดสอบการประเมินประสิทธิผลของอุปกรณ์ป้ายแสดงความเร็วของยานยนต์ (Speed Display) และเส้นชะลอความเร็วสี่เหลี่ยมแบบชั่วคราว (Portable Orange Rumble Strips) บนทางหลวงขนาด 2 ช่องจราจร นอกเขตเมืองที่มีปริมาณการจราจรน้อย ยานยนต์วิ่งด้วยความเร็วสูงเฉลี่ย 112.7 กม./ชม. โดยป้ายแสดงความเร็วของยานยนต์จะเป็นการใช้เรดาร์จับความเร็ว (Radar Activated) ทำการจับความเร็วของยานยนต์ในกระแสนจราจรที่วิ่งเข้ามาป้าย แสดงความเร็วที่ตรวจจับได้ออกทางป้าย แสดงความเร็วเป็นตัวอักษรขนาดใหญ่มองเห็นชัดเจน และเส้นชะลอความเร็วสี่เหลี่ยมแบบชั่วคราวที่ใช้ศึกษามีความหนา 6.35 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) ความกว้าง 101.60 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ติดตั้งชุดละ 6 แถบมีระยะห่างกันในแต่ละแถบ 457.2 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) ติดตั้งในลักษณะขวางถนน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าเส้นชะลอความเร็วสี่เหลี่ยมแบบชั่วคราว (Portable Orange Rumble Strips) จะช่วยลดความเร็วเฉลี่ยของรถบรรทุกประมาณ 4.83 – 6.44 กม./ชม. สำหรับยานทั่วไปความเร็วเฉลี่ยจะลดลงน้อยมากประมาณ 3.2 กม./ชม. ส่วนป้ายแสดงความเร็วของยานยนต์ (Speed Display) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้เส้นชะลอความเร็วสามารถที่จะทำให้ความเร็วเฉลี่ยของยานยนต์ลดลงได้ถึง 16.10 กม./ชม. จากรูปแบบการควบคุมการจราจรปกติ

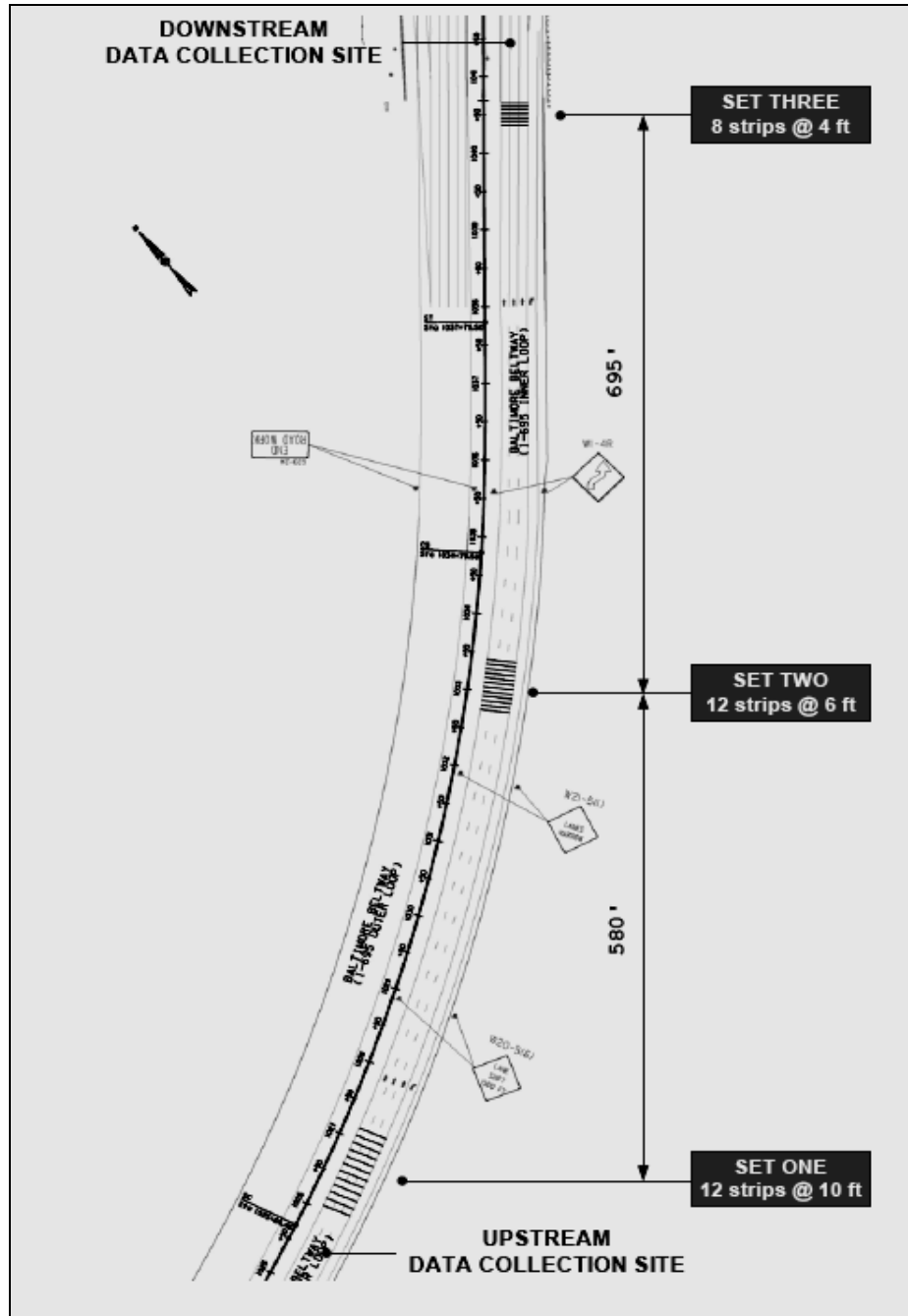
Hooshdar and Adeli (2004) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ป้ายสลับข้อความบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางด่วนเมื่อจำนวนยานยนต์เพิ่มมากขึ้นบนทางด่วน วิธีการจัดการบริหารการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างก็จะต้องใช้ป้ายอิเล็กทรอนิกส์แบบสลับข้อความได้ (Variable Message Signs : VMS) ซึ่งจะใช้รูปแบบเป็นระบบโครงข่าย (Neural Network Model) ป้ายอิเล็กทรอนิกส์แบบสลับข้อความในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางด่วนจะเป็นการควบคุมแบบ Real – Time และระบบโครงข่ายจะลำดับข้อมูลจากจุดเริ่มต้นการก่อสร้างและส่งข้อความไปยังต้นทางบนทางด่วน ทำให้ผู้ขับขี่สามารถทราบถึงการจราจรที่ติดขัดในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง เมื่อได้เห็นป้ายข้อความก็จะทำให้ผู้ขับขี่มีความเข้าใจถึงสถานการณ์ข้างหน้า และระบบโครงข่ายของป้ายอิเล็กทรอนิกส์แบบสลับข้อความสามารถปรับเปลี่ยนข้อความตามการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาในวันหนึ่ง ๆ เช่น

ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น ในช่วงที่ไม่ใช่ชั่วโมงเร่งด่วนระหว่างวัน และในช่วงเวลา กลางคืน และยังสามารคคาดการณ์การไหลของการจราจรในช่วงหนึ่งวันได้ ระบบของโครงข่ายที่ จัดเรียงลำดับข้อมูลบนป้ายสลับข้อความที่ใช้อยู่มี 2 รูปแบบที่มีความแตกต่างกัน คือ the Simple Backpropagation (BP) และ the Levenberg – Marquardt BP Algorithms ข้อมูลบนป้ายสลับข้อความ ที่โครงข่ายส่งออกไปจะต้องปรับให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง

Maryland State Highway Administration (2005) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำเส้นชะลอ ความเร็วแบบชั่วคราวมาใช้กับบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง โดยเส้นชะลอความเร็วมีลักษณะนูนขึ้นเป็น ลูกฟูกช่วยให้เกิดการสั่นสะเทือน และเกิดเสียงขึ้นเมื่อรถยนต์วิ่งผ่าน โดยทำการติดตั้งเส้นชะลอ ความเร็วจำนวน 3 ชุด ก่อนถึงพื้นที่ก่อสร้างบนทางด่วนซึ่งเป็นแนวทางโค้งในรัฐ Maryland ดังแสดง ในรูปที่ 2.2 ซึ่งทำการติดตั้งเส้นชะลอความเร็วจำนวน 3 ชุด ก่อนถึงพื้นที่ก่อสร้าง โดยชุดที่ 1 ติดตั้ง ก่อนถึงพื้นที่ก่อสร้างประมาณ 1,400 ฟุต ชุดที่ 2 ติดตั้งก่อนถึงพื้นที่ก่อสร้างประมาณ 800 ฟุต และ ชุดที่ 3 ติดตั้งก่อนถึงพื้นที่ก่อสร้างประมาณ 100 ฟุต ส่วนในด้านราคาของเส้นชะลอความเร็วที่ใช้ ประมาณ 4,600 เหรียญ และค่าใช้จ่ายในการติดตั้งประมาณ 1,600 เหรียญ การทดสอบนี้ใช้การ วัดผล 3 รูปแบบ คือ (1) ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ (2) ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ และ (3) การ กระจายตัวของความเร็ว ซึ่งผลการทดสอบพบว่ามีความเร็วที่แตกต่างกันระหว่างตำแหน่งที่ต้นทาง และตำแหน่งที่ปลายทางของพื้นที่ก่อสร้างมีความเร็วลดลง 2 ไมล์ต่อชั่วโมง และมีความเร็วเพิ่มขึ้น 0.2 ไมล์ต่อชั่วโมง แต่ไม่มีผลต่อการกระจายตัวของความเร็ว และเส้นชะลอความเร็วจะก่อให้เกิด เสียง ซึ่งได้ยินในความถี่ปกติประมาณ 3 เดซิเบล และเสียงนั้นจะไม่ก่อให้เกิดผลร้ายหรือการ กระทบใด ๆ ต่อการขับขี่

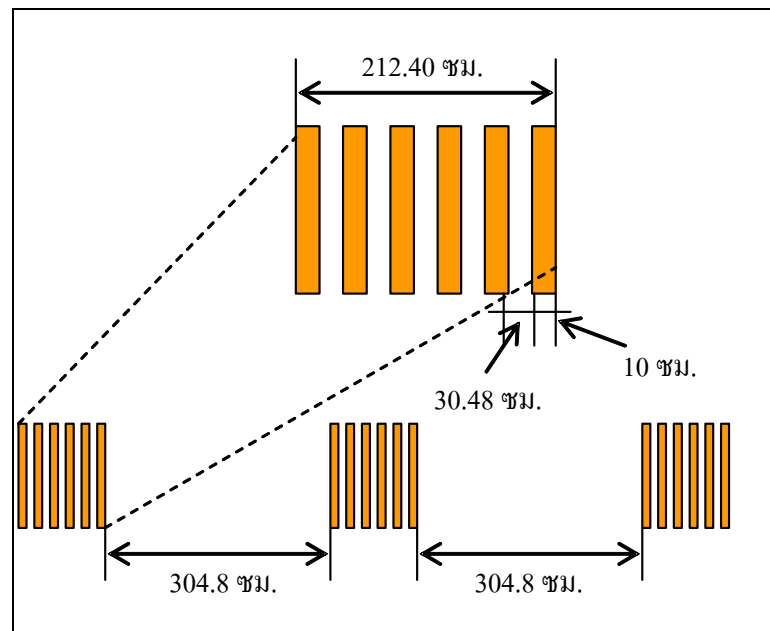
Meyer (2000) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิผลของเส้นชะลอความเร็วสีส้ม แบบเคลื่อนย้ายได้ (Orange Removable Rumble Strips) บริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง เส้นชะลอ ความเร็วเป็นอุปกรณ์ช่วยเตือนให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวในการขับขี่ และยังเป็นเครื่องหมายบนพื้นถนนใช้ ควบคุมความเร็ว ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษบบนทางหลวงนอกเมืองขนาด 2 ช่องจราจรผิวทาง แอสฟัลต์ ซึ่งใช้ความเร็วได้สูงประมาณ 105 กม./ชม. และจำกัดความเร็วบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ประมาณ 48 กม./ชม. ลักษณะของเส้นชะลอความเร็วที่นำมาศึกษามีความหนา 3.175 มิลลิเมตร มีความกว้าง 100 มิลลิเมตร ซึ่งติดตั้งทั้งหมด 3 ชุด ระยะห่างกันแต่ละชุด 30.48 เมตร (100 ฟุต) แต่ละชุดติดตั้ง 6 แถบ ระยะห่างกันแต่ละแถบ 304.8 มิลลิเมตร (1 ฟุต) ติดตั้งขวางช่องจราจร ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าเส้นชะลอความเร็วสีส้มแบบเคลื่อนย้ายได้ (Orange Removable Rumble Strips) ช่วยให้รถยนต์ลดความเร็วลง 1.61 – 3.70 กม./ชม. และการติดตั้งไม่ยุ่งยาก โดยวัดความกว้างของช่องจราจร หรือประมาณ 3.70 เมตร และวัดระยะห่างแต่ละแถบประมาณ

305 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ทำการตัดเส้นชะลอกความเร็วแล้วติดตั้งตามขวางบนพื้นผิวจราจรที่ห่าง
 บดทับด้วยล้อยกลิ้งที่มีน้ำหนัก 90.70 กิโลกรัม (200 ปอนด์) ทุก ๆ แถบเป็นอันเสร็จเรียบร้อย



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการติดตั้งเส้นชะลอกความเร็วแบบชั่วคราว

หมายเหตุ: จาก Maryland State Highway Administration, 2005.



รูปที่ 2.3 ระยะการติดตั้งเส้นชะลอความเร็วสี่เหลี่ยมแบบเคลื่อนย้ายได้โดย Eric Meyer

หมายเหตุ : จาก Transportation Research Record 1715, โดย Eric Meyer, 2000, The University of Kansas.

Ullman et al. (2005) ได้ทำการศึกษาประเมินผลการปรับปรุงการเปลี่ยนรูปแบบของข้อความบนป้ายจราจรที่ใช้ในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีส่วนสำคัญในการควบคุมการจราจรในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างในรัฐเท็กซัส (Texas) เมื่อมีการนำมาใช้อย่างเหมาะสม โดยการใช้คำหรือข้อความในการสื่อสารที่เข้าใจกันอย่างแพร่หลาย และทำให้ทราบถึงกิจกรรมการปฏิบัติงานบนถนนที่กำลังดำเนินการอยู่ข้างหน้าจะช่วยให้ผู้ขับขี่ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องดังแสดงในรูปที่ 2.4 และถ้าหากใช้คำหรือข้อความที่ไม่เหมาะสมแล้วนั้น จะทำให้เกิดความเสียหาย และขาดความน่าเชื่อถือทำให้ผู้ขับขี่เกิดความสับสน



รูปที่ 2.4 การควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างโดยใช้การเปลี่ยนรูปแบบของข้อความบนป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์

หมายเหตุ : จาก Texas Transportation Institute โดย Gerald L. Ullman, Conrad L. Dudek, Brooke R. Ullman, Alicia Williams, and Geza Pesti, 2005.

Virkler and Mark (2000) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเส้นชะลอความเร็วสี่สั้มแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Orange Rumble Strips) การติดตั้งเส้นชะลอความเร็วเมื่อเข้าใกล้เส้นทางที่มีการก่อสร้างได้มีการทดสอบวัดผลก็คือ ระยะเวลาเปลี่ยนช่องจราจร ลดความเร็ว ความแปรผันของความเร็ว ระยะเวลาในการติดตั้ง สภาพก่อนที่จะทำการรื้อออก ความสะดวกในการติดตั้งและรื้อออก และการช่วยให้เกิดความปลอดภัย ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพของเส้นชะลอความเร็ว (Rumble Strip) มีส่วนช่วยในการเปลี่ยนช่องจราจร ลดความเร็วของยวดยาน และการจราจรติดขัดที่เกิดจากการก่อสร้างระยะยาวในรัฐมิซูรี (Missouri) และเส้นชะลอความเร็วมีส่วนสำคัญช่วยลดปริมาณการจราจร ลดความเร็วและความแปรผันของความเร็วในช่องจราจรที่ปิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมีความแตกต่างกัน สำหรับก่อนและหลังของการติดตั้งทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน การศึกษาเกี่ยวกับความสะดวกในการติดตั้ง และเคลื่อนย้ายรวมถึงความคงทนของเส้นชะลอความเร็ว การติดตั้งใช้คนงาน 2 คน ใช้เวลาประมาณ 3.5 ชั่วโมง รวมทั้งการปิดช่องจราจรชั่วคราวด้วยสำหรับ 2 ช่องจราจรดังรูปที่ 2.5 การเคลื่อนย้ายใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยทั่วไปเส้นชะลอความเร็วจะติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้างด้วยความมั่นคงเป็นเวลาประมาณ 8 วันของการจราจร โดยมียวดยาน 14,600 คันต่อวัน รวมทั้งมียวดยานขนาด 3 เพลา หรือมากกว่า

3 เพลลา 25.6% การทดลองติดตั้งที่ใช้การไม่ได้เกิดจากการติดตั้งเส้นชะลอความเร็วบนพื้นผิวจราจรที่มีความชื้นเป็นผลทำให้เกิดความเสียหายโดยทันทีเกือบทั้งหมด ต่อมาการติดตั้งเป็นผลสำเร็จทำให้ทราบว่าเส้นชะลอความเร็วสามารถเกาะติดได้เป็นอย่างดีเมื่อใช้กับผิวจราจรที่แห้งโดยใช้ล้อยอกถึงหนัก 200 ปอนด์กึ่งทับ



รูปที่ 2.5 การติดตั้งเส้นชะลอความเร็วในรัฐมิซูรี (Missouri)

หมายเหตุ: จาก Midwest Smart Work Zone Deployment Initiative FHWA Pooled Fund Study, โดย Virkler and Mark, 2000, University of Missouri, Columbia.

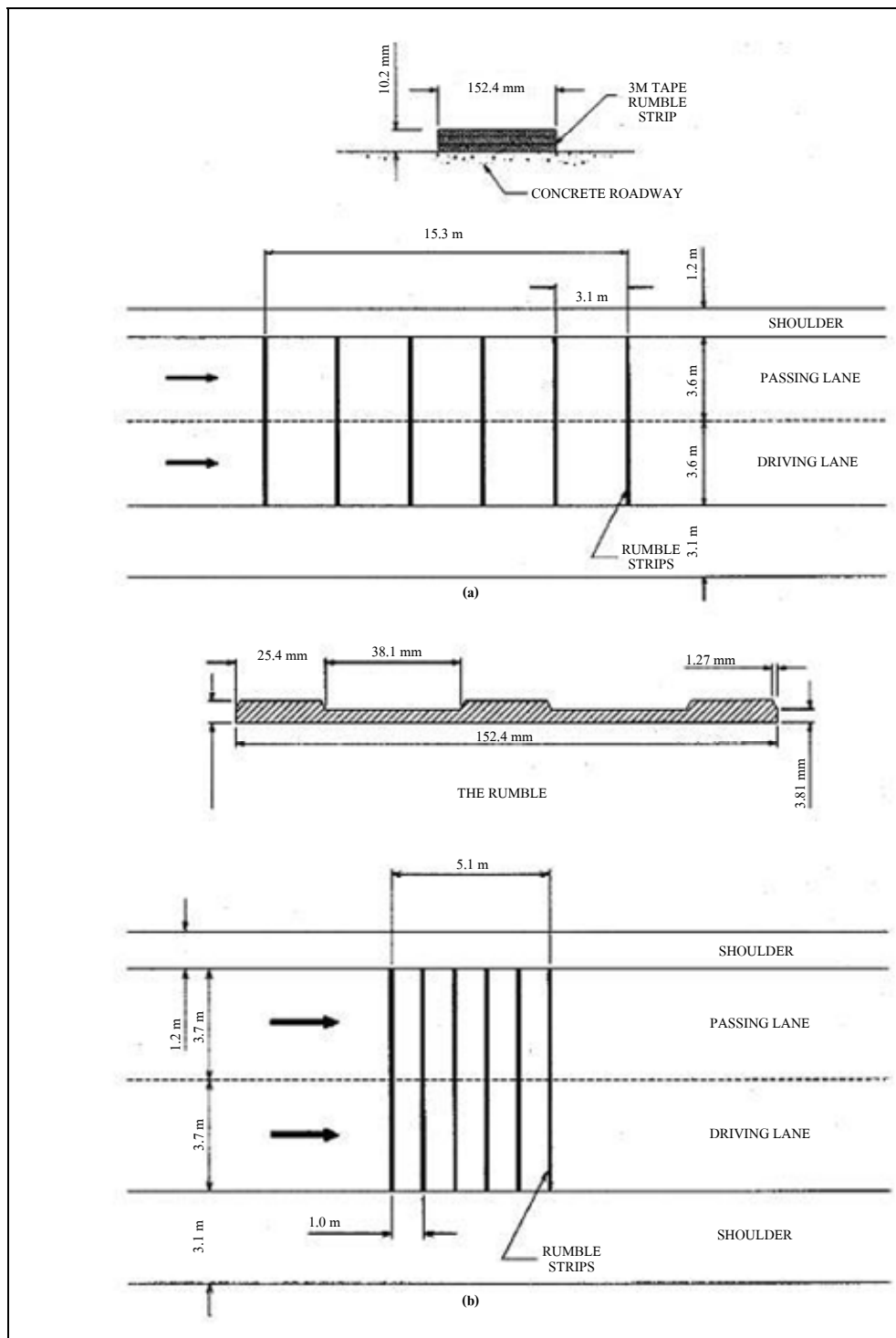
Wesley et al. (2005) ได้ทำการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพลดอุปสรรคควบคุมความเร็วบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวงในนิวเจอร์ซีย์ สหรัฐอเมริกา และในการทดลองนี้ได้ใช้เส้นชะลอความเร็วและเจ้าหน้าที่ตำรวจในการควบคุมความเร็วบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ในการศึกษาทำการตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะประมาณ 554,000 คัน และจะใช้เส้นชะลอความเร็วแบบชั่วคราวแทนการใช้แอสฟัลท์ หรือการตัดผิวจราจร ซึ่งทั้ง 2 แบบจะทำให้พื้นผิวจราจรเสียหาย และในการศึกษานี้จะใช้เส้นชะลอความเร็วแบบชั่วคราว 2 ชนิด คือ 3M และ Swarco ดังแสดงในรูปที่ 2.6 เส้นชะลอความเร็วทั้ง 2 ชนิด จะไม่ทำความเสียหายกับพื้นผิวจราจร ซึ่งจะใช้กาวในการยึดติดกับผิวจราจร และการติดตั้งจะใช้ช่วงเวลาสั้น ๆ ผลการศึกษาพบว่าเส้นชะลอความเร็ว 3M มีผลช่วยลดความเร็วของยานพาหนะทั่วไปประมาณ 3.86 กม./ชม. ช่วยลดความเร็วของยานพาหนะขนาด 2 เพลลา จำนวน 4 ล้อ ประมาณ 2.25 กม./ชม. และช่วยลดความเร็วของรถพ่วง 4 เพลลา ประมาณ 3.22 กม./ชม. ความเร็วที่ลดลงนั้นเป็นความเร็วในช่องจราจรที่ปิด และเส้นชะลอความเร็วของ Swarco ไม่ส่งผลให้ยานพาหนะลดความเร็วลงในช่องจราจรใด ๆ จากผลการวิจัยในสนามครั้งนี้จะช่วยในการเลือกคุณสมบัติของเส้นชะลอความเร็วที่มีความเหมาะสมทั้งทางด้านราคา และประสิทธิภาพ เพื่อช่วยลด

ความเร็วของขดยานบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง และในส่วนของเจ้าหน้าที่ตำรวจให้มีประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังช่วยลดความเร็วของขดยานได้ประมาณ 4.83 – 9.66 กม./ชม.

2.3 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรุปผลการศึกษา จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาข้างต้นซึ่งได้มีการศึกษาพัฒนาทั้งระบบควบคุมการจราจร และอุปกรณ์ควบคุมการจราจรในพื้นที่ก่อสร้าง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้เส้นทางสัญจรรวมทั้งผู้ปฏิบัติงาน และยังช่วยให้การจราจรสามารถเคลื่อนตัวผ่านบริเวณพื้นที่ก่อสร้างได้อย่างคล่องตัว การจราจรลื่นไหลไปอย่างเหมาะสม เช่น ความเร็วของขดยานลดลง จำนวนของขดยานก่อนที่จะถึงช่องจราจรที่ปิดมีจำนวนลดลงเมื่อมีการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมการจราจรที่เหมาะสมเข้าไป โดยยานพาหนะมีการเปลี่ยนช่องทางก่อนที่จะถึงจุดเริ่มการก่อสร้างมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้เส้นทางสัญจรจะมีความปลอดภัยมากขึ้น การจราจรเกิดการติดขัดน้อยลง ช่วยให้การสัญจรผ่านพื้นที่ก่อสร้างสะดวกรวดเร็วขึ้น และช่วยให้ผู้ขับขี่กลับไปใช้เส้นทางอื่นแทน

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมการจราจรในพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจร ซึ่งจะได้มีการนำอุปกรณ์ควบคุมการจราจรชนิดใหม่สำหรับพื้นที่ที่มีการก่อสร้าง โดยอุปกรณ์ที่จะนำมาทำการติดตั้งเพื่อประเมินประสิทธิภาพมี 2 ชนิด ได้แก่ ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์แบบเปลี่ยนข้อความได้ (Variable Message Sign) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) โดยจะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างมาตรฐานกรมทางหลวง ซึ่งจะอาศัยแนวทางการประเมินผลอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างจากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยใช้มาตรฐานกรมทางหลวงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อไป



รูปที่ 2.6 ลักษณะการติดตั้งเส้นชะลอความเร็ว (a) 3M และ (b) Swarco

หมายเหตุ: จาก Practice Periodical on Structural Design and Construction,
โดย Wesley C.Zech, Satish Mohan, and Jacek Dmochowski, 2005.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

การศึกษาวิจัยนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลทางสภาพการจราจรที่สนใจ ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่มีระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง และระบบควบคุมการจราจรปรับปรุงมาตรฐานจากกรมทางหลวง โดยประยุกต์ใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) (เทปดีสะท่อนแสง 3M) โดยใช้ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานกรมทางหลวงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบประสิทธิผลของอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างบนทางหลวง เช่น การเปลี่ยนแปลงความเร็วรถยนต์ และปริมาณจราจรในช่องทางเดินรถบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง เมื่อมีการปรับปรุงรูปแบบการควบคุมการจราจร

3.2 รูปแบบของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่นำมาศึกษา

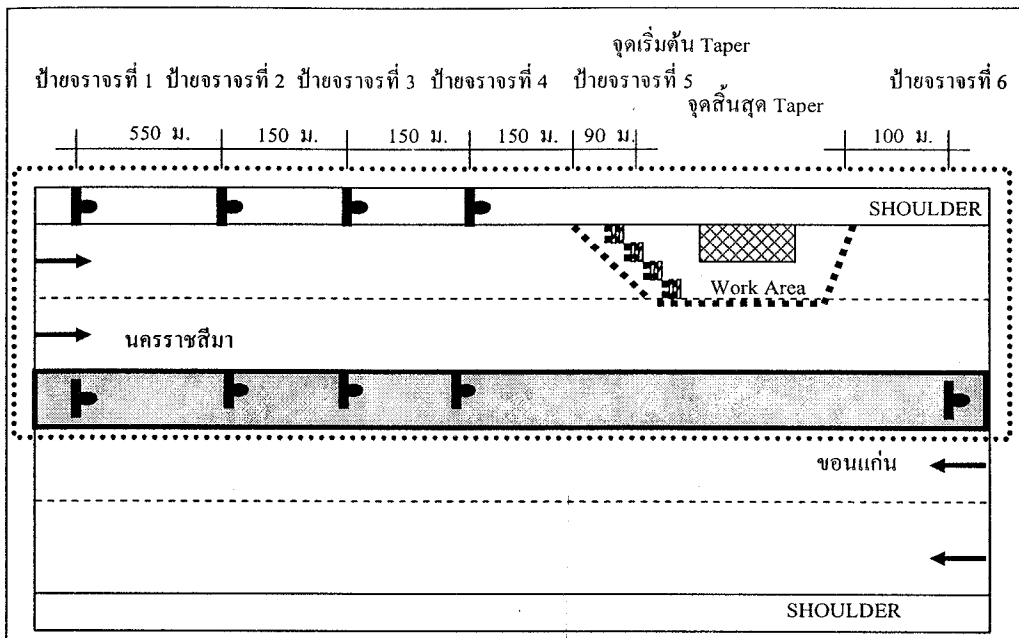
รูปแบบของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่นำมาศึกษามี 4 รูปแบบ ได้แก่ **รูปแบบที่ 1** ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานปัจจุบันของกรมทางหลวง

รูปแบบที่ 2 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวงโดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs)

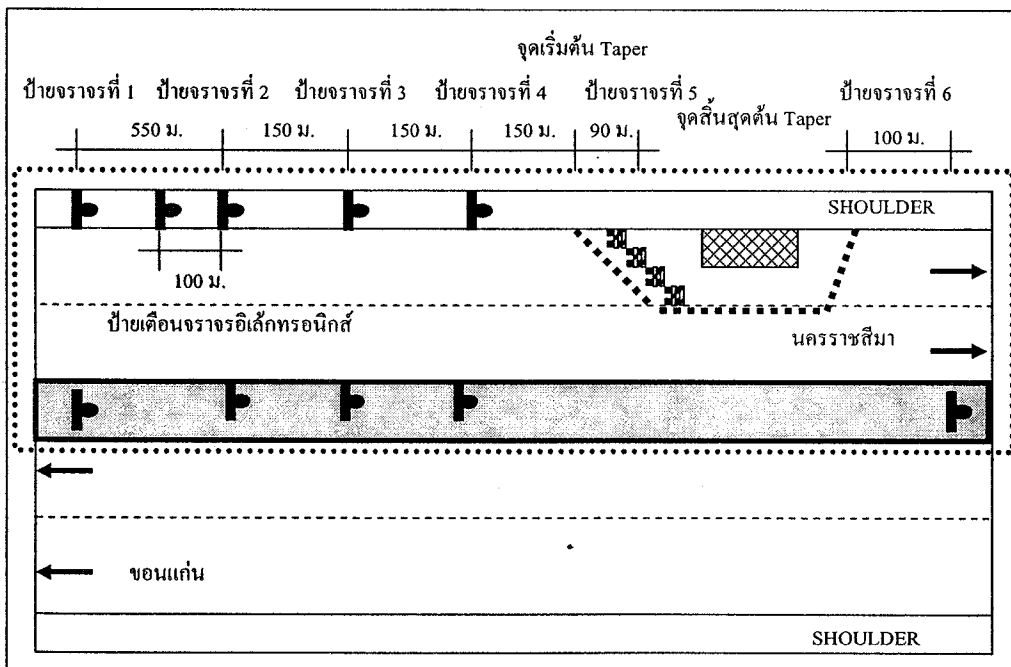
รูปแบบที่ 3 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวงโดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips)

รูปแบบที่ 4 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวงโดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ร่วมกับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips)

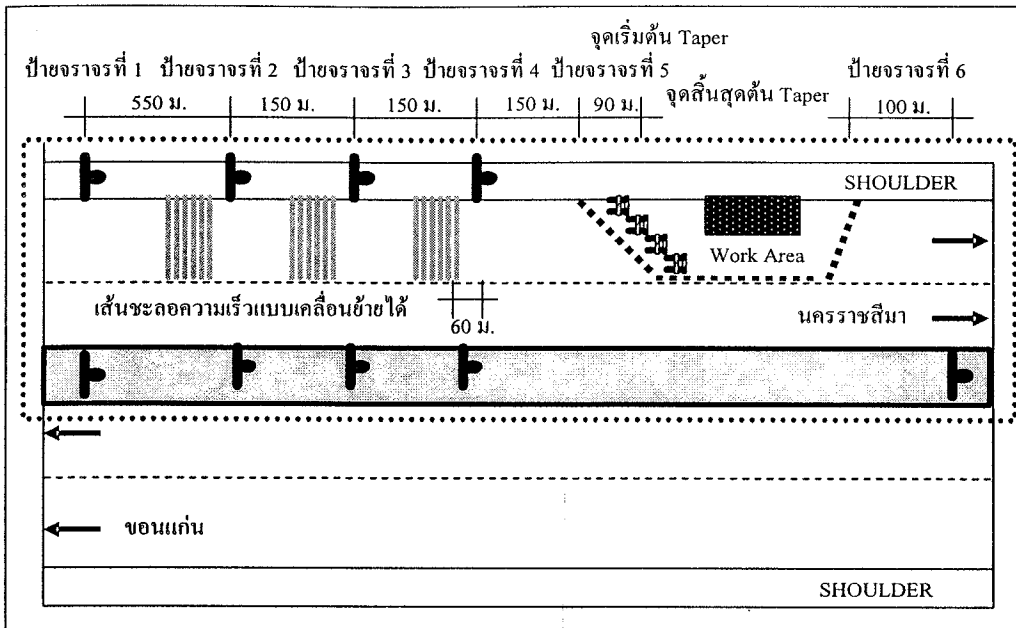
รายละเอียดและรูปแบบในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรทั้ง 4 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 - 3.4 ตามลำดับ และรูปที่ 3.5 แสดงรูปแบบอุปกรณ์ป้ายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ใช้ศึกษา



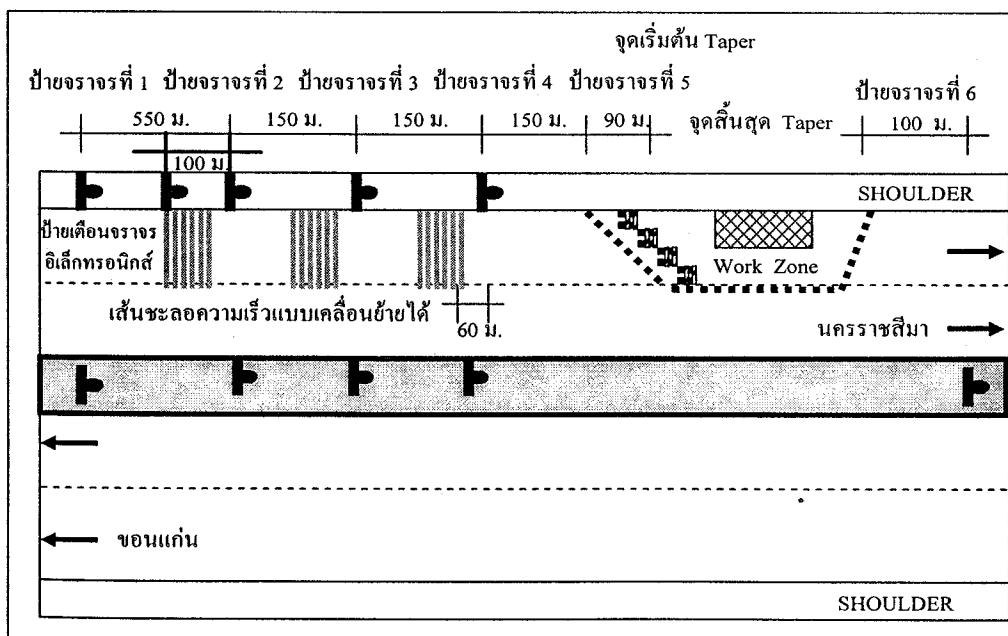
รูปที่ 3.1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างตามมาตรฐานกรมทางหลวง






รูปที่ 3.2 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs)



รูปที่ 3.3 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips)



รูปที่ 3.4 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ร่วมกับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips)

| | |
|---|---|
|  | <p>ป้ายจราจรที่ 1 ป้ายบอกระยะทาง (ตค.10) ติดตั้งประกอบกับป้ายงานก่อสร้าง (ตค.2)</p> |
|  | <p>ป้ายจราจรที่ 2 ป้ายทางแคบด้านซ้าย (ต.24) ติดตั้งประกอบกับป้ายจำกัดความเร็ว 40 กม./ชม.</p> |
|  | <p>ป้ายจราจรที่ 3 ป้ายเตือนคนทำงาน (ตค.3) ติดตั้งประกอบกับป้ายเตือนกำลังปฏิบัติงาน โปรดระมัดระวัง</p> |
|  | <p>ป้ายจราจรที่ 4 ป้ายเตือนลดความเร็ว (ตค. 7)</p> |

รูปที่ 3.5 รูปแบบอุปกรณ์ป้ายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ใช้ศึกษา

| | |
|---|--|
|  | <p>ป้ายจราจรที่ 5 ป้ายเตือนแนวทางไปทางขวา (ตก. 26) ติดตั้งประกอบกับแผงกั้น</p> |
|  | <p>ป้ายจราจรที่ 6 ป้ายสิ้นสุดเขตก่อสร้าง (ตค.26)</p> |
|  | <p>ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย”</p> |

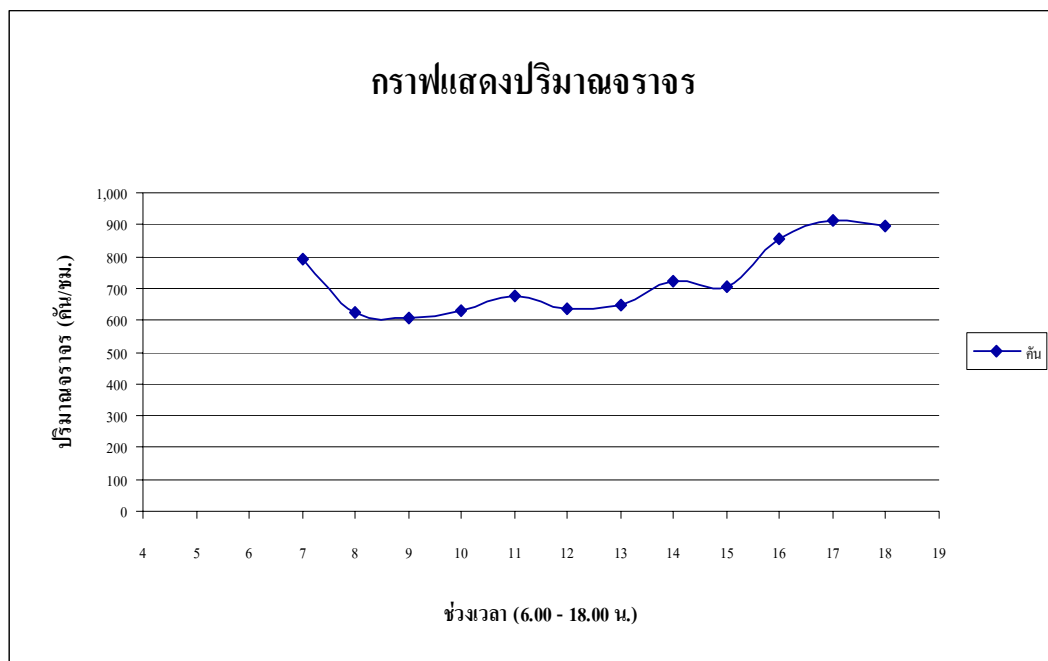
รูปที่ 3.5 รูปแบบอุปกรณ์ป้ายควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ใช้ศึกษา (ต่อ)

3.3 ลักษณะของเส้นทางที่ใช้ในการศึกษา

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกศึกษาทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ถนนมิตรภาพเส้นทางสายใหม่ คือ ทางเลี่ยงเมือง (Bypass) นครราชสีมามีความกว้าง 4 ช่องจราจร เติมนรถ 2 ทิศทาง มีเกาะกลางเป็นร่องน้ำ โดยเลือกช่วง กม. 15 – 17 ขาเข้าเมืองมุ่งทิศใต้เป็นเส้นทาง ในการดำเนินการศึกษาทางหลวงดังกล่าวเป็นถนนคอนกรีตปูทับด้วยแอสฟัลต์ ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางเป็นแนวเส้นทางตรง ความกว้างของช่องจราจร 3.50 เมตร ความกว้างของเกาะกลาง 7.00 เมตร ความกว้างของไหล่ทางทางซ้ายจากทิศทางการเดินรถ 2.75 เมตร ความกว้างของไหล่ทางทางขวาจากทิศทางการเดินรถ 1.50 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ค่าความเร็วเฉลี่ยของขบวนรถในการจราจรปกติวัดได้ 97.14 กม./ชม. จากโครงการงานบริการด้านวิศวกรรมการสำรวจ และออกแบบรายละเอียดทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 สายบางปะอิน – นครราชสีมา ได้ทำการสำรวจปริมาณจราจรบนถนนมิตรภาพใกล้กับช่วงถนนที่ทำการศึกษานี้ในโครงการนี้ในช่วงเวลา 6.00 – 18.00 น. โดยแยกขบวนรถเป็น 12 ประเภท แสดงดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.7 จากแผนภาพกราฟแสดงปริมาณจราจรในรูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.1 มีปริมาณจราจรเฉลี่ย 725 คัน/ชั่วโมง มีปริมาณรถบรรทุกร้อยละ 29 จะเห็นว่าปริมาณจราจรจะสูงในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า และในช่วงกลางวัน ปริมาณจราจรค่อนข้างจะคงตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ปริมาณจราจรจะเริ่มมากขึ้นในช่วงบ่าย และจะสูงสุดในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น คือ 16.00 – 18.00 น.



รูปที่ 3.6 ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางที่จะใช้ศึกษา



รูปที่ 3.7 แผนภาพกราฟแสดงปริมาณจราจรของเส้นทางที่จะใช้ศึกษา

หมายเหตุ: จากโครงการงานบริการด้านวิศวกรรมการสำรวจ และออกแบบรายละเอียดทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองหมายเลข 6 สายบางปะอิน – นครราชสีมา

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณจราจรของเส้นทางที่จะใช้ศึกษา

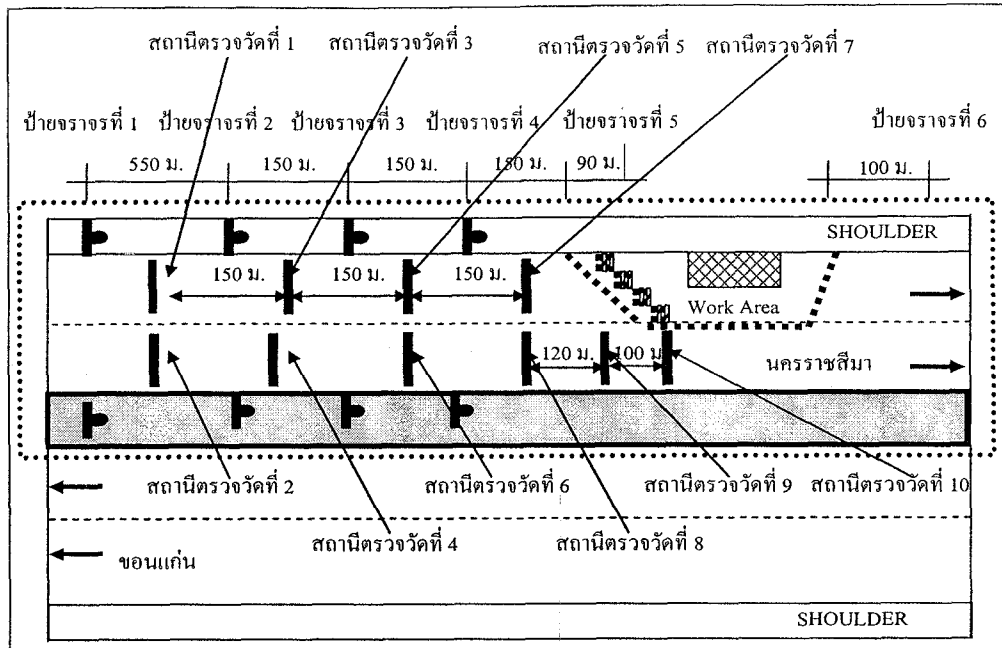
| ช่วงเวลา | | ประเภทยาน 12 ประเภท | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------------|--------------|---------------|
| จาก | ถึง | PC<7 | PC>7 | LB | TRI | MC | MB | HB | LT | MT | HT | FULL HT | SEMI HT | รวม (คัน) | รวม (PCUs) |
| PCUs | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 1.25 | 1.50 | 1.00 | 1.50 | 1.80 | 2.00 | 2.00 | | |
| 6.00 | 7.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7.00 | 8.00 | 326 | 12 | 10 | 1 | 250 | 6 | 2 | 75 | 25 | 26 | 29 | 28 | 790 | 757 |
| 8.00 | 9.00 | 305 | 16 | 1 | 2 | 105 | 3 | 7 | 78 | 22 | 28 | 26 | 31 | 624 | 665 |
| 9.00 | 10.00 | 351 | 12 | 1 | 0 | 64 | 1 | 7 | 64 | 30 | 34 | 17 | 24 | 605 | 660 |
| 10.00 | 11.00 | 349 | 29 | 1 | 0 | 65 | 2 | 6 | 73 | 38 | 35 | 10 | 24 | 632 | 684 |
| 11.00 | 12.00 | 386 | 30 | 2 | 0 | 48 | 0 | 7 | 66 | 49 | 43 | 12 | 32 | 675 | 757 |
| 12.00 | 13.00 | 372 | 16 | 0 | 0 | 47 | 0 | 9 | 70 | 27 | 38 | 26 | 31 | 636 | 718 |
| 13.00 | 14.00 | 391 | 17 | 1 | 0 | 38 | 0 | 5 | 73 | 39 | 29 | 13 | 43 | 649 | 731 |
| 14.00 | 15.00 | 447 | 10 | 1 | 1 | 39 | 1 | 0 | 77 | 50 | 28 | 21 | 46 | 721 | 816 |
| 15.00 | 16.00 | 407 | 24 | 2 | 0 | 51 | 0 | 0 | 71 | 41 | 44 | 15 | 48 | 703 | 796 |
| 16.00 | 17.00 | 502 | 23 | 1 | 0 | 48 | 1 | 8 | 87 | 51 | 49 | 33 | 51 | 854 | 983 |
| 17.00 | 18.00 | 544 | 22 | 2 | 0 | 76 | 0 | 6 | 88 | 50 | 36 | 24 | 68 | 916 | 1,027 |
| 18.00 | 19.00 | 501 | 21 | 1 | 0 | 110 | 1 | 4 | 92 | 54 | 43 | 24 | 46 | 897 | 976 |

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อประกอบตารางที่ 3.1

| | | |
|---------|---|---|
| PC<7 | = | รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน |
| PC>7 | = | รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน |
| LB | = | รถโดยสารขนาดเล็ก |
| TRI | = | รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ |
| MC | = | รถจักรยานยนต์ และรถสามล้อเครื่อง |
| MB | = | รถโดยสารขนาดกลาง |
| HB | = | รถโดยสารขนาดใหญ่ |
| LT | = | รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ |
| MT | = | รถบรรทุกขนาดกลาง 6 ล้อ |
| HT | = | รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ |
| FULL HT | = | รถบรรทุกพ่วง |
| SEMI HT | = | รถบรรทุกกึ่งพ่วง |
| PCUs | = | ค่าที่ใช้แปลงขยดยานแต่ละประเภทให้เป็นรถยนต์นั่ง |

3.4 ข้อมูลจราจรที่สำรวจ

ข้อมูลการจราจรที่ทำการสำรวจ ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ยของขยดยาน และปริมาณการจราจรบนช่องจราจรปกติกับช่องจราจรที่ปิดเพื่อซ่อมแซม ณ จุดที่ทำการสำรวจ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว และปริมาณการจราจรของช่องจราจรปกติกับช่องจราจรที่ปิดเพื่อซ่อมแซม ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรบนทางหลวง การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแต่ละรูปแบบ การควบคุมการจราจรจึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบกัน ณ ช่วงเวลาที่มีอัตราการไหลของการจราจรในระดับใกล้เคียงกันในด้านเดียวกัน และในช่วงเวลาเดียวกัน ลักษณะการกระจายของปริมาณการจราจรในแต่ละชั่วโมงไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งงานวิจัยนี้เก็บข้อมูลในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และ 18.00 – 19.00 น. ของแต่ละวันที่กำหนดไว้ในการศึกษา สำหรับทุกรูปแบบของการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่นำมาทำการศึกษา



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งสถานีตรวจวัดความเร็ว และปริมาณจราจร

3.5 ขั้นตอนวิธีการจัดเก็บข้อมูล

ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง และปรับปรุงมาตรฐานของกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลทางด้านจราจร และได้สำรวจเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานของกรมทางหลวง และเก็บข้อมูลทางด้านจราจรเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบ โดยการบันทึกข้อมูลจะกระทำโดยการใช้กล้องวิดีโอที่บันทึกสภาพการจราจร และนำภาพที่ได้มาทำการแปรข้อมูลเป็นข้อมูลทางการจราจรที่ต้องการศึกษา ด้วยวิธีการ Image Processing โดยอุปกรณ์ Autoscope Solo Pro NC ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ในการแปรข้อมูลจากภาพวิดีโอที่บันทึกมาเป็นข้อมูลทางการจราจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้น

2) ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) เพิ่มเติมเข้าไปในระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานของกรมทางหลวง และทำการบันทึกข้อมูลสภาพการจราจร โดยใช้กล้องวิดีโอเพื่อนำภาพที่ได้ไปทำการแปรข้อมูลทางด้านจราจร

3) ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เพิ่มเติมเข้าไปในระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานกรมทางหลวง และทำการบันทึกข้อมูลสภาพการจราจรโดยใช้กล้องวิดีโอทัศนียภาพที่นำไปทำการแปรข้อมูลทางด้านการจราจร และทำการเก็บข้อมูลในการติดตั้ง การรื้อออก ความคงทน และแรงงานที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips)

4) ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ร่วมกันกับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เพิ่มเติมเข้าไปในระบบควบคุมการจราจรมาตรฐานของกรมทางหลวง และทำการบันทึกข้อมูลสภาพการจราจรโดยใช้กล้องวิดีโอทัศนียภาพที่นำไปทำการแปรข้อมูลทางด้านการจราจร

5) สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาเพื่อศึกษาผลตอบรับความคิดเห็น และพฤติกรรมของผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา ในการนำอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) มาใช้ในพื้นที่ก่อสร้าง

ช่วงเวลาที่จะทำการศึกษาในแต่ละรูปแบบของการควบคุมการจราจรแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รูปแบบระบบควบคุมการจราจรในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างและช่วงเวลาทำการศึกษา

| รูปแบบระบบควบคุมการจราจร ที่ทำการศึกษา | วัน/เดือน/ปี ที่ทำการศึกษา | ช่วงเวลากลางวัน ที่ทำการศึกษา | ช่วงเวลากลางคืน ที่ทำการศึกษา |
|--|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน กรมทางหลวง | 25 – 26 ก.ค. 50 | 13.00 น. - 14.00 น. | 18.00 น. - 19.00 น. |
| ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน กรมทางหลวง+ป้ายเตือนจราจร อิเล็กทรอนิกส์ | 1 – 2 ส.ค. 50 | 13.00 น. - 14.00 น. | 18.00 น. - 19.00 น. |
| ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน กรมทางหลวง+เส้นชะลอความเร็วสี่ล้อ แบบเคลื่อนย้ายได้ | 8 – 9 ส.ค. 50 | 13.00 น. - 14.00 น. | 18.00 น. - 19.00 น. |
| ระบบควบคุมการจราจรมาตรฐาน กรมทางหลวง+ป้ายเตือนจราจร อิเล็กทรอนิกส์+เส้นชะลอความเร็วสี่ล้อ แบบเคลื่อนย้ายได้ | 14 – 15 ส.ค. 50 | 13.00 น. - 14.00 น. | 18.00 น. - 19.00 น. |



รูปที่ 3.9 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 1 ป้ายบอกระยะทาง
ติดตั้งประกอบกับป้ายงานก่อสร้าง



รูปที่ 3.10 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 2 ป้ายทางแคบด้านซ้ายติดตั้งประกอบ
กับป้ายจำกัดความเร็ว 40 กม./ชม.



รูปที่ 3.11 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 3 ป้ายเตือนคนทำงานติดตั้งประกอบ
กับป้ายกำลังปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.12 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 4 ป้ายเตือนลดความเร็ว



รูปที่ 3.13 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 5 ป้ายเตือนแนวทางไปทางขวา
ติดตั้งประกอบกับแผงกั้น



รูปที่ 3.14 การติดตั้งป้ายควบคุมการจราจรที่ 6 ป้ายสิ้นสุดเขตก่อสร้าง

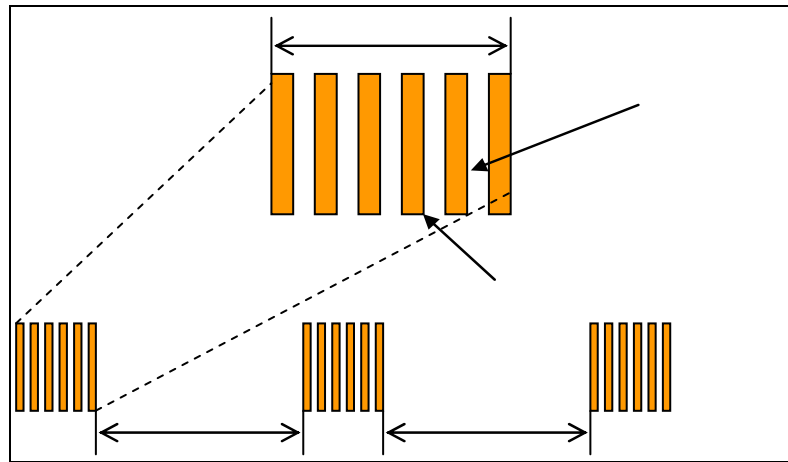


รูปที่ 3.15 การติดตั้งป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs)



รูปที่ 3.16 การติดตั้งเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips)

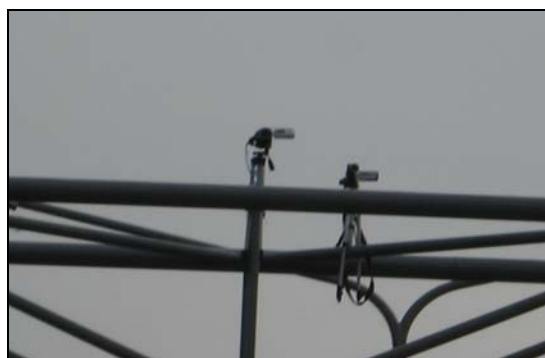
ลักษณะของเส้นชะลอความเร็วที่นำมาทำการศึกษาพื้นผิวด้านล่างมีลักษณะเป็นเทพกาวที่ยึดติดกับพื้นผิวจราจรได้อย่างเหนียวแน่น ในส่วนของพื้นผิวด้านบนมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงได้ดีเป็นอย่างดี มีความหนา 3.175 มิลลิเมตร มีความกว้าง 100 มิลลิเมตร โดยติดตั้งจำนวน 3 ชุด ระยะห่างกันแต่ละชุด 150 เมตร แต่ละชุดติดตั้งจำนวน 6 แถบ ระยะห่างกันแต่ละแถบ 304.8 มิลลิเมตร (1 ฟุต) โดยติดตั้งในแนวขวางช่องจราจร ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ระยะการติดตั้งเส้นชะลอความเร็วที่ทำการศึกษา



รูปที่ 3.18 การรื้อเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) ออกหลังจากใช้งานแล้ว 14 วัน



รูปที่ 3.19 การติดตั้งกล้องถ่ายวิดีโอเพื่อบันทึกภาพการจราจร

3.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรของขบวนยานในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ณ สถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ช่องทาง คือ ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายซึ่งเป็นช่องทางที่ปิดผิวจราจรเพื่อซ่อมแซม และช่องจราจรชิดเกาะกลางทางด้านขวาซึ่งเปิดตามปกติ การวิเคราะห์ผลด้านการจราจรก็จะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้าง ช่วงเวลาในการวิเคราะห์ก็จะแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น.

ขั้นตอนในการการวิเคราะห์ผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลการจราจรภาคสนามมาทำการแปรข้อมูลเป็นข้อมูลทางด้านการจราจรด้วยวิธีการ Image Processing โดยอุปกรณ์ Autoscope Solo Pro NC ทำงานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.19 และ 3.20 จะได้ข้อมูลทางด้านการจราจร ความเร็ว และปริมาณจราจร ดังแสดงในรูปที่ 3.21 และ 3.22 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการทดสอบค่าทางสถิติ โดยการทดสอบสมมติฐานกรณีประชากร 2 ชุด เป็นอิสระต่อกันเพื่อจะได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของสถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรที่ทำการทดสอบ

2) วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบค่าทางสถิติของแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจร และสร้างแผนภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยของขบวนยานกับสถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจร ซึ่งแผนภาพกราฟจะแสดงให้เห็นถึงค่าความเร็วเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงไป ณ สถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ (Speed Profile) ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา

3) สร้างแผนภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรกับสถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งแผนภาพกราฟจะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจรในแต่ละสถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจร และทำการวิเคราะห์ผลจากแผนภาพกราฟ

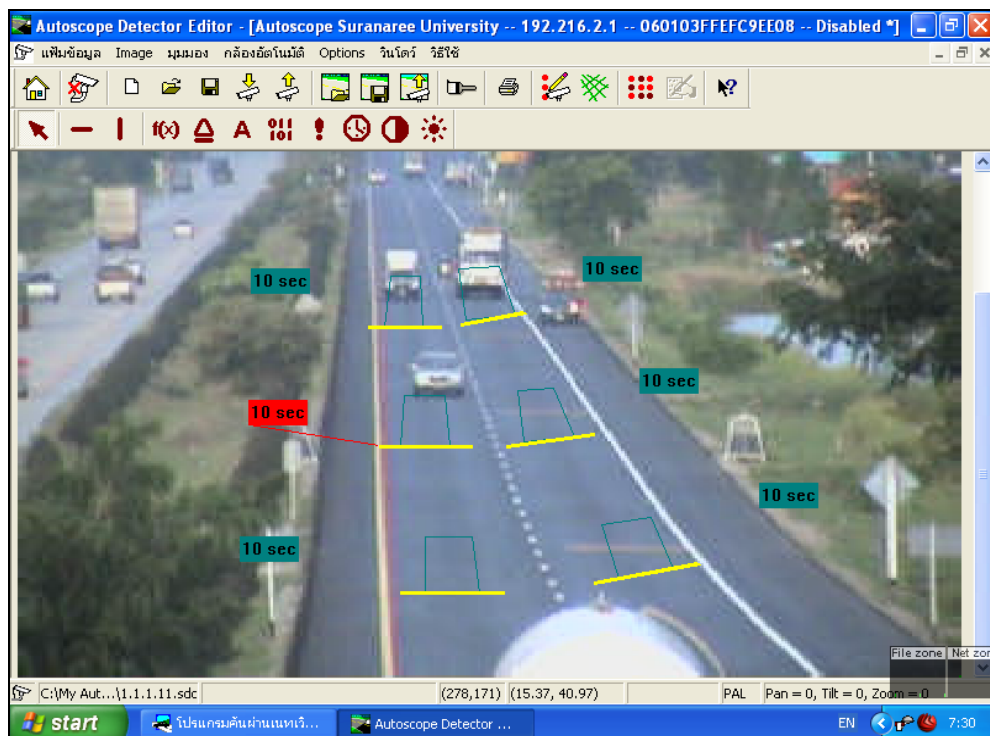
4) นำข้อมูลจากแบบฟอร์มการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษามาทำการวิเคราะห์และสรุปผล และนำผลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ร่วมกับการสรุปผลทางด้านการจราจรต่อไป

ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าทางสถิติและแผนภาพกราฟแสดงความเร็วเฉลี่ยและปริมาณจราจรที่เปลี่ยนแปลงไป ณ สถานีตรวจวัดต่าง ๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาของระบบควบคุมการจราจรรูปแบบต่าง ๆ โดยการนำค่าทางสถิติและแผนภาพกราฟแสดงความเร็วเฉลี่ยและปริมาณจราจรของรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวงมาเป็นมาตรฐานในการใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างทั้ง 3 รูปแบบที่นำมาทำการศึกษา โดยระบบควบคุมการจราจรรูปแบบใดช่วยให้ขบวนยานลดความเร็วลงมากที่สุด และ

ทำการเปลี่ยนช่องจรรยากรก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างอย่างเหมาะสมในระดับความเร็วที่ใกล้เคียงกัน และการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างสั้นไหลในระดับความเร็วที่สม่ำเสมอใกล้เคียงกันก็จะถือว่าเป็นระบบควบคุมการจราจรที่มีประสิทธิภาพและช่วยให้มีความปลอดภัยมากขึ้น



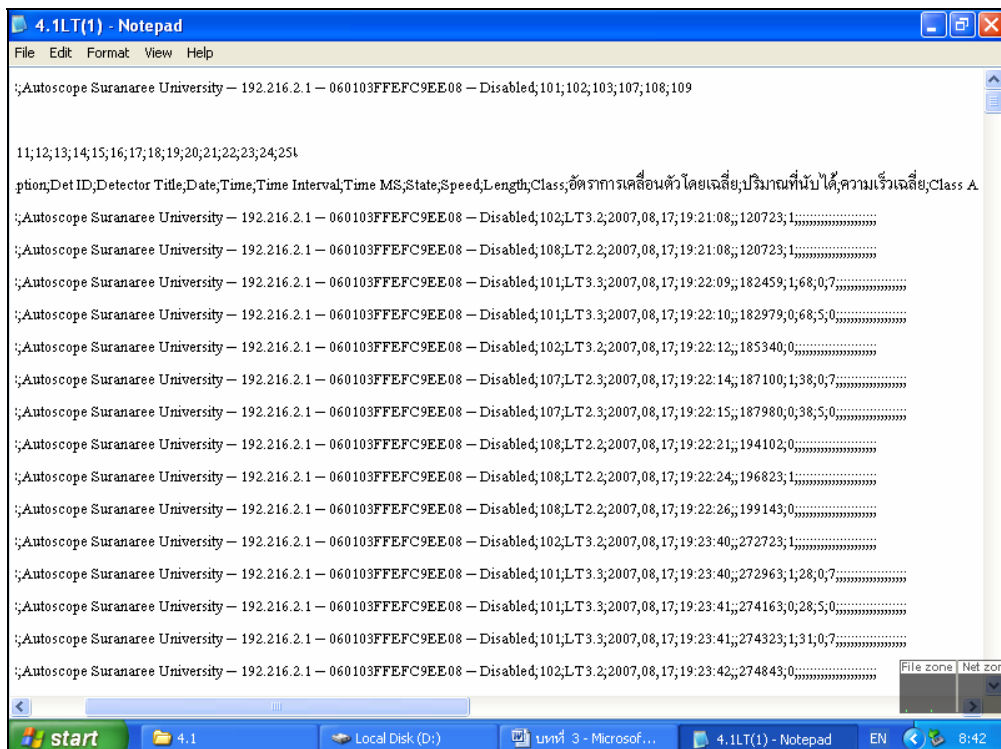
รูปที่ 3.20 การเชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องวิดีโอ และเครื่อง Autoscope Solo Pro NC
ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.21 การกำหนดสถานีตรวจวัดเพื่อแปรผลข้อมูลการจราจรจากภาพวิดีโอที่สนั

| Detector Title | เวลา | ความเร็ว | ความยาว | ประเภทรถ | อัตราการเคลื่อน... | ปริมาณที่นับได้ |
|----------------|----------|----------|---------|----------|--------------------|-----------------|
| RT1 | 19:29:46 | 53 | 4 | A | | |
| RT1 | 19:29:46 | 53 | 0 | ไม่ทราบ | | |
| RT2 | 19:29:46 | | | | | |
| LT2 | 19:29:46 | | | | | |
| RT2 | 19:29:45 | | | | | |
| RT2 | 19:29:45 | | | | | |
| RT1 | 19:29:43 | 58 | 4 | A | | |
| RT1 | 19:29:42 | 58 | 0 | ไม่ทราบ | | |
| RT2 | 19:29:42 | | | | | |
| LT2 | 19:29:24 | | | | | |
| LT1 | 19:29:23 | 69 | 4 | A | | |
| LT1 | 19:29:23 | 69 | 0 | ไม่ทราบ | | |
| LT2 | 19:29:23 | | | | | |
| LT2 | 19:29:21 | | | | | |
| LT2 | 19:29:21 | | | | | |
| LT1 | 19:29:20 | 73 | 4 | A | | |
| LT1 | 19:29:20 | 73 | 0 | ไม่ทราบ | | |
| LT1 | 19:29:18 | 81 | 4 | A | | |
| LT1 | 19:29:18 | 81 | 0 | ไม่ทราบ | | |
| LT2 | 19:29:18 | | | | | |
| LT3 | 19:29:16 | | | | 480 | 40 |
| RT3 | 19:29:16 | | | | 168 | 14 |

รูปที่ 3.22 การแสดงผลข้อมูลการจราจรแบบ Real Time Data Manager



รูปที่ 3.23 การแสดงผลข้อมูลการจราจรแบบ Flashing Data Manager

บทที่ 4

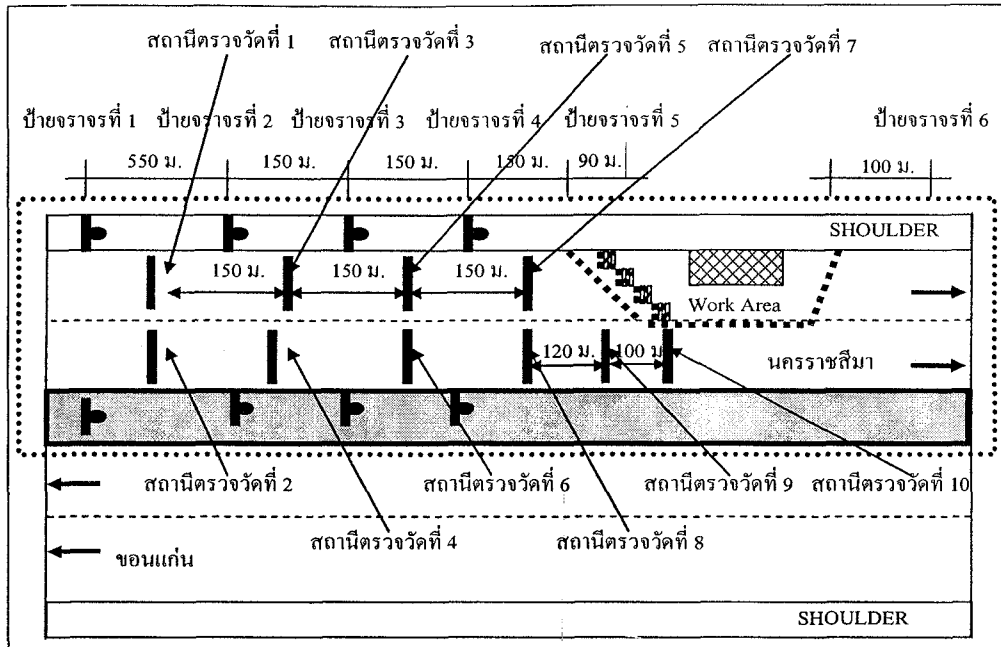
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง จากรูปแบบของการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรที่นำมาศึกษา 4 รูปแบบ โดยทั้ง 4 รูปแบบนั้นได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และเวลา 18.00 – 19.00 น. ข้อมูลสภาพการจราจรที่สำรวจนั้น ได้แก่ ความเร็ว และปริมาณจราจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา โดยการวิเคราะห์ผลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาดังที่กล่าวมาแล้ว และในแต่ละช่วงเวลาได้วิเคราะห์แยกช่องทางการจราจรคือ ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น และช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ซึ่งข้อมูลผลลัพธ์การวิเคราะห์แต่ละรูปแบบของการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างก็คหวางการจราจร ดังแสดงผลต่อไปนี้

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจรจากสถานีตรวจวัดการจราจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ

จากการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างก็คหวางการจราจรทั้ง 4 รูปแบบที่ได้นำเสนอไปแล้วข้างต้น ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลทางการจราจรดังนี้ ความเร็วเฉลี่ย และปริมาณยานพาหนะ ณ สถานีตรวจวัดตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยใช้กล้องวิดีโอ บันทึกภาพวิถีทัศนสภาพการจราจรในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรที่นำมาทำการศึกษา และนำภาพวิถีทัศนที่ได้ไปทำการแปรเป็นข้อมูลทางการจราจรที่ต้องการข้างต้น ด้วยวิธีการทาง Image Processing โดยอุปกรณ์ Autoscope Solo Pro NC ซึ่งจะทำได้ข้อมูลทางการจราจรที่ต้องการจากสถานีตรวจวัดการจราจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้ได้ทำการคำนวณ และวิเคราะห์ผลดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัด ความเร็ว และปริมาณจราจร

4.3 การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดการจราจร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ

จากการเก็บบันทึกข้อมูลภาคสนาม โดยได้ทำการแปรเป็นข้อมูลทางด้านจราจรแล้ว สามารถนำข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะมาทำการคำนวณ และวิเคราะห์ผล โดยการทดสอบ สมมติฐานกรณีประชากร 2 ชุดเป็นอิสระต่อกัน กระบวนการทดสอบสมมติฐานจะช่วยให้การ ตัดสินใจเพื่อสรุปผลว่าระบบควบคุมการจราจรในแต่ละรูปแบบที่นำมาเปรียบเทียบกับนั้นแตกต่างกันจริงหรือไม่ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ถ้าระบบควบคุมการจราจรรูปแบบใดสามารถลดความเร็วเฉลี่ยก่อน เข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างได้มากกว่ารูปแบบอื่นที่นำมาทำการศึกษา แสดงว่าช่วยให้เกิดความปลอดภัย มากขึ้นแก่ผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงาน และระบบควบคุมการจราจรรูปแบบใดสามารถใช้ความเร็วเฉลี่ย ขณะเคลื่อนตัวผ่านและออกจากพื้นที่ก่อสร้างได้สูงสม่ำเสมอมากกว่ารูปแบบอื่นที่นำมา ทำการศึกษา แสดงว่าความล่าช้าในการเดินทางผ่านพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรลดลง และช่วย ให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้นเมื่อผู้ขับขี่ใช้ความเร็วในระดับที่ใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยกระบวนการทดสอบสมมติฐานกรณีประชากร 2 ชุดเป็น อิสระต่อกัน จะใช้ข้อมูลรูปแบบที่ 1 ในระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ที่มีการก่อสร้างกีดขวาง การจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวงเป็นมาตรฐานหลักที่นำมาใช้เปรียบเทียบกับรูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 ซึ่งการวิเคราะห์ผลจะแบ่งเป็นช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น และช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ดังแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.12

4.3.1 การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 2

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.1 ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และตารางที่ 4.2 ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นเป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 2 ดังที่กล่าวมาแล้ว จากผลการทดสอบเปรียบเทียบพบว่าในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. รูปแบบที่ 2 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 2.03 – 3.82 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 5 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพียงสถานีตรวจวัดเดียว สำหรับในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. พบว่ารูปแบบที่ 2 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 4.08 – 8.45 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และค่าระดับนัยสำคัญมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ 0.050 ทุกสถานีตรวจวัดความเร็วจึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.3 ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และตารางที่ 4.4 ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้นเป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 2 ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ผลออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ สถานีตรวจวัดความเร็วที่ 2, 4, 6 และ 8 ในช่วงที่ 2 ช่วงการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ สถานีตรวจวัดที่ 9 และ 10 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบพบว่าในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. ช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 2 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 2.77 – 3.78 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 4 และ 6 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้าง ในสถานีตรวจวัดที่ 9 รูปแบบที่ 2 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลง 1.71 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 ค่าระดับนัยสำคัญมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในสถานีตรวจวัดที่ 10 รูปแบบที่ 2 มีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.81 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 ค่าระดับนัยสำคัญมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. พบว่าช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้าง รูปแบบที่ 2 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 2.43 – 9.03 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 2, 4 และ 6 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 2 มีค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.60 – 2.28 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 ค่าระดับนัยสำคัญในทุกสถานีตรวจวัดมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ใน ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|-------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 1 | 398 | 401 | 79.54 | 76.44 | 5.74 | 6.80 | 3.09 | 1.99 | -0.93 < u < 7.12 | 1.555 | 0.128 |
| สถานีตรวจวัดที่ 3 | 298 | 282 | 65.91 | 63.89 | 1.83 | 6.24 | 2.03 | 1.45 | -0.99 < u < 5.04 | 1.393 | 0.177 |
| สถานีตรวจวัดที่ 5 | 203 | 200 | 58.88 | 55.06 | 1.06 | 3.07 | 3.82 | 0.73 | 2.32 < u < 5.32 | 5.260 | 0.00 |
| สถานีตรวจวัดที่ 7 | 83 | 72 | 37.96 | 34.75 | 9.53 | 7.76 | 3.21 | 2.78 | -2.42 < u < 8.83 | 1.155 | 0.256 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 2 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” ติดตั้งที่ไหล่ทางด้านซ้ายในทิศทางของการขับขี่ห่างจากจุดเริ่มต้น Taper เป็นระยะทาง 550 เมตร

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|-------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 1 | 417 | 371 | 75.16 | 66.71 | 4.42 | 7.64 | 8.45 | 2.10 | 4.18 < u < 12.72 | 4.021 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 3 | 362 | 290 | 57.75 | 53.67 | 1.84 | 4.43 | 4.08 | 1.07 | 1.88 < u < 6.29 | 3.807 | 0.001 |
| สถานีตรวจวัดที่ 5 | 225 | 191 | 52.49 | 45.63 | 1.72 | 2.53 | 6.86 | 0.68 | 5.46 < u < 8.25 | 10.018 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 7 | 91 | 74 | 34.87 | 29.81 | 5.88 | 3.56 | 5.06 | 1.82 | 1.35 < u < 8.78 | 2.783 | 0.009 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 2 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” ติดตั้งที่ไหล่ทางด้านซ้ายในทิศทางของการขับขี่ห่างจากจุดเริ่มต้น Taper เป็นระยะทาง 550 เมตร

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ใน ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|--------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 2 | 294 | 367 | 80.95 | 77.17 | 4.39 | 8.60 | 3.78 | 2.16 | -0.64 < u < 8.20 | 1.75 | 0.091 |
| สถานีตรวจวัดที่ 4 | 394 | 486 | 67.65 | 64.20 | 2.76 | 5.35 | 3.46 | 1.35 | 70 < u < 6.21 | 2.567 | 0.016 |
| สถานีตรวจวัดที่ 6 | 489 | 568 | 62.92 | 59.32 | 1.70 | 3.39 | 3.59 | 0.85 | 1.86 < u < 5.33 | 4.236 | 0.00 |
| สถานีตรวจวัดที่ 8 | 609 | 696 | 40.84 | 38.07 | 11.14 | 5.63 | 2.77 | 2.85 | -3.08 < u < 8.62 | 0.972 | 0.340 |
| สถานีตรวจวัดที่ 9 | 692 | 768 | 31.99 | 30.27 | 7.70 | 5.53 | 1.71 | 2.12 | -2.58 < u < 6.00 | 0.807 | 0.425 |
| สถานีตรวจวัดที่ 10 | 692 | 768 | 33.82 | 34.62 | 5.26 | 2.86 | -0.81 | 1.34 | -3.54 < u < 1.93 | -0.604 | 0.551 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 2 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” ติดตั้งที่ไหล่ทางด้านซ้ายในทิศทางของการขับขี่ห่างจากจุดเริ่มต้น Taper เป็นระยะทาง 550 เมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 2 ใน ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|--------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 2 | 316 | 402 | 77.19 | 72.41 | 8.07 | 5.68 | 4.79 | 2.22 | $0.28 < u < 9.30$ | 2.150 | 0.038 |
| สถานีตรวจวัดที่ 4 | 371 | 483 | 61.32 | 52.29 | 1.98 | 3.10 | 9.03 | 0.82 | $7.37 < u < 10.69$ | 10.987 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 6 | 508 | 582 | 55.57 | 46.95 | 1.28 | 2.20 | 8.62 | 0.57 | $7.46 < u < 9.78$ | 15.414 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 8 | 642 | 699 | 38.67 | 36.23 | 4.43 | 6.77 | 2.43 | 1.81 | $-1.25 < u < 6.11$ | 1.344 | 0.188 |
| สถานีตรวจวัดที่ 9 | 733 | 773 | 30.21 | 32.50 | 1.87 | 5.92 | -2.28 | 1.39 | $-5.16 < u < 0.59$ | -1.644 | 0.114 |
| สถานีตรวจวัดที่ 10 | 733 | 773 | 29.66 | 30.25 | 2.14 | 8.42 | -0.60 | 1.94 | $-4.63 < u < 3.44$ | -0.307 | 0.762 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 2 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” ติดตั้งที่ไหล่ทางด้านซ้ายในทิศทางของการขับขี่ห่างจากจุดเริ่มต้น Taper เป็นระยะทาง 550 เมตร

4.3.2 การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 3

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.5 ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และตารางที่ 4.6 ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น เป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 3 ดังที่กล่าวมาแล้ว จากผลการทดสอบเปรียบเทียบในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. พบว่ารูปแบบที่ 3 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงในสถานีตรวจวัดที่ 3, 5 และ 7 อยู่ในช่วง 1.95 – 3.99 กม./ชม. และในสถานีตรวจวัดที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.36 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 3 และ 5 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. พบว่ารูปแบบที่ 3 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงในสถานีตรวจวัดที่ 3, 5 และ 7 อยู่ในช่วง 3.49 – 8.06 กม./ชม. และในสถานีตรวจวัดที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.29 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 3, 5 และ 7 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.7 ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และตารางที่ 4.8 ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น เป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 3 ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ผลออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ สถานีตรวจวัดความเร็วที่ 2, 4, 6 และ 8 ในช่วงที่ 2 ช่วงการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ สถานีตรวจวัดที่ 9 และ 10 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. พบว่าช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 3 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงในช่วง 0.95 – 5.60 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 4 และ 6 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 3 มีค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.61 – 1.60 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 ค่าระดับนัยสำคัญในทุกสถานีตรวจวัดมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. พบว่าช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 3 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงในสถานีตรวจวัดที่ 4, 6 และ 8 อยู่ในช่วง 2.76 – 6.52 กม./ชม. และในสถานีตรวจวัดที่ 2 มีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.53 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 4, 6 และ 8 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 3 มีค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.69 – 0.92 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 ค่าระดับนัยสำคัญในทุกสถานีตรวจวัดมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ในช่องทางจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|-------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 1 | 398 | 390 | 79.54 | 80.89 | 5.74 | 5.45 | -1.36 | 1.77 | -4.94 < u < 2.23 | -0.765 | 0.449 |
| สถานีตรวจวัดที่ 3 | 298 | 256 | 65.91 | 63.92 | 1.83 | 3.19 | 1.99 | 0.82 | 0.31 < u < 3.67 | 2.42 | 0.022 |
| สถานีตรวจวัดที่ 5 | 203 | 156 | 58.88 | 56.94 | 1.06 | 1.95 | 1.95 | 0.50 | 0.94 < u < 2.95 | 3.913 | 0.00 |
| สถานีตรวจวัดที่ 7 | 83 | 53 | 37.96 | 33.97 | 9.53 | 3.63 | 3.99 | 2.50 | -1.16 < u < 9.13 | 1.595 | 0.123 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 3 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปดีสะท่อนแสงของ 3M) ติดตั้งจำนวน 3 ชุด ชุดละ 6 แถบ ที่ระยะก่อนถึงป้ายควบคุมจราจร 60 เมตร

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ใน ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|-------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 1 | 417 | 393 | 75.16 | 75.45 | 4.42 | 9.30 | -0.29 | 2.34 | -5.08 < u < 4.50 | -0.125 | 0.902 |
| สถานีตรวจวัดที่ 3 | 362 | 325 | 57.75 | 54.26 | 1.84 | 3.71 | 3.49 | 0.93 | 1.59 < u < 5.39 | 3.767 | 0.001 |
| สถานีตรวจวัดที่ 5 | 225 | 197 | 52.49 | 48.68 | 1.72 | 2.03 | 3.81 | 0.60 | 2.60 < u < 5.01 | 6.39 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 7 | 91 | 64 | 34.87 | 26.82 | 5.88 | 2.68 | 8.06 | 1.47 | 5.05 < u < 11.06 | 5.495 | 0.000 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 3 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปดี สะท้อนแสงของ 3M) ติดตั้งจำนวน 3 ชุด ชุดละ 6 แถบ ที่ระยะก่อนถึงป้ายควบคุมจราจร 60 เมตร

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ใน ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|--------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 2 | 294 | 327 | 80.95 | 80.00 | 4.39 | 8.10 | 0.95 | 2.06 | -3.26 < u < 5.16 | 0.461 | 0.648 |
| สถานีตรวจวัดที่ 4 | 394 | 461 | 67.65 | 63.61 | 2.76 | 2.65 | 4.04 | 0.86 | 2.31 < u < 5.77 | 4.719 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 6 | 489 | 561 | 62.92 | 57.32 | 1.70 | 1.95 | 5.60 | 0.58 | 4.42 < u < 6.77 | 9.67 | 0.00 |
| สถานีตรวจวัดที่ 8 | 609 | 664 | 40.84 | 37.70 | 11.14 | 3.71 | 3.14 | 2.69 | -2.45 < u < 8.73 | 1.165 | 0.256 |
| สถานีตรวจวัดที่ 9 | 692 | 717 | 31.99 | 32.60 | 7.70 | 2.68 | -0.61 | 1.82 | -4.38 < u < 3.15 | -0.337 | 0.739 |
| สถานีตรวจวัดที่ 10 | 692 | 717 | 33.82 | 35.41 | 5.26 | 3.70 | -1.60 | 1.44 | -4.51 < u < 1.31 | -1.112 | 0.273 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 3 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เพปติ สะท้อนแสงของ 3M) ติดตั้งจำนวน 3 ชุด ชุดละ 6 แถบ ที่ระยะก่อนถึงป้ายควบคุมจราจร 60 เมตร

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 3 ในช่องทางจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|--------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 2 | 316 | 337 | 77.19 | 78.72 | 8.07 | 9.96 | -1.53 | 2.91 | -7.43 < u < 4.38 | -0.524 | 0.603 |
| สถานีตรวจวัดที่ 4 | 371 | 405 | 61.32 | 56.76 | 1.98 | 3.01 | 4.56 | 0.80 | 2.92 < u < 6.20 | 5.667 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 6 | 508 | 533 | 55.57 | 49.05 | 1.28 | 2.36 | 6.52 | 0.60 | 5.29 < u < 7.75 | 10.859 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 8 | 642 | 666 | 38.67 | 35.91 | 4.43 | 2.45 | 2.76 | 1.13 | 0.44 < u < 5.07 | 2.435 | 0.021 |
| สถานีตรวจวัดที่ 9 | 733 | 730 | 30.22 | 30.91 | 1.87 | 2.42 | -0.69 | 0.68 | -2.08 < u < 0.69 | -1.014 | 0.317 |
| สถานีตรวจวัดที่ 10 | 733 | 730 | 29.66 | 30.57 | 2.14 | 2.09 | -0.92 | 0.67 | -2.28 < u < 0.44 | -1.373 | 0.178 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 3 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เพปติสะท้อนแสงของ 3M) ติดตั้งจำนวน 3 ชุด ชุดละ 6 แถบ ที่ระยะก่อนถึงป้ายควบคุมจราจร 60 เมตร

4.3.3 การวิเคราะห์ผลความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 4

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.9 ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และตารางที่ 4.10 ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น เป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 4 ดังที่กล่าวมาแล้ว จากผลการทดสอบเปรียบเทียบในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. พบว่ารูปแบบที่ 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 1.75 – 7.73 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 3, 5 และ 7 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. พบว่ารูปแบบที่ 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 1.41 – 10.78 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 3, 5 และ 7 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.11 ช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. และตารางที่ 4.12 ช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น เป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 1 กับรูปแบบที่ 4 ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ผลออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ สถานีตรวจวัดความเร็วที่ 2, 4, 6 และ 8 ในช่วงที่ 2 ช่วงการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้าง ได้แก่ สถานีตรวจวัดที่ 9 และ 10 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. พบว่าช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 2.62 – 6.24 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 4 และ 6 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 สถานีตรวจวัดที่ 9 มีค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.22 กม./ชม. และสถานีตรวจวัดที่ 10 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลง 0.44 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 ค่าระดับนัยสำคัญทั้ง 2 สถานีตรวจวัดมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. พบว่าช่วงก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วง 1.94 – 8.64 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 4, 6 และ 8 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 มีค่าความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2.09 กม./ชม. จากรูปแบบที่ 1 และสถานีตรวจวัดความเร็วที่ 10 มีค่าระดับนัยสำคัญน้อยกว่าที่กำหนดไว้ 0.050 จึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องทางจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|-------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 1 | 398 | 315 | 79.54 | 77.78 | 5.74 | 9.71 | 1.75 | 2.52 | -3.39 < u < 6.90 | 0.695 | 0.492 |
| สถานีตรวจวัดที่ 3 | 298 | 229 | 65.91 | 61.88 | 1.83 | 5.91 | 4.04 | 1.38 | 1.17 < u < 6.91 | 2.92 | 0.008 |
| สถานีตรวจวัดที่ 5 | 203 | 102 | 58.88 | 55.07 | 1.06 | 2.02 | 3.82 | 0.51 | 2.77 < u < 4.86 | 7.468 | 0.00 |
| สถานีตรวจวัดที่ 7 | 83 | 44 | 37.96 | 30.22 | 9.53 | 3.79 | 7.73 | 2.38 | 2.82 < u < 12.65 | 3.245 | 0.003 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 4 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ กับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปติสะท้อนแสงของ 3M)

ตารางที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วเฉลี่ยระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องทางจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|-------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|-------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 1 | 417 | 300 | 75.16 | 73.74 | 4.42 | 10.79 | 1.41 | 2.64 | -4.02 < u < 6.84 | 0.535 | 0.597 |
| สถานีตรวจวัดที่ 3 | 362 | 228 | 57.75 | 53.72 | 1.84 | 5.25 | 4.03 | 1.24 | 1.46 < u < 6.60 | 3.242 | 0.004 |
| สถานีตรวจวัดที่ 5 | 225 | 139 | 52.49 | 45.06 | 1.72 | 4.33 | 7.43 | 1.04 | 5.28 < u < 9.58 | 7.129 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 7 | 91 | 61 | 34.87 | 24.09 | 5.88 | 5.53 | 10.78 | 1.92 | 6.88 < u < 14.68 | 5.611 | 0.000 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 4 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ กับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปติสะท้อนแสงของ 3M)

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ใน ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 13.00 – 14.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|--------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 2 | 294 | 367 | 80.95 | 77.17 | 4.39 | 8.60 | 3.78 | 2.16 | -0.64 < u < 8.20 | 1.75 | 0.091 |
| สถานีตรวจวัดที่ 4 | 394 | 486 | 67.65 | 64.20 | 2.76 | 5.35 | 3.46 | 1.35 | 70 < u < 6.21 | 2.567 | 0.016 |
| สถานีตรวจวัดที่ 6 | 489 | 568 | 62.92 | 59.32 | 1.70 | 3.39 | 3.59 | 0.85 | 1.86 < u < 5.33 | 4.236 | 0.00 |
| สถานีตรวจวัดที่ 8 | 609 | 696 | 40.84 | 38.07 | 11.14 | 5.63 | 2.77 | 2.85 | -3.08 < u < 8.62 | 0.972 | 0.340 |
| สถานีตรวจวัดที่ 9 | 692 | 768 | 31.99 | 30.27 | 7.70 | 5.53 | 1.71 | 2.12 | -2.58 < u < 6.00 | 0.807 | 0.425 |
| สถานีตรวจวัดที่ 10 | 692 | 768 | 33.82 | 34.62 | 5.26 | 2.86 | -0.81 | 1.34 | -3.54 < u < 1.93 | -0.604 | 0.551 |

หมายเหตุ: ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 4 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ กับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปติสะท้อนแสงของ 3M)

ตารางที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าความเร็วระหว่างระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 1 กับ ระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ในช่องทางจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น (ช่วง 18.00 – 19.00 น.)

| | จำนวนข้อมูล (คัน) | | ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน | | ผลต่างของ ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.) | ผลต่าง ความคลาดเคลื่อนของ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.) | ช่วงความเชื่อมั่นที่ ระดับนัยสำคัญ 95% | t-test | Sig. (2-tailed) |
|--------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-------|-------------------------|------|--|--|--|--------|--------------------|
| | ระบบที่ | | ระบบที่ | | ระบบที่ | | | | | | |
| | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | | | | | |
| สถานีตรวจวัดที่ 2 | 316 | 453 | 77.19 | 75.25 | 8.07 | 9.62 | 1.94 | 2.85 | -3.84 < u < 7.72 | 0.681 | 0.500 |
| สถานีตรวจวัดที่ 4 | 371 | 525 | 61.32 | 54.78 | 1.98 | 3.38 | 6.53 | 0.88 | 4.76 < u < 8.31 | 7.454 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 6 | 508 | 614 | 55.57 | 46.93 | 1.28 | 1.68 | 8.64 | 0.47 | 7.69 < u < 9.60 | 18.272 | 0.000 |
| สถานีตรวจวัดที่ 8 | 642 | 692 | 38.67 | 32.73 | 4.43 | 5.71 | 5.93 | 1.62 | 2.66 < u < 9.21 | 3.672 | 0.001 |
| สถานีตรวจวัดที่ 9 | 733 | 753 | 30.22 | 31.42 | 1.87 | 3.65 | -1.20 | 0.92 | -3.08 < u < 0.68 | -1.311 | 0.200 |
| สถานีตรวจวัดที่ 10 | 733 | 753 | 29.66 | 32.63 | 2.14 | 2.31 | -2.97 | 0.70 | -4.40 < u < -1.54 | -4.218 | 0.000 |

หมายเหตุ : ระบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง

ระบบที่ 4 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างกีดขวางการจราจรปรับปรุงมาตรฐานกรมทางหลวง โดยใช้ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ กับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปติสะท้อนแสงของ 3M)

4.4 เปรียบเทียบแผนภาพแบบจำลองกราฟการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ สถานีตรวจวัด ความเร็วตำแหน่งต่าง ๆ ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

จากการทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในแต่ละรูปแบบ โดยในการศึกษานี้ได้กำหนดให้ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างมาตรฐานกรมทางหลวง รูปแบบที่ 1 เป็นระบบมาตรฐานใช้ศึกษาเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยกับระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบอื่น ๆ ที่นำมาศึกษา จากข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะของแต่ละรูปแบบที่สำรวจเก็บข้อมูลจากภาคสนาม สามารถนำมาแสดงผลในรูปของแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของความเร็วเฉลี่ย ณ สถานีตรวจวัดความเร็วในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

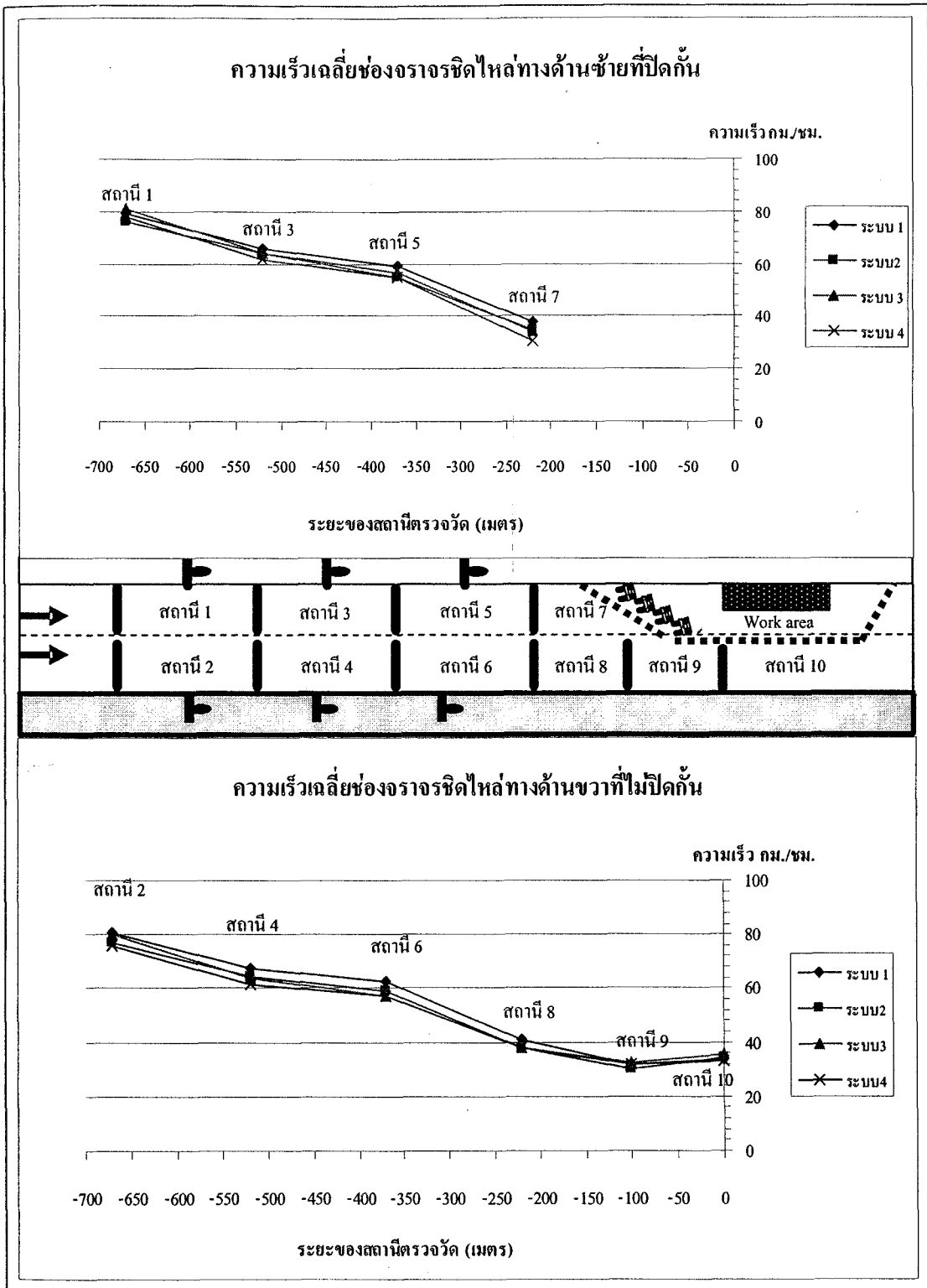
จากรูปที่ 4.2 เป็นการเปรียบเทียบแผนภาพแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วของยานพาหนะในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. รูปที่ 4.2 ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่นำมาทำการศึกษา จะสังเกตเห็นได้ว่าแผนภาพแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในแต่ละรูปแบบมีการเปลี่ยนแปลงโดยลดความเร็วลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่รูปแบบที่ 1 มาตรฐานกรมทางหลวงจะมีความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่เข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างค่อนข้างสูงกว่ารูปแบบอื่น และรูปแบบที่ 4 ซึ่งได้เพิ่มอุปกรณ์ควบคุมการจราจรมากกว่ารูปแบบอื่นจะมีความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างค่อนข้างลดลงต่ำกว่ารูปแบบอื่นแต่ก็ยังคงใกล้เคียงกับรูปแบบที่ 2 และ รูปแบบที่ 3 สำหรับในรูปที่ 4.2 ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่มีปิดกั้น จะสังเกตเห็นได้ว่ารูปแบบที่ 1 มาตรฐานกรมทางหลวงในสถานีตรวจวัดที่ 2, 4, 6 และ 8 มีความเร็วเฉลี่ยก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างค่อนข้างสูงกว่ารูปแบบอื่น ๆ และรูปแบบที่ 4 ค่อนข้างจะมีความเร็วลดลงต่ำกว่ารูปแบบที่ 2 และ 3 เพียงเล็กน้อย และในช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างในสถานีตรวจวัดที่ 9 และ 10 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมการจราจรมากขึ้นช่วยให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลง แต่สำหรับในช่วงกลางวันจะไม่เห็นความแตกต่างชัดเจนมากนักอาจเนื่องจากว่าผู้ขับขี่มีวิสัยทัศน์ในการมองเห็นได้ไกลจึงยังไม่ลดความเร็วลงมากนักก่อนจะถึงพื้นที่ก่อสร้าง

จากรูปที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบแผนภาพแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วของยานพาหนะในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. รูปที่ 4.3 ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่นำมาทำการศึกษา จะสังเกตเห็นได้ว่าแผนภาพแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วในแต่ละรูปแบบมีการเปลี่ยนแปลงโดยลดความเร็วลงไปในทิศทางเดียวกัน จะสังเกตเห็นว่ารูปแบบที่ 1 มาตรฐานกรมทางหลวงมีความเร็ว

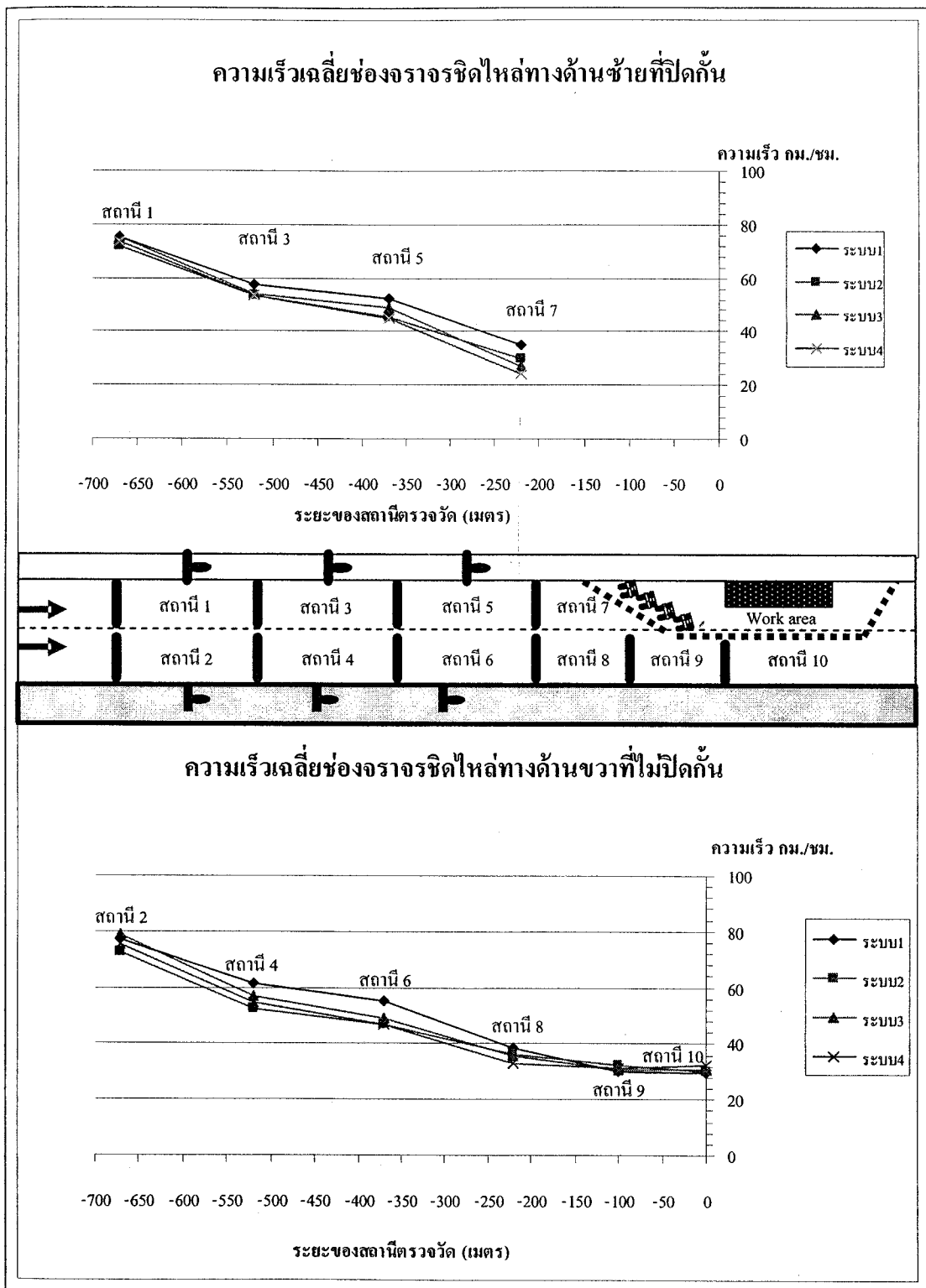
เฉลี่ยในแต่ละสถานีตรวจวัดสูงกว่ารูปแบบอื่น ๆ ที่ได้มีการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมจราจรเข้าไป และจะเห็นว่าในสถานีตรวจวัดที่ 7 ซึ่งอยู่ใกล้กับพื้นที่ก่อสร้างมากในช่องจราจรที่ปิดรูปแบบที่ 1 มีความเร็วสูงสุด 34.87 กม./ชม. และรูปแบบที่ 4 มีความเร็วต่ำสุด 24.09 กม./ชม. ซึ่งต่างกันอยู่ 10.78 กม./ชม. แสดงให้เห็นว่ารูปแบบที่ 4 ที่มีความเร็วต่ำกว่ารูปแบบอื่นก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างนั้นจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานและผู้ขับขี่มากกว่ารูปแบบอื่น สำหรับรูปที่ 4.3 ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่มีการปิดกั้นในสถานีตรวจวัดที่ 2, 4, 6 และ 8 ก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง จะสังเกตเห็นว่ารูปแบบที่ 1 มาตรฐานกรมทางหลวงมีความเร็วเฉลี่ยสูงกว่ารูปแบบอื่นค่อนข้างชัดเจน รูปแบบที่ 2, 3 และ 4 มีความเร็วเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ในสถานีตรวจวัดที่ 8 จะสังเกตเห็นว่ารูปแบบที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยลดต่ำกว่ารูปแบบอื่น ซึ่งจะส่งผลให้ในช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างในสถานีตรวจวัดที่ 9 และ 10 รูปแบบที่ 4 จะมีความคล่องตัวและมีความปลอดภัยมากกว่ารูปแบบอื่น

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการรวมตัวของยานพาหนะจากสถานีตรวจวัดการจราจรตำแหน่งต่าง ๆ

จากการทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในแต่ละรูปแบบและได้นำข้อมูลปริมาณจราจรที่สำรวจเก็บข้อมูลจากภาคสนามในแต่ละรูปแบบมาทำการวิเคราะห์การรวมตัวของยานพาหนะก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง โดยนำข้อมูลปริมาณจราจรในแต่ละสถานีตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์เป็นร้อยละของปริมาณจราจรเฉลี่ยในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรที่นำมาทำการทดสอบ ซึ่งถ้าร้อยละของปริมาณจราจรในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นมีจำนวนลดน้อยลงก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง ก็จะแสดงให้เห็นว่าความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและผู้ขับขี่เพิ่มมากขึ้น ลดการเกิดอุบัติเหตุได้ และจะทำให้ปริมาณการจราจรในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้นเพิ่มมากขึ้นก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง นั่นก็จะแสดงให้เห็นว่าจะช่วยให้เกิดการเรียงตัวกันของปริมาณจราจร ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดอุบัติเหตุการชนท้ายกัน ยังจะช่วยให้การจราจรเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างมีความคล่องตัวขึ้นไหลและปลอดภัยมากขึ้น การเปรียบเทียบค่าร้อยละของปริมาณจราจรในแต่ละรูปแบบของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างสามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้ดังตารางที่ 4.13 ถึงตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.3 ถึงรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.2 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ สถานีตรวจวัด
ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น.



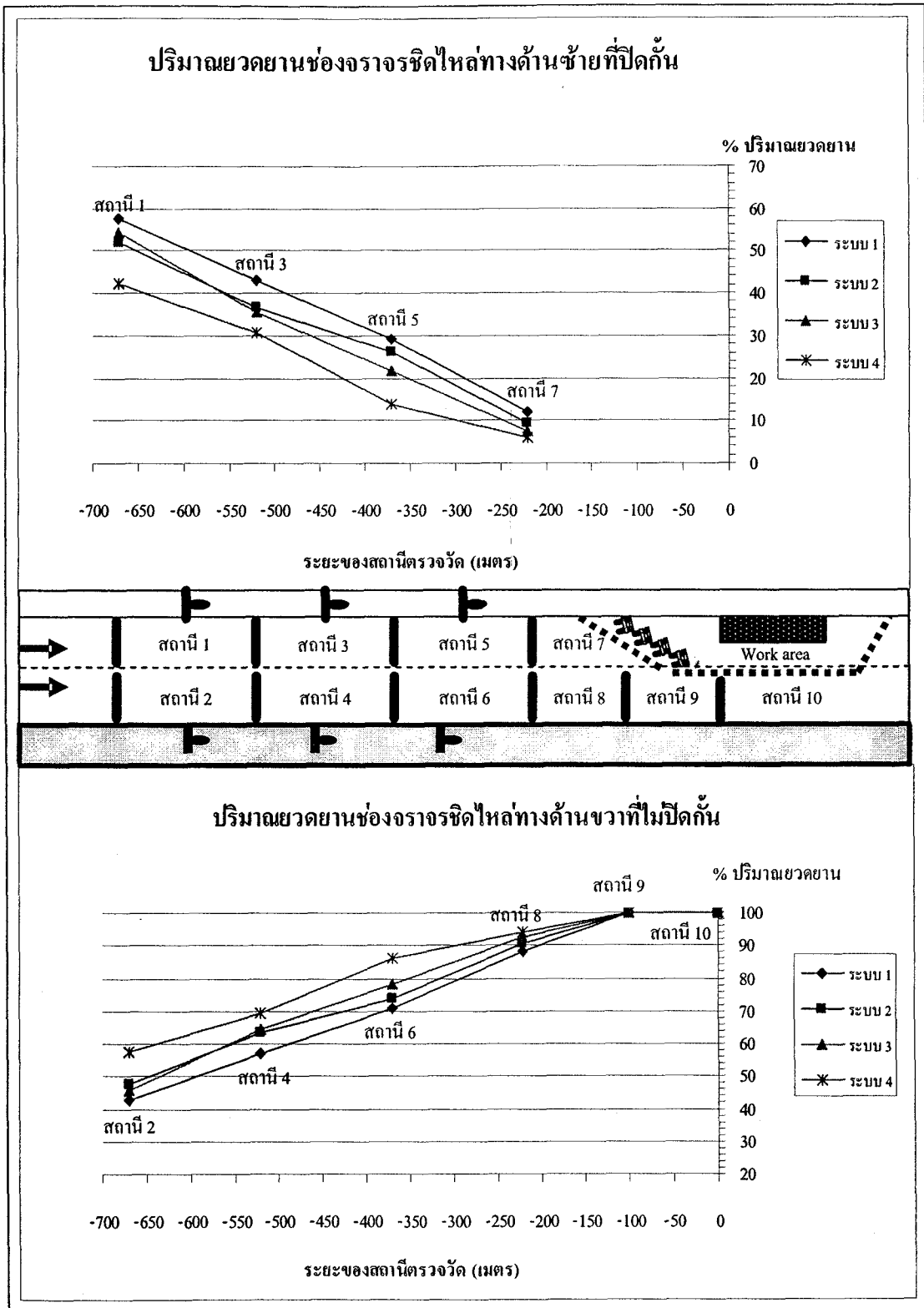
รูปที่ 4.3 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น.

ตารางที่ 4.13 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น.

| ระบบควบคุมการจราจร | สถานีตรวจวัดปริมาณจราจร | | | | ปริมาณจราจรรวม (คัน/ชั่วโมง) |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | 1 | 3 | 5 | 7 | |
| รูปแบบที่ 1 | 57.51 | 43.06 | 29.34 | 11.99 | 692 |
| รูปแบบที่ 2 | 52.21 | 36.72 | 26.04 | 9.38 | 768 |
| รูปแบบที่ 3 | 54.39 | 35.70 | 21.76 | 7.39 | 717 |
| รูปแบบที่ 4 | 42.45 | 30.86 | 13.75 | 5.93 | 742 |

ตารางที่ 4.14 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น.

| ระบบควบคุมการจราจร | สถานีตรวจวัดปริมาณจราจร | | | | | | ปริมาณจราจรรวม (คัน/ชั่วโมง) |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|---------------------------------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| รูปแบบที่ 1 | 42.49 | 56.94 | 70.66 | 88.01 | 100 | 100 | 692 |
| รูปแบบที่ 2 | 47.79 | 63.28 | 73.96 | 90.63 | 100 | 100 | 768 |
| รูปแบบที่ 3 | 45.61 | 64.30 | 78.24 | 92.61 | 100 | 100 | 717 |
| รูปแบบที่ 4 | 57.55 | 69.14 | 86.25 | 94.07 | 100 | 100 | 742 |



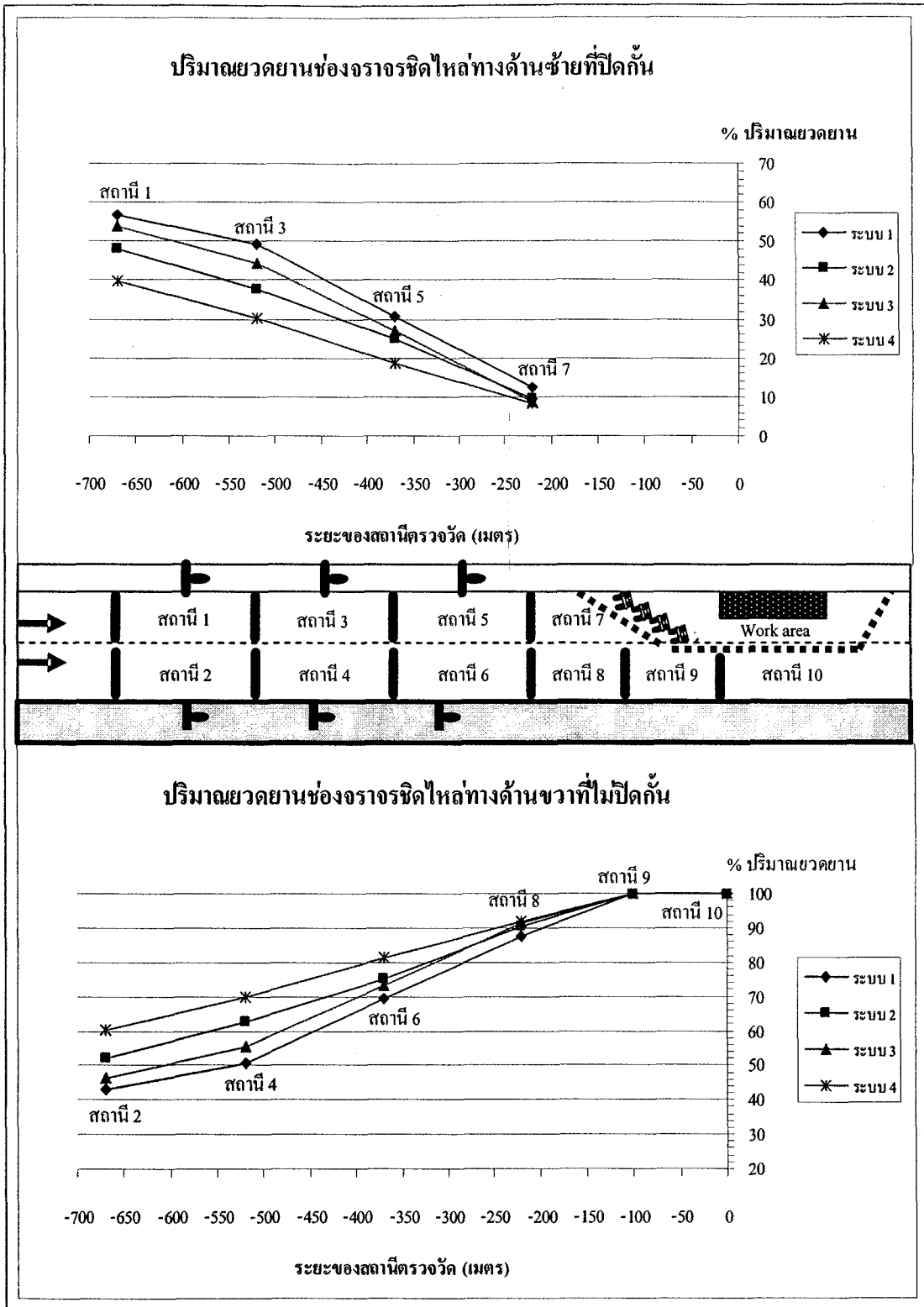
รูปที่ 4.4 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณยานพาหนะ ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น.

ตารางที่ 4.15 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น.

| ระบบควบคุมการจราจร | สถานีตรวจวัดปริมาณจราจร | | | | ปริมาณจราจรรวม (คัน/ชั่วโมง) |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | 1 | 3 | 5 | 7 | |
| รูปแบบที่ 1 | 56.89 | 49.39 | 30.70 | 12.41 | 733 |
| รูปแบบที่ 2 | 47.99 | 37.52 | 24.71 | 9.57 | 773 |
| รูปแบบที่ 3 | 53.84 | 44.52 | 26.99 | 8.77 | 730 |
| รูปแบบที่ 4 | 39.84 | 30.28 | 18.46 | 8.10 | 753 |

ตารางที่ 4.16 ร้อยละของปริมาณจราจรในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ณ สถานีตรวจวัดแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น.

| ระบบควบคุมการจราจร | สถานีตรวจวัดปริมาณจราจร | | | | | | ปริมาณจราจรรวม (คัน/ชั่วโมง) |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-----|-----|---------------------------------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | |
| รูปแบบที่ 1 | 43.11 | 50.61 | 69.30 | 87.59 | 100 | 100 | 733 |
| รูปแบบที่ 2 | 52.01 | 62.48 | 75.29 | 90.43 | 100 | 100 | 773 |
| รูปแบบที่ 3 | 46.16 | 55.48 | 73.01 | 91.23 | 100 | 100 | 730 |
| รูปแบบที่ 4 | 60.16 | 69.72 | 81.54 | 91.90 | 100 | 100 | 753 |



รูปที่ 4.5 แผนภาพแบบจำลองรูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณยานพาหนะ ณ สถานีตรวจวัด ในแต่ละตำแหน่งของบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น.

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.13 และพิจารณารูปที่ 4.4 ช่องจรรยาจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น พบว่าในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. รูปแบบที่ 1 ระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างมาตรฐานกรมทางหลวงมีค่าร้อยละของปริมาณจราจรสูงกว่าระบบควบคุมการจราจรรูปแบบอื่นในทุก ๆ สถานีตรวจวัด และเมื่อพิจารณาในแต่ละสถานีตรวจวัดพบว่าจากสถานีตรวจวัดที่ 1 มายังสถานีตรวจวัดที่ 3 พบว่ารูปแบบที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรร้อยละ 18.69 ชัดเจนมากกว่ารูปแบบอื่น จากสถานีตรวจวัดที่ 3 มายังสถานีตรวจวัดที่ 5 พบว่ารูปแบบที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรร้อยละ 17.11 ซึ่งชัดเจนมากกว่ารูปแบบอื่น และจากสถานีตรวจวัดที่ 5 มายังสถานีตรวจวัดที่ 7 ซึ่งเป็นระยะที่ใกล้กับพื้นที่ก่อสร้างมากที่สุดพบว่ารูปแบบที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรร้อยละ 17.35 ซึ่งมากที่สุด และยังมีปริมาณจราจรถึงร้อยละ 11.99 ที่ผ่านสถานีตรวจวัดที่ 7 ซึ่งใกล้พื้นที่ก่อสร้างมากจะส่งผลให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ขับขี่มากกว่ารูปแบบอื่น ยังเป็นเหตุให้เกิดการติดขัดขณะเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้าง ยังอาจเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายกว่ารูปแบบอื่น และในรูปแบบที่ 4 มีปริมาณจราจรที่ผ่านสถานีตรวจวัดที่ 7 ร้อยละ 7.82 ซึ่งน้อยกว่ารูปแบบอื่นจะทำให้การจราจรคล่องตัวและปลอดภัยมากขึ้น

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.4 ช่องจรรยาจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น พบว่าในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. นั้นร้อยละของปริมาณจราจรจะแปรผกผันกับร้อยละของปริมาณจราจรในช่องจรรยาจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น ซึ่งรูปแบบที่ 4 ร้อยละของปริมาณจราจรจะสูงกว่ารูปแบบอื่น ๆ ในทุกสถานีตรวจวัด และรูปแบบที่ 1 ร้อยละของปริมาณจราจรจะต่ำกว่ารูปแบบอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ และทันสมัยขึ้นนั้นจะช่วยให้การจราจรคล่องตัวและมีความปลอดภัยมากขึ้น

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.5 ช่องจรรยาจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น พบว่าในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. นั้นในสถานีตรวจวัดที่ 1 ร้อยละของปริมาณจราจรในรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 4 จะน้อยกว่าในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 ค่อนข้างชัดเจน เนื่องจากว่าในรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 4 ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระยะไกลในช่วงค่ำแสงสว่างน้อย ซึ่งได้ติดตั้งก่อนถึงสถานีตรวจวัดที่ 1 ทำการพิจารณาในแต่ละสถานีตรวจวัดพบว่าในสถานีตรวจวัดที่ 1 มายังสถานีตรวจวัดที่ 3 พบว่าในรูปแบบที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรร้อยละ 7.5 ซึ่งน้อยกว่ารูปแบบอื่น ๆ และในสถานีตรวจวัดที่ 3 มายังสถานีตรวจวัดที่ 5 พบว่ารูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรค่อนข้างมาก คือ ร้อยละ 18.69 และ 17.53 ตามลำดับ จากสถานีตรวจวัดที่ 5 มายังสถานีตรวจวัดที่ 7 ซึ่งใกล้ถึงพื้นที่ก่อสร้างมากที่สุดพบว่ารูปแบบที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรมากที่สุดร้อยละ 18.29 และรูปแบบที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดร้อยละ 10.36 ส่วนร้อยละของปริมาณจราจรที่ผ่านสถานีตรวจวัดที่ 7 เข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้างในช่องจรรยาจรที่ปิดมากที่สุด คือ

รูปแบบที่ 1 ร้อยละ 12.41 และน้อยที่สุดคือรูปแบบที่ 4 ร้อยละ 8.10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณจราจรที่เข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้างในช่องจราจรที่ปิดกั้นนั้นยังมีปริมาณจราจรมากเท่าไรก็จะทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ และความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานและผู้ขับขี่มากขึ้นเท่านั้น

จากการศึกษาดังตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.5 ช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้นพบว่าในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจรจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. ดังที่กล่าวไปแล้ว คือ ร้อยละของปริมาณจราจรจะแปรผกผันกันกับร้อยละของปริมาณจราจรในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น เมื่อปริมาณจราจรด้านซ้ายลดลงปริมาณจราจรด้านขวาก็จะเพิ่มขึ้น และร้อยละของปริมาณจราจรในรูปแบบที่ 4 จะสูงกว่ารูปแบบอื่น ส่วนรูปแบบที่ 1 จะต่ำกว่ารูปแบบอื่น ซึ่งในช่วงค่าที่แสงสว่างน้อยลงวิสัยทัศน์ในการขับขี่ก็น้อยลงทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นได้ไม่ไกลมากนัก จะสังเกตเห็นว่ารูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 4 ได้มีการติดตั้งป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ไว้ล่วงหน้าจะทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นข้อความ “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” ได้อย่างชัดเจนและรูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 ได้มีการติดตั้งเส้นชะลอความเร็ว ซึ่งมีคุณสมบัติสะท้อนแสงได้ดีในเวลากลางคืนก็จะช่วยให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจรเร็วขึ้น

4.6 การวิเคราะห์ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา

จากผลการสำรวจรวบรวมข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา กรณีนำอุปกรณ์ป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strip) มาใช้ในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งได้เก็บข้อมูลจำนวน 300 ตัวอย่าง จากสถานีบริการน้ำมันที่อยู่ด้านหลังถัดจากพื้นที่ก่อสร้างเป็นสถานที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 ผลการสำรวจข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในช่วงกลางวัน

| ข้อมูลที่ใช้สัมภาษณ์ | ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรผ่านพื้นที่ศึกษา |
|--|---|
| กลุ่มตัวอย่าง | จำนวน 206 ตัวอย่าง |
| 1. ข้อมูลทั่วไป | |
| 1.2 เพศของผู้ขับขี่ | ชาย 83.33% หญิง 11.67% |
| 1.3 อายุของผู้ขับขี่ | น้อยกว่า 20 ปี 0% 20 – 30 ปี 16.67% 31 – 40 ปี 45% 41 – 50 ปี 26.67% มากกว่า 50 ปี 11.67% |
| 1.4 ยานพาหนะในการเดินทาง | รถเก๋ง 21.67% รถกระบะ 63.33% รถบรรทุก 7.50% ยานพาหนะอื่นๆ 7.50% |
| 2. ข้อประเมินระบบควบคุมการจราจร | |
| 2.1 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรมีความรู้สึกแตกต่างหรือไม่ ต่อระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ทำนุสัญจรผ่านมา เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ก่อสร้างโดยทั่วไปที่เคยสัญจรผ่านมา | แตกต่าง 86.67% ไม่แตกต่าง 13.33% |
| 2.2 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรได้สังเกตเห็นป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) ที่มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” หรือไม่ | เห็น 79.17% ไม่เห็น 20.83% |
| 2.3 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรเห็นข้อความบนป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) ที่มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” เมื่อท่านขับอยู่ช่องจราจรด้านซ้าย จะมีพฤติกรรมในการขับช้อย่างไร | ลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจร 70.83% ลดความเร็วลงแต่ยังไม่เปลี่ยนช่องจราจร 27.50% ไม่ลดความเร็วลงและไม่เปลี่ยนช่องจราจร 1.67% |
| 2.4 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรได้สังเกตเห็นเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง 3M) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย หรือไม่ | เห็น 77.50% ไม่เห็น 22.50% |
| 2.5 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรเมื่อขับผ่านเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง 3M) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย จะรู้สึกว่าสะท้อนแสงและเส้นสะท้อนทำให้ตื่นตัวในการขับขี่ ระดับใด | มาก 23.33% ปานกลาง 68.33% น้อย 8.33% |
| 2.6 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรเมื่อขับรถผ่านเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง 3M) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย จะมีพฤติกรรมในการขับช้อย่างไร | ลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจร 65% ลดความเร็วลงแต่ยังไม่เปลี่ยนช่องจราจร 34.17% ไม่ลดความเร็วลงและไม่เปลี่ยนช่องจราจร 0.83% |

ตารางที่ 4.18 ผลการสำรวจข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรผ่านพื้นที่ศึกษาในช่วงค่ำ

| ข้อมูลที่ใช้สัมภาษณ์ | ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรผ่านพื้นที่ศึกษา |
|--|---|
| กลุ่มตัวอย่าง | จำนวน 94 ตัวอย่าง |
| 1. ข้อมูลทั่วไป | |
| 1.2 เพศของผู้ขับขี่ | ชาย 87.27% หญิง 12.73% |
| 1.3 อายุของผู้ขับขี่ | น้อยกว่า 20 ปี 0% 20 – 30 ปี 10.91% 31 – 40 ปี 38.18% 41 – 50 ปี 36.36% มากกว่า 50 ปี 14.55% |
| 1.4 ยานพาหนะในการเดินทาง | รถเก๋ง 20% รถกระบะ 54.55% รถบรรทุก 12.73% ยานพาหนะอื่นๆ 12.73% |
| 2. ข้อประเมินระบบควบคุมการจราจร | |
| 2.1 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรมีความรู้สึกแตกต่างหรือไม่ ต่อระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างที่ทำสัญจรผ่านมา เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ก่อสร้างโดยทั่วไปที่เคยสัญจรผ่านมา | แตกต่าง 87.27% ไม่แตกต่าง 12.73% |
| 2.2 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรได้สังเกตเห็นป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) ที่มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” หรือไม่ | เห็น 100% ไม่เห็น 0% |
| 2.3 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรเห็นข้อความบนป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) ที่มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” เมื่อท่านขับอยู่ช่องจราจรด้านซ้าย จะมีพฤติกรรมในการขับอย่างไร | ลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจร 41.82% ลดความเร็วลงแต่ยังไม่เปลี่ยนช่องจราจร 56.36% ไม่ลดความเร็วลงและไม่เปลี่ยนช่องจราจร 1.82% |
| 2.4 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรได้สังเกตเห็นเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง 3M) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย หรือไม่ | เห็น 78.18% ไม่เห็น 21.82% |
| 2.5 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรเมื่อขับผ่านเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง 3M) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย จะรู้สึกว่าสะท้อนแสงและเส้นสะท้อนทำให้ตื่นตัวในการขับขี่ระดับใด | มาก 38.18% ปานกลาง 56.36% น้อย 5.45% |
| 2.6 ผู้ใช้เส้นทางสัญจรเมื่อขับรถผ่านเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง 3M) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย จะมีพฤติกรรมในการขับอย่างไร | ลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจร 60% ลดความเร็วลงแต่ยังไม่เปลี่ยนช่องจราจร 40% ไม่ลดความเร็วลงและไม่เปลี่ยนช่องจราจร 0% |

จากตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 เป็นผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาในช่วงกลางวัน และช่วงค่ำตามลำดับ ซึ่งพบว่าผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นเพศชายอายุประมาณ 31 – 40 ปี โดยใช้รถกระบะ และรถเก๋งเป็นยานพาหนะในการเดินทาง สำหรับผลการประเมินระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างพบว่าทัศนคติของผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เห็นว่าระบบควบคุมการจราจรพื้นที่ก่อสร้างที่มีป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) และเส้นชะลอความเร็วมีความแตกต่างจากระบบควบคุมการจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง ผู้ขับขี่สังเกตเห็นป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) ที่มีข้อความว่า “ช่องจราจรปิดด้านซ้าย” ร้อยละ 79.17 ในช่วงเวลากลางวัน และร้อยละ 100 ในช่วงค่ำ ในช่วงเวลากลางวันเมื่อผู้ขับขี่เห็นป้ายจราจรดังกล่าวผู้ขับขี่ส่วนใหญ่จะลดความเร็วลง และเปลี่ยนช่องจราจรร้อยละ 70.83 แต่ในช่วงค่ำกลับพบว่าผู้ขับขี่จะลดความเร็วลง แต่ยังไม่เปลี่ยนช่องจราจรร้อยละ 56.36 และจะเปลี่ยนช่องจราจรร้อยละ 41.82 สำหรับเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (เทปติสะท้อนแสง 3M) ติดตั้งบนผิวจราจรช่องซ้ายนั้นทำให้ผู้ขับขี่เห็นแสงจากการสะท้อนแสง อีกทั้งยังรู้สึกสั่นสะเทือนในระดับปานกลางทำให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลง และเปลี่ยนช่องจราจรร้อยละ 65 ในช่วงกลางวัน และร้อยละ 60 ในช่วงค่ำ

จากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้น ความคิดเห็นของผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการวิเคราะห์ผลจากสภาพการจราจร ด้านความเร็ว และปริมาณจราจรดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่นำมาทำการทดลองศึกษาทั้งป้ายจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (VMS) และเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้มีส่วนช่วยให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วของยานพาหนะ และเปลี่ยนช่องจราจรมายังช่องจราจรปกติที่ไม่ได้ถูกปิดกั้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาซึ่งเป็นการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ทั้งเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปดีสะท่อนแสง 3M และป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ที่ได้ติดตั้งในแต่ละรูปแบบของการศึกษา โดยใช้มาตรฐานกรมทางหลวงเป็นมาตรฐานหลักที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบ ซึ่งได้ข้อสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยของยาน

จากผลการวิเคราะห์ในช่วงเวลา 13.00 – 14.00 น. จะเห็นได้ว่าในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นรูปแบบที่ 4 ที่มีการเพิ่มอุปกรณ์เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปดีสะท่อนแสง 3M และป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ติดตั้งใช้งานร่วมกันมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยความเร็วเฉลี่ยลดลงจากรูปแบบที่ 1 มาตรฐานกรมทางหลวงถึง 4.33 กม./ชม. และในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ในช่วงก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 มีประสิทธิภาพมากที่สุดเช่นกัน โดยความเร็วเฉลี่ยลดลงจากรูปแบบที่ 1 ถึง 4.88 กม./ชม. ส่วนในช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างพบว่ารูปแบบที่ 3 มีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากรูปแบบที่ 1 ถึง 1.10 กม./ชม. และรูปแบบที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยลดลงจากรูปแบบที่ 1 ถึง 0.12 กม./ชม.

จากการวิเคราะห์ผลในช่วงเวลา 18.00 – 19.00 น. ในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้น พบว่ารูปแบบที่ 2 ความเร็วเฉลี่ยลดลงจากรูปแบบที่ 1 มากที่สุดถึง 6.11 กม./ชม. ซึ่งใกล้เคียงกันกับรูปแบบที่ 4 คือ 5.92 กม./ชม. และในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ในช่วงก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างพบว่ารูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 4 มีความเร็วเฉลี่ยลดลงค่อนข้างมาก คือ 6.22 กม./ชม. และ 5.77 กม./ชม. และในขณะที่เคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 มีความเร็วเพิ่มขึ้นจากรูปแบบที่ 1 มากที่สุด คือ 2.09 กม./ชม.

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแผนภาพแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ จะเห็นได้ว่าในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นในแต่ละรูปแบบที่นำมาศึกษา มีการเปลี่ยนแปลงโดยความเร็วลดลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่จะเห็นได้ว่ารูปแบบที่ 4 มี

การลดความเร็วก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างลดต่ำกว่ารูปแบบอื่น และในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น ช่วงก่อนเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 2 รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 4 มีความเร็วลดต่ำลงไม่แตกต่างกันมากนัก แต่จะเห็นได้ว่าในช่วงเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างรูปแบบที่ 4 มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสม่ำเสมอว่ารูปแบบอื่น ซึ่งจะทำให้เกิดความปลอดภัยและการจราจรคล่องตัวมากขึ้น

ซึ่งก็สรุปผลได้ว่าระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 ที่ได้นำอุปกรณ์ควบคุมการจราจรเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปติสะท้อนแสง 3M กับป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) มาทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยใช้ร่วมกันกับมาตรฐานกรมทางหลวงมีผลช่วยให้ความเร็วของยานลดลงมากที่สุด ลองลงมาก็คือรูปแบบที่ 2 การนำป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ใช้ร่วมกันกับมาตรฐานกรมทางหลวง และลำดับที่ 3 ก็คือการนำเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) ใช้ร่วมกันกับมาตรฐานกรมทางหลวง ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด มีส่วนช่วยให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วของยานพาหนะลงมากขึ้นก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่และผู้ที่กำลังปฏิบัติงาน และในช่วงการเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ก่อสร้างมีสภาพจราจรคล่องตัวมากขึ้น และอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว มีความสะดวกในการติดตั้ง มองเห็นได้ระยะไกล ในเวลากลางคืนยังช่วยสะท้อนแสงและสัญญาณ ช่วยให้ผู้ขับขี่ลดความเร็ว ระวังระวังและเปลี่ยนช่องจราจรในระยะที่ปลอดภัยมากขึ้น

5.1.2 ผลการวิเคราะห์การรวมตัวของปริมาณยาน

ผลการวิเคราะห์การรวมตัวของปริมาณยานได้พิจารณาเป็นคำร้อยละของปริมาณจราจรในแต่ละสถานีตรวจวัด จะเห็นได้ว่าในช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านซ้ายที่ปิดกั้นรูปแบบที่ 1 มาตรฐานกรมทางหลวงมีร้อยละของปริมาณจราจรเข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้างมากที่สุด และผู้ขับขี่ได้ทำการเปลี่ยนช่องจราจรในระยะที่ใกล้กับพื้นที่ก่อสร้างมาก ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายแก่ทั้งผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงาน และจะเห็นได้ว่าในรูปแบบที่ 4 ซึ่งได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปติสะท้อนแสง 3M และป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) เพิ่มเข้าไปจากมาตรฐานกรมทางหลวงเดิมพบว่ามีร้อยละของปริมาณจราจรเข้าใกล้พื้นที่ก่อสร้างลดน้อยลง ผู้ขับขี่ได้เปลี่ยนช่องจราจรในระยะที่ไกลออกไปก่อนที่จะถึงพื้นที่ก่อสร้างช่วยให้เกิดความปลอดภัยและการจราจรคล่องตัวมากขึ้น

ซึ่งสรุปผลได้ว่าระบบควบคุมการจราจรรูปแบบที่ 4 มีประสิทธิภาพมากที่สุด ลองลงมาก็คือ รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ทั้งเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปติสะท้อนแสง 3M และป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ที่

นำมาใช้ร่วมกับมาตรฐานกรมทางหลวง มีส่วนช่วยให้ระบบควบคุมการจราจรมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ผู้ขับขี่มีความตื่นตัว มีการเปลี่ยนช่องจราจรการเรียงตัวกันของยานพาหนะในระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้การจราจรคล่องตัว ผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงานเกิดความปลอดภัยมากขึ้น

5.1.3 ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา

ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา กรณีนำอุปกรณ์เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปดีสะทอนแสง 3M และป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) มาใช้ร่วมกันกับมาตรฐานกรมทางหลวงในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งผลที่ได้คือผู้ใช้เส้นทางส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการควบคุมการจราจรดังกล่าวมีความแตกต่าง เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ก่อสร้างโดยทั่วไปที่เคยผ่านมา และได้สังเกตเห็นป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ที่มีข้อความว่า “**ช่องจราจรปิดด้านซ้าย**” และผู้ใช้เส้นทางส่วนใหญ่จะลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจรมายังช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น และผู้ใช้เส้นทางส่วนใหญ่ได้สังเกตเห็นเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปดีสะทอนแสง 3M ผู้ใช้เส้นทางรู้สึกสิ้นสะเทือนในระดับปานกลาง และจะลดความเร็วลงทำการเปลี่ยนช่องจราจรมายังช่องจราจรชิดไหล่ทางด้านขวาที่ไม่ปิดกั้น

ซึ่งสรุปผลได้ว่าอุปกรณ์ควบคุมการจราจรทั้งเส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปดีสะทอนแสง 3M และป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) มีประสิทธิภาพช่วยให้ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ลดความเร็วลง และเปลี่ยนช่องจราจรมายังช่องจราจรที่ไม่ปิดกั้นก่อนจะเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งเป็นผลสรุปที่สอดคล้องกันกับผลสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์ทางด้านการจราจร

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) อุปกรณ์เส้นชะลอความเร็วแบบเคลื่อนย้ายได้ (Removable Rumble Strips) เทปดีสะทอนแสง 3M เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติเป็นเทปกาวยึดติดกับพื้นผิวถนนสะทอนแสงเป็นอย่างดี มีความสะดวกในการติดตั้ง และรื้อออก เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงแต่ราคาในปัจจุบันยังคงค่อนข้างแพง เนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงยังไม่มีหรือนำมาใช้งานมากนักและควรมีการพัฒนาสนับสนุนให้มีการผลิตในประเทศเพื่อราคาจะได้ลดต่ำลง และมีการนำไปใช้งานที่แพร่หลายมากขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุแล้วนับว่าเป็นการคุ้มค่าในการนำมาใช้งานในพื้นที่ที่มีกิจกรรมก่อสร้างทางเพื่อเดือน และสร้างความตระหนักแก่ผู้ใช้งาน

2) อุปกรณ์ป้ายเตือนจราจรอิเล็กทรอนิกส์ (Variable Message Signs) ในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้เพื่อเป็นสื่อโฆษณาที่แพร่หลายตามหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ราคาไม่สูงมากนัก จึงควรพัฒนาขนาดของป้าย ตัวหนังสือ และอุปกรณ์เก็บพลังงาน (แบตเตอรี่) ให้มีความเหมาะสมเป็นมาตรฐาน สะดวกต่อการนำไปใช้งานในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างต่อไป

3) ผลการศึกษาที่ได้หน่วยงานหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปพัฒนาเพื่อปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานต่อไป

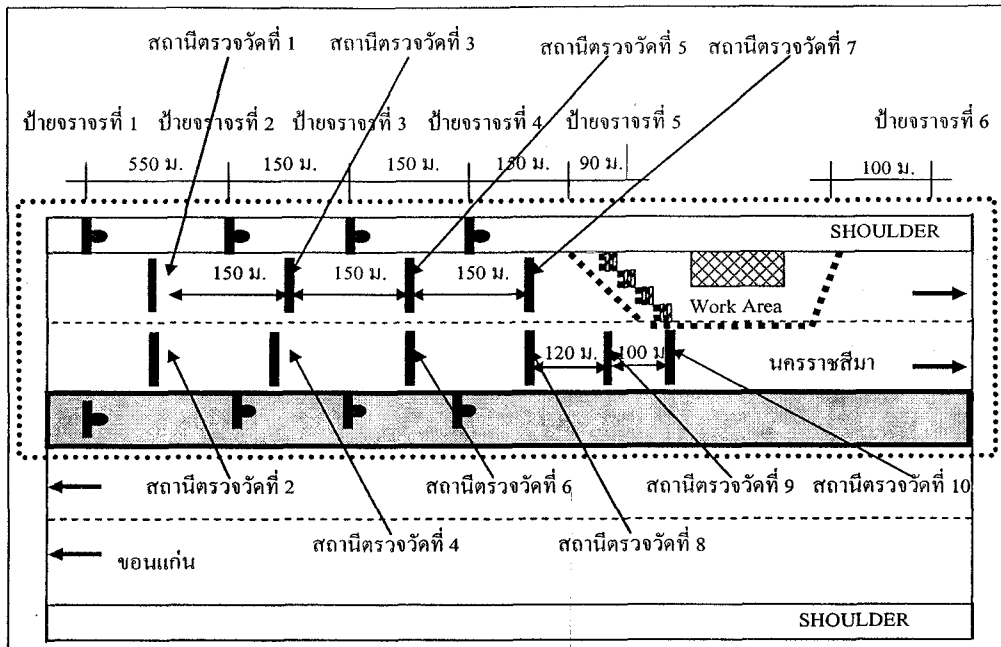
รายการอ้างอิง

- กรมทางหลวง. (2545). **คู่มือเครื่องหมายควบคุมการจราจรในงานก่อสร้าง บูรณะ และบำรุงรักษาทางหลวง ฉบับปี พ.ศ.2545**. กรุงเทพมหานคร กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทิพย์โยธา. (2547). **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS for Windows Version 12**. กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญชัช นิ่งเจริญ. (2545). **ผลของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง**. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ประพาส เหลืองศิริรักษา. (2542). **การประเมินประสิทธิผลของระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างบนทางหลวง**. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2546). **คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงคมนาคม.
- Civicmedia Company. (2007). **VMS Outdoor**. Available: <http://www.civicmedia.com>
- Rob Bushman, Curtis Berthelot and Joseph Chan. (2004). **Effects of a smart work zone on motorist route decisions**. Québec. Transportation Association of Canada.
- Fontaine, M. D., and Carlson, P. J. (2001). **Evaluation of speed displays and rumble strips at rural maintenance work zone**. Washington, D.C: Transportation Research Board.
- Sina Hooshdar and Hojjat Adeli, F.asce. (2004). **Toward intelligent variable message signs in freeway work zones: Neural network model**. Journal of transportation engineering @ASCE. pp. 83-93.
- Maryland State Highway Administration. (2005). **Use of temporary transverse rumble strips in work zone**. Maryland. U.S. Department of Transportation.
- Meyer, E. (2000). **Evaluation of orange removable rumble strips for highway work zone**. The University of Kansas. Transportation Research Record 1715.

- Gerald L. Ullman, Conrad L. Dudek, Brooke R. Ullman, Alicia Williams, and Geza Pesti. (2005). **Effective Use of Portable Changeable Message Signs in Work Zones**. Texas Transportation Institute. The Texas A&M University System.
- Virkler and Mark. (2000). **Removable Orange Rumble Strips**. Columbia. The University of Missouri.
- 3M. (2004). **Application Guidelines for 3MTM Stamark High Performance Tape Series 380I ES**. Traffic Safety Systems Division. 3M Canada Company.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลความเร็วของรถยนต์ที่เก็บข้อมูลจากสภาพการจราจร
ในเส้นทางที่ใช้ศึกษา



รูปที่ ก.1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดความเร็ว

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 3 | 75.63 | 79.00 | 69.05 | 67.57 | 58.00 | 63.12 | 30.24 | 68.00 | 40.57 | 32.89 |
| 3 – 6 | 87.67 | 81.13 | 66.42 | 65.07 | 58.12 | 62.33 | N/A. | 52.36 | 31.67 | 32.06 |
| 6 – 9 | 84.86 | 82.10 | 66.59 | 67.92 | 57.62 | 63.00 | 35.50 | 48.00 | 36.18 | 36.00 |
| 9 – 12 | 73.42 | 82.30 | 67.38 | 70.75 | 58.12 | 67.10 | 43.62 | 49.39 | 34.04 | 31.52 |
| 12 – 15 | 87.63 | 87.00 | 67.71 | 69.00 | 59.05 | 65.20 | 45.50 | 47.63 | 34.28 | 33.77 |
| 15 – 18 | 76.00 | 92.28 | 68.06 | 75.67 | 60.37 | 63.43 | 49.50 | 48.65 | 38.38 | 39.56 |
| 18 – 21 | 85.38 | 80.92 | 67.00 | 69.80 | 58.67 | 60.90 | 51.44 | 42.50 | 44.00 | 38.67 |
| 21 – 24 | 78.33 | 81.79 | 66.69 | 67.00 | 58.44 | 60.57 | 49.79 | 37.23 | 36.05 | 35.26 |
| 24 – 27 | 88.06 | 80.33 | 66.69 | 65.38 | 58.33 | 62.06 | 53.70 | 34.25 | 29.67 | 34.28 |
| 27 – 30 | 76.46 | 82.62 | 65.56 | 64.00 | 60.10 | 61.20 | 40.00 | 41.76 | 33.71 | 30.87 |
| 30 – 33 | 75.20 | 71.40 | 62.25 | 63.67 | 59.44 | 60.67 | 26.57 | 42.50 | 36.50 | 36.71 |
| 33 – 36 | 77.60 | 76.64 | 63.00 | 68.17 | 59.00 | 61.86 | 28.22 | 37.50 | 34.12 | 34.96 |
| 36 – 39 | 77.57 | 76.40 | 64.10 | 66.91 | 56.75 | 63.58 | 31.00 | 38.17 | 37.86 | 38.45 |
| 39 – 42 | 88.14 | 85.50 | 66.48 | 65.75 | 59.41 | 62.00 | 29.83 | 32.93 | 31.05 | 35.95 |
| 42 – 45 | 73.59 | 76.64 | 64.03 | 67.00 | 58.76 | 63.09 | 23.75 | 50.67 | 37.70 | 40.91 |
| 45 – 48 | 71.14 | 80.14 | 65.78 | 66.13 | 59.80 | 65.00 | 46.07 | 29.33 | 28.57 | 41.75 |
| 48 – 51 | 80.33 | 79.40 | 67.87 | 71.42 | 60.54 | 61.67 | 28.67 | 24.45 | 21.37 | 27.75 |
| 51 – 54 | 77.50 | 78.00 | 63.90 | 66.88 | 60.74 | 64.67 | 29.50 | N/A. | 20.42 | 27.09 |
| 54 – 57 | 83.94 | 83.80 | 65.67 | 66.70 | 57.72 | 62.67 | 37.46 | 23.00 | 16.06 | 21.00 |
| 57 - 60 | 72.27 | 81.54 | 64.05 | 68.27 | 58.67 | 64.18 | 40.80 | 27.67 | 17.50 | 26.87 |

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 - 3 | 72.86 | 69.42 | 57.95 | 58.59 | 51.57 | 54.33 | 32.50 | 35.90 | 29.87 | 28.80 |
| 3 - 6 | 84.00 | 71.27 | 60.50 | 61.07 | 51.50 | 58.22 | 28.75 | 45.00 | 33.68 | 32.69 |
| 6 - 9 | 73.67 | 73.64 | 57.33 | 62.42 | 51.40 | 56.45 | 38.86 | 45.42 | 32.14 | 32.11 |
| 9 - 12 | 77.92 | 68.22 | 58.69 | 61.40 | 51.18 | 54.89 | 43.00 | 43.38 | 33.67 | 33.40 |
| 12 - 15 | 73.06 | 71.21 | 55.81 | 60.00 | 51.73 | 54.87 | 38.17 | 43.88 | 27.86 | 25.78 |
| 15 - 18 | 75.16 | 67.00 | 58.00 | 59.80 | 52.21 | 55.22 | 39.67 | 42.83 | 31.37 | 30.95 |
| 18 - 21 | 71.40 | 75.75 | 57.35 | 62.40 | 51.06 | 56.12 | 36.09 | 36.46 | 29.72 | 28.56 |
| 21 - 24 | 74.22 | 70.73 | 59.45 | 55.00 | 51.30 | 53.00 | 41.20 | 44.15 | 32.27 | 28.39 |
| 24 - 27 | 74.31 | 69.87 | 56.69 | 61.27 | 51.91 | 55.23 | 48.17 | 42.05 | 30.05 | 29.92 |
| 27 - 30 | 71.67 | 69.40 | 55.10 | 61.00 | 52.44 | 57.00 | 37.25 | 40.07 | 29.06 | 30.47 |
| 30 - 33 | 72.31 | 81.27 | 63.31 | 61.84 | 57.50 | 56.78 | 35.23 | 31.50 | 28.35 | 26.38 |
| 33 - 36 | 77.50 | 81.86 | 56.77 | 63.05 | 51.64 | 55.25 | 32.60 | 36.20 | 29.14 | 30.79 |
| 36 - 39 | 72.00 | 77.43 | 57.79 | 60.94 | 53.57 | 55.47 | 37.43 | 37.20 | 29.27 | 30.62 |
| 39 - 42 | 85.67 | N/A. | 58.35 | 62.67 | 54.89 | 54.00 | 29.44 | 34.64 | 29.61 | 31.61 |
| 42 - 45 | 77.00 | 94.33 | 57.59 | 62.33 | 51.20 | 54.91 | 30.67 | 30.55 | 29.18 | 29.55 |
| 45 - 48 | N/A. | 87.82 | 58.46 | 62.85 | 53.05 | 55.62 | 29.78 | 35.40 | 32.88 | 29.84 |
| 48 - 51 | 76.67 | 82.33 | 55.70 | 63.60 | 53.00 | 54.67 | 32.67 | 37.74 | 30.33 | 27.95 |
| 51 - 54 | N/A. | 89.40 | 57.47 | 63.82 | 55.67 | 56.70 | 33.00 | 36.53 | 29.19 | 30.67 |
| 54 - 57 | N/A. | 83.93 | 56.53 | 61.38 | 51.62 | 57.75 | 31.00 | 36.22 | 27.00 | 25.67 |
| 57 - 60 | 68.25 | 81.80 | 56.23 | 60.88 | 51.33 | 55.00 | 22.00 | 38.18 | 29.67 | 29.00 |

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 - 3 | 68.79 | 99.24 | 70.60 | 63.75 | 53.25 | 69.26 | 35.00 | 42.20 | 34.43 | 35.87 |
| 3 - 6 | 70.49 | 74.54 | 71.76 | 75.73 | 59.46 | 58.84 | 42.24 | 39.82 | 31.55 | 31.46 |
| 6 - 9 | 83.06 | 68.50 | 69.46 | 75.90 | 61.60 | 60.06 | 40.92 | 41.60 | 35.24 | 36.82 |
| 9 - 12 | 84.56 | 82.54 | 59.43 | 65.81 | 58.23 | 61.57 | 39.14 | 42.29 | 34.59 | 35.96 |
| 12 - 15 | 90.86 | 88.15 | 66.60 | 71.29 | 51.80 | 65.51 | 32.33 | 45.27 | 39.07 | 39.22 |
| 15 - 18 | 79.14 | 69.23 | 66.46 | 62.77 | 55.10 | 62.05 | 36.78 | 44.53 | 35.60 | 37.36 |
| 18 - 21 | 80.28 | 76.88 | 59.33 | 64.27 | 51.55 | 56.73 | 46.60 | 42.67 | 34.33 | 35.22 |
| 21 - 24 | 85.83 | 80.39 | 62.77 | 70.72 | 56.57 | 62.35 | 51.00 | 44.27 | 35.35 | 36.50 |
| 24 - 27 | 74.94 | 71.80 | 67.88 | 62.33 | 55.46 | 56.90 | 36.50 | 45.20 | 37.29 | 35.52 |
| 27 - 30 | 73.81 | 72.53 | 62.41 | 63.83 | 53.27 | 56.98 | 40.14 | 43.56 | 35.58 | 33.91 |
| 30 - 33 | 66.93 | 82.62 | 60.33 | 65.08 | 55.61 | 59.55 | 44.67 | 30.06 | 25.54 | 30.04 |
| 33 - 36 | 70.07 | 64.88 | 63.11 | 59.22 | 52.13 | 55.64 | 31.00 | 34.72 | 27.20 | 31.37 |
| 36 - 39 | 67.61 | 65.20 | 56.47 | 57.56 | 53.00 | 57.93 | 26.81 | 31.10 | 23.43 | 36.84 |
| 39 - 42 | 76.71 | 74.13 | 52.68 | 59.23 | 51.60 | 56.47 | 26.00 | 30.68 | 26.33 | 30.61 |
| 42 - 45 | 66.89 | 72.22 | 58.79 | 61.56 | 54.72 | 57.63 | 26.49 | 30.77 | 25.17 | 30.15 |
| 45 - 48 | 76.94 | 84.31 | 65.96 | 57.81 | 60.00 | 58.83 | 26.00 | 37.50 | 29.53 | 34.83 |
| 48 - 51 | 81.03 | 89.11 | 68.20 | 62.36 | 57.24 | 57.05 | 26.29 | 32.11 | 22.94 | 36.51 |
| 51 - 54 | 81.06 | 77.20 | 66.42 | 63.62 | 51.47 | 58.34 | 31.64 | 32.71 | 22.89 | 36.52 |
| 54 - 57 | 75.07 | 74.43 | 52.75 | 60.44 | 52.71 | 57.88 | 29.46 | 33.83 | 23.73 | 37.20 |
| 57 - 60 | 74.76 | 75.50 | 76.35 | 60.65 | 56.50 | 56.89 | 26.00 | 36.54 | 25.70 | 30.56 |

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 - 3 | 56.70 | 69.66 | 56.62 | 52.42 | 42.63 | 47.50 | 26.00 | 31.07 | 26.00 | 20.86 |
| 3 - 6 | 59.62 | 65.41 | 46.09 | 50.69 | 48.11 | 44.61 | N/A. | 37.36 | 28.84 | 25.78 |
| 6 - 9 | 68.78 | 75.29 | 52.12 | 58.00 | 50.00 | 50.36 | 32.00 | 30.96 | 37.00 | 31.97 |
| 9 - 12 | 59.93 | 65.32 | 52.70 | 55.02 | 47.79 | 45.12 | 35.00 | 39.50 | 29.65 | 25.24 |
| 12 - 15 | 67.25 | 75.39 | 59.12 | 53.34 | 50.00 | 50.34 | 31.00 | 37.23 | 26.77 | 21.33 |
| 15 - 18 | 62.27 | 78.19 | 54.47 | 51.92 | 45.96 | 46.96 | 31.00 | 31.74 | 22.20 | 14.50 |
| 18 - 21 | 60.04 | 74.95 | 50.08 | 52.45 | 42.48 | 44.00 | 29.50 | 30.00 | 32.72 | 26.65 |
| 21 - 24 | 65.59 | 75.00 | 55.96 | 55.67 | 49.45 | 46.52 | N/A. | 45.65 | 27.58 | 29.85 |
| 24 - 27 | 64.86 | 75.30 | 59.42 | 54.48 | 43.04 | 47.56 | N/A. | 44.30 | 42.43 | 39.40 |
| 27 - 30 | 71.47 | 78.45 | 62.58 | 58.26 | 48.13 | 48.00 | N/A. | 32.21 | 27.13 | 25.07 |
| 30 - 33 | 85.81 | 81.28 | 53.62 | 52.11 | 42.40 | 45.25 | 30.00 | 38.17 | 39.73 | 35.33 |
| 33 - 36 | 75.96 | 68.08 | 51.85 | 53.09 | 46.10 | 45.89 | N/A. | 48.25 | 38.68 | 42.53 |
| 36 - 39 | 80.65 | 75.10 | 52.00 | 52.58 | 45.69 | 46.69 | N/A. | 40.14 | 39.64 | 44.34 |
| 39 - 42 | 69.91 | 75.18 | 54.96 | 51.44 | 45.07 | 49.80 | 32.00 | 40.67 | 36.37 | 40.43 |
| 42 - 45 | 67.56 | 73.14 | 59.13 | 47.17 | 43.57 | 42.38 | N/A. | 48.27 | 28.24 | 29.39 |
| 45 - 48 | 68.48 | 80.52 | 55.47 | 48.08 | 46.00 | 49.39 | 35.50 | 43.00 | 27.80 | 22.08 |
| 48 - 51 | 66.10 | 64.56 | 48.21 | 51.31 | 43.73 | 47.00 | 24.50 | 31.50 | 36.21 | 38.75 |
| 51 - 54 | 66.78 | 69.80 | 53.09 | 51.38 | 44.64 | 46.66 | 27.75 | 51.00 | 30.00 | 23.58 |
| 54 - 57 | 55.89 | 64.27 | 49.67 | 46.53 | 44.26 | 49.71 | 24.08 | 32.67 | 31.82 | 28.13 |
| 57 - 60 | 60.45 | 63.25 | 46.22 | 49.78 | 43.57 | 45.29 | 29.20 | 31.00 | 41.15 | 39.86 |

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 3 | 79.89 | 97.93 | 65.67 | 66.58 | 62.00 | 62.30 | 37.25 | 39.88 | 32.14 | 35.44 |
| 3 – 6 | 80.47 | 74.71 | 64.27 | 61.56 | 60.33 | 56.84 | 32.22 | 39.15 | 32.09 | 32.25 |
| 6 – 9 | 69.42 | 73.17 | 60.48 | 63.00 | 57.89 | 55.06 | 37.00 | 39.21 | 30.47 | 34.88 |
| 9 – 12 | 73.69 | 73.03 | 64.36 | 65.00 | 56.33 | 56.63 | 28.75 | 36.30 | 31.81 | 35.74 |
| 12 – 15 | 84.00 | 94.12 | 60.85 | 66.50 | 55.11 | 58.40 | N/A. | 36.77 | 31.45 | 35.85 |
| 15 – 18 | 78.68 | 78.31 | 66.89 | 62.33 | 59.88 | 55.03 | N/A. | 37.28 | 31.00 | 33.82 |
| 18 – 21 | 79.47 | 77.88 | 65.65 | 63.69 | 56.37 | 56.00 | N/A. | 36.64 | 30.49 | 36.42 |
| 21 – 24 | 77.29 | 70.15 | 64.00 | 58.72 | 55.24 | 56.85 | N/A. | 36.46 | 30.02 | 31.55 |
| 24 – 27 | 83.47 | 83.14 | 61.71 | 61.00 | 56.90 | 56.47 | N/A. | 37.57 | 31.66 | 34.09 |
| 27 – 30 | 80.77 | 77.65 | 69.72 | 66.52 | 57.64 | 57.43 | N/A. | 33.89 | 31.56 | 34.19 |
| 30 – 33 | 85.80 | 77.40 | 70.52 | 66.10 | 58.33 | 60.45 | N/A. | 33.00 | 34.41 | 37.95 |
| 33 – 36 | 80.90 | 66.29 | 63.33 | 66.71 | 57.13 | 57.67 | 40.00 | 35.00 | 34.56 | 29.18 |
| 36 – 39 | 78.92 | 79.57 | 62.89 | 58.50 | 56.60 | 58.48 | N/A. | 44.67 | 29.21 | 34.00 |
| 39 – 42 | 78.68 | 87.86 | 67.67 | 67.08 | 54.75 | 58.63 | 35.50 | 41.60 | 37.36 | 41.36 |
| 42 – 45 | 85.48 | 83.13 | 59.92 | 62.00 | 55.42 | 55.48 | N/A. | 43.00 | 29.91 | 37.92 |
| 45 – 48 | 71.54 | 80.63 | 58.97 | 61.27 | 55.73 | 55.47 | 32.00 | 41.33 | 34.00 | 29.54 |
| 48 – 51 | 84.88 | 75.25 | 60.65 | 63.50 | 56.62 | 55.85 | 32.00 | 30.60 | 33.11 | 37.29 |
| 51 – 54 | 84.71 | 72.83 | 61.69 | 63.10 | 56.40 | 55.65 | N/A. | 33.00 | 38.38 | 42.85 |
| 54 – 57 | 87.56 | 88.57 | 63.63 | 63.06 | 54.75 | 60.15 | 31.00 | 41.00 | 30.69 | 32.47 |
| 57 - 60 | 92.20 | 88.30 | 65.62 | 66.07 | 55.30 | 57.55 | N/A. | N/A. | 37.67 | 41.50 |

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 - 3 | 81.24 | 104.64 | 64.43 | 61.25 | 50.56 | 52.43 | 22.91 | 34.72 | 30.15 | 28.92 |
| 3 - 6 | 88.03 | 83.00 | 48.00 | 54.64 | 50.67 | 49.88 | 27.20 | 37.85 | 32.40 | 30.60 |
| 6 - 9 | 82.20 | 77.75 | 52.57 | 54.88 | 50.30 | 51.80 | 27.00 | 35.61 | 33.74 | 33.10 |
| 9 - 12 | 90.58 | 86.00 | 52.94 | 57.17 | 50.25 | 51.81 | 30.33 | 36.43 | 33.64 | 32.55 |
| 12 - 15 | 80.04 | 95.79 | 48.94 | 52.59 | 52.08 | 53.11 | 24.00 | 34.41 | 30.49 | 29.05 |
| 15 - 18 | 86.68 | 82.80 | 54.26 | 55.73 | 51.58 | 51.27 | 22.00 | 34.43 | 29.81 | 28.03 |
| 18 - 21 | 83.76 | 73.14 | 51.67 | 54.29 | 47.55 | 49.45 | 28.88 | 37.91 | 32.77 | 30.63 |
| 21 - 24 | 74.20 | 74.00 | 49.40 | 53.47 | 46.78 | 48.35 | 27.67 | 33.93 | 31.65 | 30.73 |
| 24 - 27 | 81.15 | 87.50 | 53.00 | 53.10 | 51.58 | 47.92 | 25.50 | 36.92 | 34.00 | 32.67 |
| 27 - 30 | 74.15 | 87.50 | 52.17 | 56.33 | 49.14 | 47.67 | 24.00 | 36.20 | 31.11 | 33.40 |
| 30 - 33 | 78.73 | 77.94 | 58.38 | 63.60 | 47.22 | 49.58 | 26.00 | 33.13 | 28.08 | 29.25 |
| 33 - 36 | 66.56 | 76.10 | 56.26 | 59.21 | 47.92 | 48.00 | 26.88 | 34.76 | 29.00 | 29.95 |
| 36 - 39 | 70.88 | 74.45 | 58.40 | 61.31 | 46.16 | 47.36 | 28.00 | 35.61 | 30.52 | 31.56 |
| 39 - 42 | 74.13 | 75.64 | 57.26 | 58.76 | 47.36 | 48.19 | N/A. | 33.44 | 29.41 | 28.39 |
| 42 - 45 | 70.32 | 67.93 | 54.12 | 57.24 | 48.42 | 46.00 | 26.00 | 32.88 | 28.75 | 29.04 |
| 45 - 48 | 64.14 | 69.45 | 53.42 | 56.75 | 49.78 | 46.46 | 29.00 | 35.47 | 28.00 | 29.81 |
| 48 - 51 | 68.86 | 64.25 | 55.09 | 56.30 | 46.94 | 46.40 | 32.50 | 35.05 | 30.33 | 29.05 |
| 51 - 54 | 63.87 | 76.09 | 55.09 | 55.06 | 47.06 | 46.20 | 28.00 | 40.53 | 30.88 | 29.93 |
| 54 - 57 | 53.50 | 66.50 | 54.84 | 54.11 | 45.23 | 46.68 | N/A. | 42.89 | 36.71 | 36.22 |
| 57 - 60 | 75.96 | 73.93 | 55.00 | 59.33 | 47.05 | 52.47 | N/A. | 36.00 | 26.75 | 28.67 |

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 13.00 - 14.00 น.

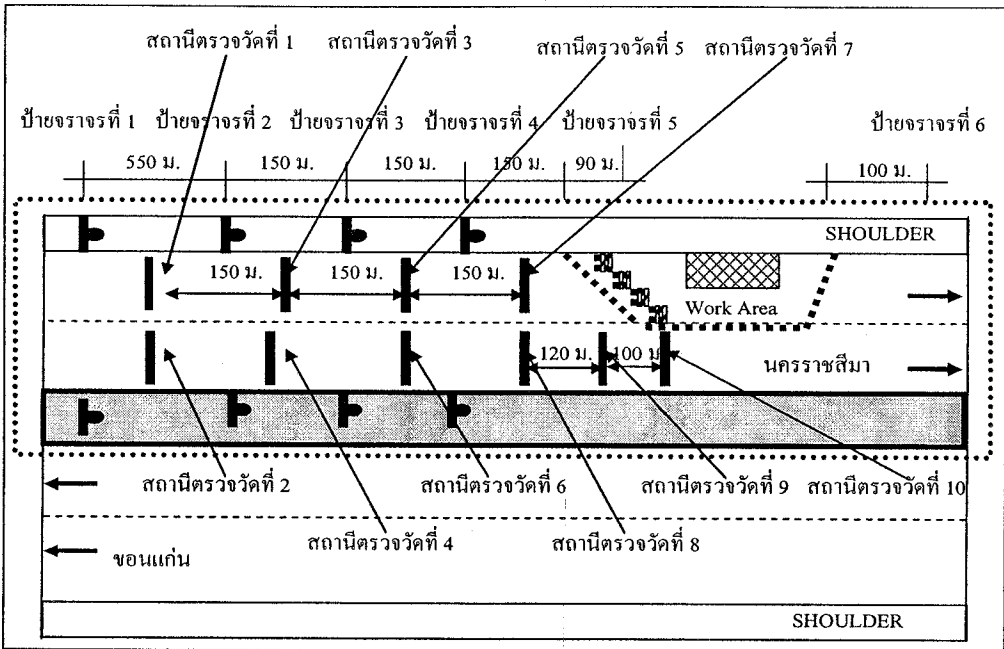
| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 - 3 | 65.63 | 69.39 | 57.10 | 57.29 | 53.91 | 61.43 | 27.33 | 38.06 | 28.73 | 33.65 |
| 3 - 6 | 77.69 | 62.26 | 56.83 | 60.27 | 54.00 | 56.57 | 32.25 | 38.74 | 32.28 | 31.61 |
| 6 - 9 | 64.00 | 65.91 | 53.71 | 59.45 | 57.47 | 58.11 | 30.00 | 45.45 | 34.95 | 32.55 |
| 9 - 12 | 78.50 | 72.40 | 63.80 | 58.74 | 52.00 | 58.58 | N/A. | 40.18 | 32.66 | 32.03 |
| 12 - 15 | 71.65 | 68.95 | 56.00 | 55.74 | 53.88 | 57.55 | 24.50 | 36.71 | 32.22 | 34.58 |
| 15 - 18 | 64.29 | 65.25 | 54.67 | 60.97 | 57.00 | 59.65 | 33.00 | 40.55 | 33.38 | 32.03 |
| 18 - 21 | 65.88 | 64.30 | 63.50 | 62.96 | 60.33 | 56.64 | 35.00 | 40.06 | 32.68 | 33.07 |
| 21 - 24 | 81.00 | 61.39 | 56.83 | 61.71 | 56.57 | 54.61 | N/A. | 38.10 | 30.72 | 34.36 |
| 24 - 27 | 70.88 | 66.85 | 59.81 | 64.57 | 53.05 | 54.69 | 29.00 | 39.43 | 31.13 | 33.69 |
| 27 - 30 | 73.32 | 66.57 | 57.91 | 59.23 | 55.86 | 54.42 | 25.50 | 39.55 | 32.18 | 31.05 |
| 30 - 33 | 83.25 | 78.20 | 68.50 | 65.92 | 54.50 | 53.38 | 28.00 | 38.19 | 33.56 | 31.86 |
| 33 - 36 | 71.89 | 72.53 | 62.45 | 59.33 | 53.86 | 57.30 | 28.00 | 39.23 | 32.72 | 33.39 |
| 36 - 39 | 93.33 | 83.00 | 68.00 | 64.54 | 57.20 | 55.04 | 31.00 | 37.19 | 32.69 | 32.33 |
| 39 - 42 | 89.22 | 80.80 | 63.00 | 60.96 | 53.00 | 58.67 | N/A. | 39.88 | 31.86 | 35.22 |
| 42 - 45 | 95.93 | 96.93 | 61.04 | 62.99 | 53.45 | 58.27 | 29.00 | 34.95 | 31.03 | 34.97 |
| 45 - 48 | 82.40 | 90.00 | 64.56 | 60.12 | 56.33 | 57.65 | N/A. | 31.94 | 33.93 | 32.61 |
| 48 - 51 | 80.50 | 85.30 | 67.60 | 60.94 | 55.24 | 57.42 | 28.00 | 38.40 | 32.81 | 34.59 |
| 51 - 54 | 73.00 | 90.25 | 60.20 | 62.59 | 52.83 | 56.98 | 31.00 | 30.65 | 31.09 | 35.19 |
| 54 - 57 | 82.29 | 93.73 | 78.70 | 62.18 | 55.14 | 58.10 | 32.00 | 38.35 | 31.70 | 33.40 |
| 57 - 60 | 91.00 | 90.00 | 63.29 | 67.68 | 55.73 | 57.16 | 40.00 | 38.81 | 31.73 | 35.41 |

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลความเร็วของขบวนที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 - 3 | 82.11 | 72.83 | 56.27 | 53.65 | 43.53 | 45.53 | 22.17 | 27.73 | 26.35 | 29.73 |
| 3 - 6 | 70.43 | 74.33 | 57.58 | 52.42 | 45.00 | 46.94 | 16.00 | 26.00 | 28.13 | 31.42 |
| 6 - 9 | 61.00 | 76.11 | 60.10 | 54.65 | 43.33 | 48.36 | 26.55 | 29.70 | 32.36 | 34.03 |
| 9 - 12 | 75.00 | 67.22 | 54.43 | 54.41 | 42.27 | 46.50 | 22.86 | 28.00 | 31.14 | 33.50 |
| 12 - 15 | 73.00 | 70.75 | 42.00 | 53.53 | 44.25 | 47.67 | 16.00 | 28.18 | 27.67 | 31.33 |
| 15 - 18 | 78.00 | 73.25 | 52.00 | 56.08 | 45.69 | 46.02 | 25.71 | 25.21 | 28.19 | 31.35 |
| 18 - 21 | 62.00 | 91.00 | 50.45 | 52.79 | 41.50 | 45.46 | 24.00 | 25.47 | 26.18 | 28.52 |
| 21 - 24 | 67.67 | 67.50 | 53.40 | 54.19 | 43.00 | 48.17 | 22.00 | 30.88 | 32.79 | 34.30 |
| 24 - 27 | 94.20 | 92.75 | 54.69 | 55.90 | 42.54 | 47.38 | 34.50 | 25.71 | 27.11 | 31.43 |
| 27 - 30 | 86.67 | 86.40 | 64.00 | 54.94 | 44.88 | 46.05 | 18.67 | 27.68 | 26.69 | 31.21 |
| 30 - 33 | 80.13 | 66.52 | 53.79 | 56.96 | 42.00 | 47.82 | 31.00 | 37.58 | 37.75 | 35.57 |
| 33 - 36 | 66.11 | 72.80 | 47.52 | 50.00 | 43.81 | 45.34 | 30.30 | 35.62 | 32.79 | 31.56 |
| 36 - 39 | 56.00 | 64.13 | 50.03 | 49.25 | 44.00 | 45.21 | 24.25 | 37.08 | 34.94 | 34.48 |
| 39 - 42 | 59.67 | 69.71 | 49.75 | 53.47 | 44.00 | 45.14 | N/A. | 41.19 | 34.50 | 34.85 |
| 42 - 45 | 90.67 | 63.18 | 51.13 | 56.54 | 53.67 | 46.13 | 24.50 | 37.67 | 31.35 | 31.75 |
| 45 - 48 | 69.33 | 65.07 | 54.80 | 50.38 | 46.67 | 46.40 | 30.00 | 40.63 | 36.00 | 33.83 |
| 48 - 51 | 67.00 | 72.67 | 52.00 | 58.88 | 50.50 | 48.00 | N/A. | 35.55 | 34.20 | 28.00 |
| 51 - 54 | 87.00 | 91.17 | 62.00 | 60.17 | 58.00 | 52.41 | N/A. | 37.94 | 30.38 | 35.33 |
| 54 - 57 | 79.40 | 80.00 | 59.50 | 63.33 | 42.50 | 46.00 | N/A. | 38.71 | 36.17 | 35.11 |
| 57 - 60 | 69.50 | 87.67 | 49.00 | 54.13 | 40.00 | 48.05 | 17.00 | 38.13 | 33.67 | 35.25 |

ภาคผนวก ข

ข้อมูลปริมาณรถยนต์ที่เก็บข้อมูลจากสภาพการจราจรในเส้นทางที่ใช้ศึกษา



รูปที่ ข.1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณขวยยาน

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 30 | 26 | 16 | 40 | 10 | 46 | 5 | 51 | 56 | 56 |
| 5 – 10 | 29 | 23 | 25 | 27 | 18 | 34 | 10 | 42 | 52 | 52 |
| 10 – 15 | 33 | 21 | 28 | 26 | 18 | 36 | 11 | 43 | 54 | 54 |
| 15 – 20 | 31 | 22 | 26 | 27 | 17 | 36 | 8 | 45 | 53 | 53 |
| 20 – 25 | 42 | 23 | 28 | 37 | 19 | 46 | 11 | 54 | 65 | 65 |
| 25 – 30 | 36 | 23 | 28 | 31 | 18 | 41 | N/A. | 59 | 59 | 59 |
| 30 – 35 | 11 | 25 | 10 | 26 | 4 | 32 | 2 | 34 | 36 | 36 |
| 35 – 40 | 36 | 28 | 21 | 43 | 17 | 47 | 10 | 54 | 64 | 64 |
| 40 – 45 | 39 | 23 | 28 | 34 | 20 | 42 | 14 | 48 | 62 | 62 |
| 45 – 50 | 36 | 23 | 27 | 32 | 18 | 41 | 12 | 47 | 59 | 59 |
| 50 – 55 | 32 | 28 | 27 | 33 | 20 | 40 | N/A. | 60 | 60 | 60 |
| 55 – 60 | 43 | 29 | 34 | 38 | 24 | 48 | N/A. | 72 | 72 | 72 |

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 1 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 29 | 23 | 25 | 27 | 12 | 40 | 5 | 47 | 52 | 52 |
| 5 – 10 | 37 | 34 | 32 | 39 | 19 | 52 | 9 | 62 | 71 | 71 |
| 10 – 15 | 34 | 32 | 31 | 35 | 22 | 44 | 11 | 55 | 66 | 66 |
| 15 – 20 | 48 | 34 | 43 | 39 | 23 | 59 | 9 | 73 | 82 | 82 |
| 20 – 25 | 43 | 28 | 38 | 33 | 29 | 42 | 14 | 57 | 71 | 71 |
| 25 – 30 | 26 | 28 | 22 | 32 | 14 | 40 | 3 | 51 | 54 | 54 |
| 30 – 35 | 26 | 22 | 21 | 27 | 15 | 33 | 6 | 42 | 48 | 48 |
| 35 – 40 | 39 | 24 | 31 | 32 | 16 | 47 | 8 | 55 | 63 | 63 |
| 40 – 45 | 32 | 8 | 28 | 12 | 18 | 22 | 7 | 33 | 40 | 40 |
| 45 – 50 | 36 | 27 | 32 | 31 | 21 | 42 | 9 | 54 | 63 | 63 |
| 50 – 55 | 29 | 21 | 25 | 25 | 12 | 38 | 3 | 47 | 50 | 50 |
| 55 – 60 | 38 | 35 | 34 | 39 | 24 | 49 | 7 | 66 | 73 | 73 |

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลปริมาณขุดยานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 11 | 7 | 16 | 2 | 14 | 4 | 4 | 14 | 18 | 18 |
| 5 – 10 | 31 | 31 | 27 | 35 | 20 | 42 | 7 | 55 | 62 | 62 |
| 10 – 15 | 50 | 26 | 35 | 41 | 26 | 50 | 6 | 70 | 76 | 76 |
| 15 – 20 | 36 | 50 | 28 | 58 | 21 | 65 | 9 | 77 | 86 | 86 |
| 20 – 25 | 40 | 35 | 20 | 55 | 21 | 54 | 7 | 68 | 75 | 75 |
| 25 – 30 | 31 | 23 | 25 | 29 | 19 | 35 | 8 | 46 | 54 | 54 |
| 30 – 35 | 22 | 22 | 12 | 32 | 6 | 38 | 2 | 42 | 44 | 44 |
| 35 – 40 | 26 | 25 | 23 | 28 | 15 | 36 | 5 | 46 | 51 | 51 |
| 40 – 45 | 32 | 46 | 21 | 57 | 14 | 64 | 6 | 72 | 78 | 78 |
| 45 – 50 | 40 | 30 | 26 | 44 | 13 | 57 | 4 | 66 | 70 | 70 |
| 50 – 55 | 41 | 41 | 28 | 54 | 16 | 66 | 6 | 76 | 82 | 82 |
| 55 – 60 | 41 | 31 | 21 | 51 | 15 | 57 | 8 | 64 | 72 | 72 |

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 2 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|------|----|------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 10 | 29 | 11 | 28 | 8 | 31 | 2 | 37 | 39 | 39 |
| 5 – 10 | 33 | 39 | 25 | 47 | 20 | 52 | 11 | 61 | 72 | 72 |
| 10 – 15 | 30 | 39 | 26 | 43 | 19 | 50 | 7 | 62 | 69 | 69 |
| 15 – 20 | 27 | 30 | 19 | 38 | 11 | 46 | 3 | 54 | 57 | 57 |
| 20 – 25 | 40 | 38 | 31 | 47 | 24 | 54 | 6 | 72 | 78 | 78 |
| 25 – 30 | 38 | 45 | 29 | 54 | 28 | 55 | 12 | 71 | 83 | 83 |
| 30 – 35 | 23 | 19 | 14 | 28 | N/A. | 42 | N/A. | 42 | 42 | 42 |
| 35 – 40 | 44 | 29 | 33 | 40 | 18 | 55 | 4 | 69 | 73 | 73 |
| 40 – 45 | 43 | 37 | 32 | 48 | 22 | 58 | 10 | 70 | 80 | 80 |
| 45 – 50 | 21 | 42 | 17 | 46 | 8 | 55 | 2 | 61 | 63 | 63 |
| 50 – 55 | 30 | 25 | 22 | 33 | 12 | 43 | 4 | 51 | 55 | 55 |
| 55 – 60 | 32 | 30 | 31 | 31 | 21 | 41 | 13 | 49 | 62 | 62 |

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 35 | 31 | 22 | 44 | 15 | 51 | 7 | 59 | 66 | 66 |
| 5 – 10 | 38 | 29 | 23 | 44 | 17 | 50 | 8 | 59 | 67 | 67 |
| 10 – 15 | 31 | 28 | 20 | 39 | 12 | 47 | 6 | 53 | 59 | 59 |
| 15 – 20 | 40 | 28 | 25 | 43 | 16 | 52 | N/A. | 68 | 68 | 68 |
| 20 – 25 | 35 | 25 | 26 | 34 | 17 | 43 | N/A. | 60 | 60 | 60 |
| 25 – 30 | 32 | 28 | 22 | 38 | 12 | 48 | N/A. | 60 | 60 | 60 |
| 30 – 35 | 17 | 21 | 10 | 28 | 4 | 34 | 1 | 37 | 38 | 38 |
| 35 – 40 | 29 | 28 | 18 | 39 | 12 | 45 | 7 | 50 | 57 | 57 |
| 40 – 45 | 36 | 26 | 21 | 41 | 13 | 49 | 4 | 58 | 62 | 62 |
| 45 – 50 | 37 | 30 | 21 | 46 | 9 | 58 | 5 | 62 | 67 | 67 |
| 50 – 55 | 35 | 25 | 27 | 33 | 14 | 46 | 6 | 54 | 60 | 60 |
| 55 – 60 | 25 | 28 | 21 | 32 | 15 | 38 | 9 | 44 | 53 | 53 |

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 3 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 48 | 28 | 35 | 41 | 26 | 50 | 12 | 64 | 76 | 76 |
| 5 – 10 | 43 | 25 | 34 | 34 | 16 | 52 | 7 | 61 | 68 | 68 |
| 10 – 15 | 46 | 27 | 39 | 34 | 26 | 47 | 6 | 67 | 73 | 73 |
| 15 – 20 | 36 | 30 | 31 | 35 | 20 | 46 | 9 | 57 | 66 | 66 |
| 20 – 25 | 39 | 27 | 33 | 33 | 18 | 48 | 6 | 60 | 66 | 66 |
| 25 – 30 | 30 | 25 | 24 | 31 | 13 | 42 | 3 | 52 | 55 | 55 |
| 30 – 35 | 11 | 26 | 9 | 28 | 4 | 33 | N/A. | 37 | 37 | 37 |
| 35 – 40 | 21 | 26 | 19 | 28 | 13 | 34 | 5 | 42 | 47 | 47 |
| 40 – 45 | 42 | 32 | 35 | 39 | 23 | 51 | 7 | 67 | 74 | 74 |
| 45 – 50 | 35 | 31 | 28 | 38 | 17 | 49 | 3 | 63 | 66 | 66 |
| 50 – 55 | 31 | 28 | 29 | 30 | 17 | 42 | 6 | 53 | 59 | 59 |
| 55 – 60 | 11 | 32 | 9 | 34 | 4 | 39 | N/A. | 43 | 43 | 43 |

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 13.00 - 14.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 10 | 13 | 12 | 11 | 3 | 20 | N/A. | 23 | 23 | 23 |
| 5 – 10 | 28 | 39 | 16 | 51 | 8 | 59 | 3 | 64 | 67 | 67 |
| 10 – 15 | 36 | 34 | 25 | 45 | 13 | 57 | 5 | 65 | 70 | 70 |
| 15 – 20 | 28 | 34 | 19 | 43 | 7 | 55 | 2 | 60 | 62 | 62 |
| 20 – 25 | 17 | 36 | 13 | 40 | 4 | 49 | N/A. | 53 | 53 | 53 |
| 25 – 30 | 25 | 29 | 19 | 35 | 11 | 43 | 5 | 49 | 54 | 54 |
| 30 – 35 | 23 | 37 | 16 | 44 | 7 | 53 | 3 | 57 | 60 | 60 |
| 35 – 40 | 15 | 39 | 14 | 40 | 5 | 49 | 1 | 53 | 54 | 54 |
| 40 – 45 | 28 | 37 | 20 | 45 | 10 | 55 | 6 | 59 | 65 | 65 |
| 45 – 50 | 31 | 40 | 24 | 47 | 12 | 59 | 7 | 64 | 71 | 71 |
| 50 – 55 | 33 | 49 | 26 | 56 | 13 | 69 | 8 | 74 | 82 | 82 |
| 55 – 60 | 41 | 40 | 25 | 56 | 9 | 72 | 4 | 77 | 81 | 81 |

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลปริมาณขดขานที่สำรวจในภาคสนามรูปแบบที่ 4 เวลา 18.00 - 19.00 น.

| เวลา (นาที) | สถานีตรวจวัด | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 – 5 | 19 | 26 | 18 | 27 | 13 | 32 | 3 | 42 | 45 | 45 |
| 5 – 10 | 27 | 45 | 21 | 51 | 12 | 60 | 4 | 68 | 72 | 72 |
| 10 – 15 | 26 | 41 | 22 | 45 | 15 | 52 | 6 | 61 | 67 | 67 |
| 15 – 20 | 20 | 37 | 14 | 43 | 8 | 49 | 2 | 55 | 57 | 57 |
| 20 – 25 | 13 | 35 | 10 | 38 | 8 | 40 | 3 | 45 | 48 | 48 |
| 25 – 30 | 22 | 44 | 16 | 50 | 9 | 57 | 5 | 61 | 66 | 66 |
| 30 – 35 | 15 | 25 | 10 | 30 | 4 | 36 | N/A. | 40 | 40 | 40 |
| 35 – 40 | 28 | 44 | 23 | 49 | 18 | 54 | 9 | 63 | 72 | 72 |
| 40 – 45 | 26 | 45 | 16 | 55 | 10 | 61 | 6 | 65 | 71 | 71 |
| 45 – 50 | 31 | 31 | 28 | 34 | 14 | 48 | 9 | 53 | 62 | 62 |
| 50 – 55 | 35 | 37 | 24 | 48 | 12 | 60 | 7 | 65 | 72 | 72 |
| 55 – 60 | 38 | 43 | 26 | 55 | 16 | 65 | 7 | 74 | 81 | 81 |

ภาคผนวก ค

รายละเอียดเกี่ยวกับการควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างทาง
และระบบการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนระหว่างก่อสร้าง

ค.1 การลดช่องจราจรของทางที่มีรถวิ่งไปในทิศทางเดียวกันหลายช่องจราจร

การเบี่ยงแนวจราจรตามมาตรฐานกรมทางหลวง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการลดความกว้างของผิวทางจำเป็นต้องจัดระยะสอบเข้า (Taper) ให้เพียงพอมีฉะนั้นจะทำให้การจราจรไม่สะดุดติดขัด และเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ระยะสอบเข้าควรยาวไม่น้อยกว่า 150 เมตร แต่ถ้าเป็นทางในเมืองอาจลดลงเหลือประมาณ 90 เมตร สำหรับทางหลวงพิเศษ (Motorway) ให้ระยะที่สอบเข้าควรยาวไม่น้อยกว่า 250 เมตร อย่างไรก็ตามการกำหนดระยะที่สอบเข้าจะต้องคำนึงถึงความลาดชัน และโค้งด้วย

ในทางปฏิบัติเมื่อจัดระยะและตั้งเครื่องจัดช่องจราจรแล้ว ควรสังเกตการจราจรว่าระยะที่จัดไว้เพียงพอหรือไม่ ถ้าเห็นว่าไม่เพียงพอ เช่น มีการห้ามล้ออย่างแรงก็ให้เพิ่มระยะทางขึ้น

ในงานก่อสร้างโดยมากมักจะตั้งเครื่องจัดช่องจราจรไว้นานวัน เครื่องควบคุมการจราจรเหล่านั้นมักจะมีการเคลื่อนย้าย ดังนั้นควรหมั่นตรวจดูความเรียบร้อย และควรทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่ตั้งเครื่องจัดช่องจราจรไว้ เพื่อที่จะได้จัดเข้าสู่ตำแหน่งเดิมได้สะดวกรวดเร็ว เครื่องหมายดังกล่าวยังมีประโยชน์สำหรับงานที่ทำเฉพาะกลางวันที่มีการย้ายเครื่องควบคุมการจราจรออกในเวลากลางคืน และตั้งใหม่ในเวลากลางวัน

เครื่องจัดช่องจราจรที่ใช้อาจเป็นกรวยหรือแผงกั้นหรือใช้ป้ายเตือนแนวทางไปทางซ้ายหรือป้ายเตือนแนวทางไปทางขวาติดตั้งบนขาตั้ง โดยให้เริ่มตั้งที่ขอบทางเข้ามาที่ละ 50 – 60 ซม. ระยะห่างกันไม่ควรเกิน 30 เมตร

การลดช่องจราจรตั้งแต่ 2 ช่องจราจรขึ้นไปให้ทำการลดทีละช่องโดยให้มีระยะห่างกันเป็น 2 เท่าของระยะที่สอบเข้า (Taper)

การลดช่องจราจรดังกล่าวต้องติดตั้งไฟกระพริบสีเหลืองประกอบด้วย โดยให้อยู่ประมาณกึ่งกลางช่องจราจรหลังแนวเบี่ยงเบน

วิธีการลดช่องจราจรดังกล่าวข้างต้นยังสามารถนำไปใช้กับกรณีฉุกเฉิน อุบัติเหตุ การตั้งด่านตรวจต่าง ๆ

ค.2 เส้นชะลอความเร็ว (Rumble Strips) บริเวณพื้นที่ก่อสร้างมาตรฐานกรมทางหลวง

เส้นชะลอความเร็ว (Rumble Strips) ตามมาตรฐานกรมทางหลวงมีลักษณะเป็นเส้นหลาย ๆ เส้นขวางช่องทางเดินรถหรือช่องจราจร เพื่อทำให้เกิดเสียงและการสั่นสะเทือน เตือนให้ผู้ขับขี่ยวดยานเกิดการตื่นตัว ควรขับรถให้ช้าลงและเพิ่มความระมัดระวังในงานก่อสร้าง บุรณะ และบำรุงรักษาทางหลวง ให้ใช้สีเทอร์โมพลาสติกหนา 5 – 6 มม. กว้าง 0.10 ม. จำนวน 6 แถบ ระยะห่างระหว่างแถบ 1.5 ม. หรือใช้วัสดุอื่นที่ออกแบบมาเพื่อใช้แทนได้ โดยให้ติดตั้งจำนวน 3 ชุด ชุดแรก

ห่างจากบริเวณก่อสร้างอย่างน้อย 150 ม. *ชุดที่สอง* ห่างจากชุดแรก 150 ม. *ชุดที่สาม* ห่างจากชุดที่สอง 300 ม. เส้นชะลอความเร็วแต่ละชุดต้องมีการติดตั้งป้ายเตือนงานก่อสร้างระยะห่าง 60 ม. จากเส้นชะลอความเร็วแถบที่ 6 งานก่อสร้างที่ใช้ระยะเวลานาน และขุดยานใช้ความเร็วสูง ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายสามารถพิจารณาให้ติดตั้งเส้นชะลอความเร็ว เพื่อให้ขุดยานที่ผ่านไปมาลดความเร็วลง

ค.3 การกำหนดระบบการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนระหว่างก่อสร้าง

การตรวจสอบพื้นที่ก่อสร้าง

ในการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน/ทางระหว่างการก่อสร้าง มีประเด็นสำคัญที่ควรตรวจสอบดังนี้คือ

ลักษณะทั่วไปเขตพื้นที่ก่อสร้าง

- ก่อนเข้าพื้นที่ก่อสร้าง
 - มีการบอก/เตือน ให้ลดความเร็ว ใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ
- ภายในพื้นที่ก่อสร้าง
 - มีการกำหนดเขตพื้นที่ชัดเจน เหมาะสมและปลอดภัย พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานและผู้อาศัยสองข้างทาง รวมทั้งมีการป้องกันอันตรายจากเศษวัสดุหรืออุปกรณ์ร่วงหล่น
- ก่อนออกจากพื้นที่ก่อสร้าง
 - มีการบอก/เตือน ถึงจุดสิ้นสุดการก่อสร้างอย่างชัดเจน

การควบคุมและจัดการจราจร

- การควบคุม
 - มีการจำกัดความเร็ว/การจอดรถ และการเดินข้ามที่ปลอดภัย
- การจัดการ
 - มีการประสานกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ/ท้องถิ่น ในการใช้ทางเบี่ยงและสะพานเบี่ยง
- ระยะเวลามองเห็น
 - มีการป้องกัน/เตือน ในกรณีที่ระยะมองเห็นไม่เพียงพอ

อุปกรณ์อำนวยความสะดวกชั่วคราว

- เส้นจราจร
 - มีการตีเส้นกำหนดแนวทางการสัญจรของการจราจรทั้งสองทิศทางชัดเจนและเหมาะสม

- ป้ายจราจร
 - มีการติดตั้งป้าย/เตือน/บังคับ/แนะนำอย่างชัดเจน/เหมาะสมและพอเพียง
- อุปกรณ์อื่น ๆ
 - มีการติดตั้ง/จัดทำอุปกรณ์อำนวยความสะดวก เพิ่มเติมในบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

ทางเชื่อมเดิมและประชาชนสองข้างทาง

- ทางเชื่อมเข้า/ออก
 - มีการปรับปรุงรัศมีการเลี้ยวและการผายความกว้าง (Taper) ถูกต้องตามความเหมาะสมกับการจราจร
- ทางเดินเท้าและจักรยาน
 - มีการจัดทำพื้นที่การสัญจรของคนและจักรยานเพียงพอกับบริเวณชุมชนสองข้างทาง
- สภาพแวดล้อม
 - มีการป้องกันมลภาวะต่าง ๆ ให้กับประชาชนสองข้างทาง

พื้นผิวจราจร

- ความเสียหายชำรุด
 - มีการซ่อมแซมผิวจราจรระทั้งหลุมบ่อ และร่องล้อเป็นประจำ
- การลื่นไถล
 - มีการป้องกันการลื่นไถลออกนอกช่องจราจร หรือออกนอกคันทาง
- น้ำท่วมขัง
 - มีการป้องกันไม่ให้น้ำไหลผ่าน และท่วมขังบนผิวจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความปลอดภัยในเวลากลางคืน

- ไฟฟ้าแสงสว่าง/ไฟสัญญาณ
 - มีการติดตั้งเสริมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเพียงพอ และเหมาะสม
- การสะท้อนแสงของอุปกรณ์อำนวยความสะดวก
 - มีการใช้วัสดุสะท้อนแสง เช่น สี/เทป ติดบนชิ้นส่วนของอุปกรณ์อำนวยความสะดวก เพื่อให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน

ภาคผนวก ง

รายละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งลักษณะพื้นที่ในบริเวณก่อสร้าง

ง.1 การแบ่งลักษณะพื้นที่ในบริเวณก่อสร้าง (Components of Work Zone)

โครงการมาตรฐานความปลอดภัยการจราจรและขนส่งโดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ได้ทำการแบ่งลักษณะพื้นที่ในบริเวณก่อสร้าง (Components of Work Zone) การติดตั้งเครื่องหมายจราจรในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง คือ การทำให้ผู้ใช้รถใช้ถนนได้รับรู้ถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงบริเวณของถนนเนื่องจากการก่อสร้างหรือเหตุอื่น ๆ โดยทั่วไปพื้นที่ก่อสร้างสามารถแสดงได้ด้วยป้ายจราจร เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง และอุปกรณ์แบ่งช่องจราจรอื่น ๆ โดยเริ่มจากป้ายเตือนเขตก่อสร้างป้ายแรกไปจนถึงป้ายสิ้นสุดการก่อสร้าง การใช้เครื่องหมายจราจรจะมีความแตกต่างกันไปตามในแต่ละส่วนของพื้นที่ก่อสร้าง การทำความเข้าใจในส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่ก่อสร้างจะทำให้สามารถเลือกใช้เครื่องหมายจราจรได้เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ พื้นที่บริเวณก่อสร้างสามารถแบ่งออกได้ 4 ส่วน ได้แก่

- 1) พื้นที่การเตือนล่วงหน้า (Advance Warning Area)
- 2) พื้นที่ช่วงการเปลี่ยนแปลง (Transition Area)
- 3) พื้นที่ปฏิบัติงาน (Activity Area)
- 4) พื้นที่ช่วงสิ้นสุดการก่อสร้าง (Termination Area)

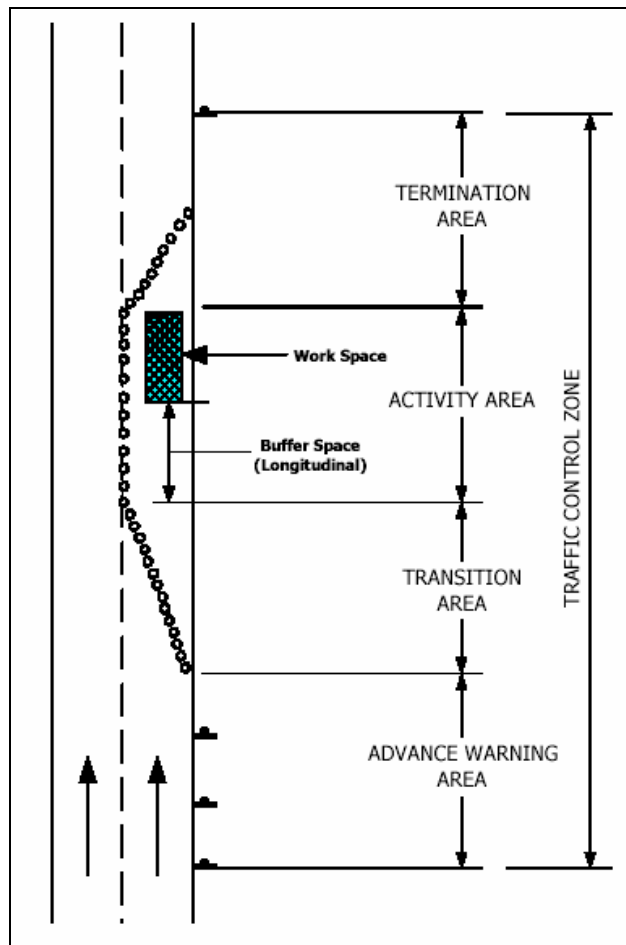
พื้นที่การเตือนล่วงหน้า (Advance Warning Area)

พื้นที่การเตือนล่วงหน้าช่วงของถนนที่ทำให้ผู้ใช้รถใช้ถนนได้รับการเตือนล่วงหน้าถึงงานก่อสร้าง หรือเหตุการณ์ที่ผิดปกติข้างหน้า การติดตั้งเครื่องหมายจราจรเพื่อเตือนผู้ใช้รถใช้ถนนสามารถติดตั้งได้ตั้งแต่ป้ายจราจรป้ายเดียวหรือไฟเตือนบนท้ายรถไปจนถึงกลุ่มของป้าย โดยติดตั้งล่วงหน้าก่อนถึงพื้นที่ปฏิบัติงาน ระยะเวลาติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของถนน เช่น การติดตั้งบนทางด่วนหรือถนนระหว่างเมืองต้องใช้ระยะเตือนล่วงหน้ามากกว่าถนนในเมืองที่ใช้ความเร็วต่ำ เนื่องจากความแตกต่างด้านความเร็วและสภาพของถนน โดยทั่วไประยะการติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าบนทางด่วน หรือถนนระหว่างเมืองจะยาวถึง 800 เมตร หรือมากกว่า ส่วนระยะการติดตั้งสำหรับถนนในเมืองที่ใช้ความเร็วได้สูง ควรคิดป้ายเตือนป้ายแรกที่ระยะเป็นเมตรเท่ากับ $0.75 - 1.5$ เท่าของความเร็วสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ ในกรณีของการติดตั้งสำหรับถนนในเมืองที่ใช้ความเร็วต่ำสามารถคิดป้ายเตือนจราจรเพียงป้ายเดียวที่ระยะประมาณ 30 เมตร ล่วงหน้าเป็นอย่างน้อย และควรเพิ่มเติมป้ายที่สองและสาม สำหรับถนนที่ใช้ความเร็วสูงขึ้น หรือมีปริมาณจราจรสูงขึ้น ส่วนระยะการติดตั้งสำหรับถนนนอกเมืองที่ใช้ความเร็วได้สูงกว่าถนนในเมือง ระยะเวลาติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าควรจะยาวกว่าถนนในเมือง โดยป้ายเตือนป้ายแรกควรคิดที่ระยะเป็นเมตรเท่ากับ $1.5 - 2.25$ เท่าของความเร็วสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ รายละเอียดระยะเวลาติดตั้งป้ายเตือนล่วงหน้าแสดงไว้ในตาราง 2.1

ตารางที่ ง.1 ระยะระหว่างป้ายเตือนล่วงหน้า

| ชนิดของถนน | ระยะทางระหว่างป้าย (เมตร) | | |
|---|---------------------------|-----|-----|
| | ก | ข | ค |
| ถนนในเมือง (ความเร็วต่ำ 30 กม./ชม.) | 30 | 30 | 30 |
| ถนนในเมือง (ความเร็วสูง 60 กม./ชม.) | 100 | 100 | 100 |
| ถนนนอกเมือง (80 กม./ชม.) | 150 | 150 | 150 |
| ทางด่วนระหว่างเมือง (100 – 200 กม./ชม.) | 300 | 300 | 300 |

หมายเหตุ : ก หมายถึง ระยะระหว่างพื้นที่ปฏิบัติงานถึงป้ายเตือนที่หนึ่ง
 ข หมายถึง ระยะระหว่างป้ายเตือนที่หนึ่งถึงป้ายเตือนที่สอง
 ค หมายถึง ระยะระหว่างป้ายเตือนที่สองถึงป้ายเตือนที่สาม



รูปที่ ง.1 ภาพแสดงการแบ่งลักษณะพื้นที่ในบริเวณก่อสร้าง

พื้นที่ช่วงการเปลี่ยนแปลง (Transition Area)

พื้นที่ช่วงการเปลี่ยนแปลง คือ ช่วงของถนนที่นำผู้ใช้รถใช้ถนนเปลี่ยนจากช่วงของถนนปกติไปสู่การจราจรในเขตพื้นที่ปฏิบัติงาน การกำหนดเส้นจราจรด้วยการตีเส้นหรือการใช้อุปกรณ์จราจรอื่น ๆ เช่น กรวยยาง แผงกั้น เป็นสิ่งจำเป็นในด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการจราจร โดยทั่วไประยะทางของช่วงการเปลี่ยนแปลงมักจะเกี่ยวข้องกับระยะการเบี่ยงการจราจร (Taper) เพื่อนำผู้ใช้รถใช้ถนนเปลี่ยนช่องจราจรอย่างปลอดภัย

พื้นที่ปฏิบัติงาน (Activity Area)

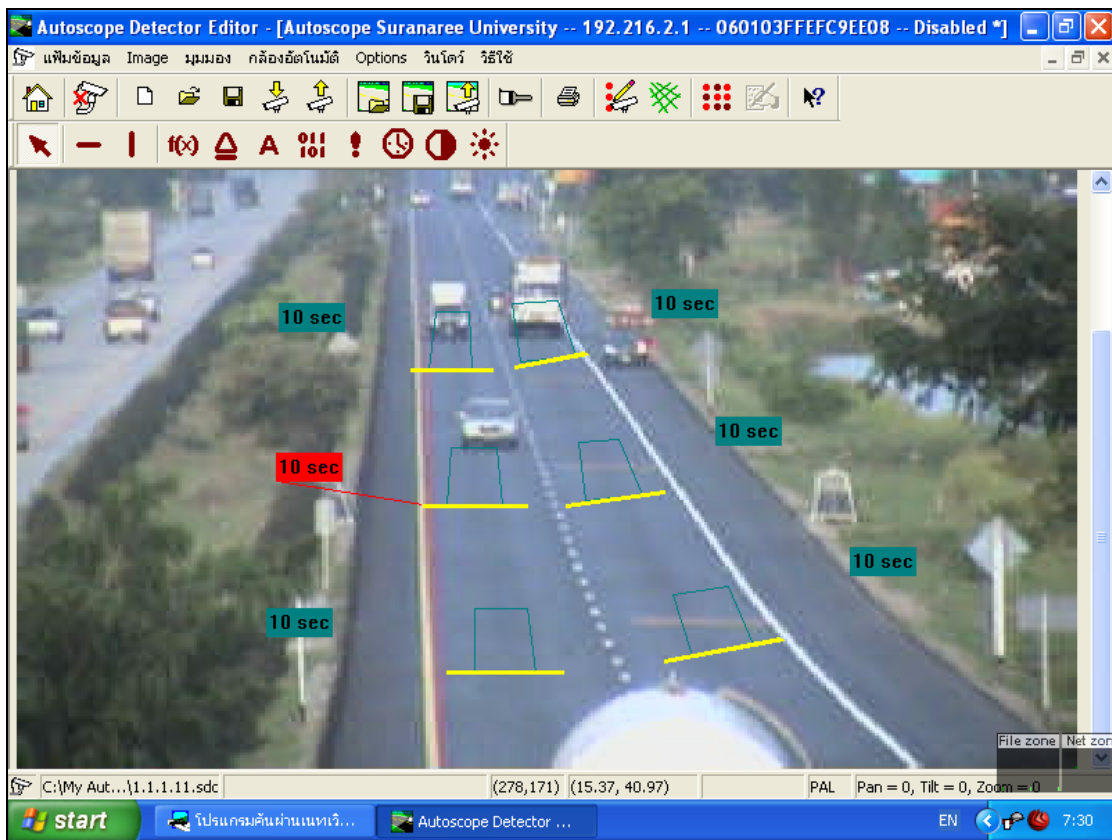
พื้นที่ปฏิบัติงาน คือ ช่วงของถนนที่มีการก่อสร้างเกิดขึ้นจริง โดยรวมทั้งพื้นที่ทำงานก่อสร้าง ทางเดินสำหรับผู้ปฏิบัติงาน พื้นที่ใช้งานจราจร พื้นที่กันชน โดยมีการกันพื้นที่ถนนจากผู้ใช้รถใช้ถนนมาให้คนทำงาน วางเครื่องมือและวัสดุ พื้นที่ปฏิบัติงานสามารถเป็นได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือเป็นแบบเคลื่อนที่ได้ขึ้นกับลักษณะของงานก่อสร้าง หรืองานบำรุงรักษานั้น ๆ ในงานที่ปฏิบัติงานมีระยะทางยาวมาก ๆ หรือมีการทำงานเป็นช่วง ๆ ควรมีการติดตั้งป้ายแสดงเขตการทำงานเป็นระยะเพื่อให้ข้อมูลและลดความสับสนของผู้ใช้รถใช้ถนน พื้นที่กันชน (Buffer Area) คือ พื้นที่ว่างระหว่างพื้นที่ปฏิบัติงานกับพื้นที่การจราจรเพื่อป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุ ในกรณีที่มีพื้นที่เพียงพอควรจัดให้มีพื้นที่กันชนทั้งตามยาวและตามขวางโดยพิจารณาจากทิศทางการจราจรเป็นหลัก

พื้นที่ช่วงสิ้นสุดการก่อสร้าง (Termination Area)

พื้นที่ช่วงสิ้นสุดการก่อสร้าง คือ ช่วงของการคืนพื้นที่ถนนปกติให้กับผู้ใช้รถใช้ถนน โดยมีระยะตั้งแต่จุดสิ้นสุดการก่อสร้างไปจนถึงป้ายสิ้นสุดการก่อสร้าง หลังป้ายสิ้นสุดการก่อสร้างควรติดตั้งเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ เช่น ป้ายกำหนดความเร็วเพื่อให้ผู้ใช้รถใช้ถนนได้รับรู้ถึงการกลับสู่การใช้งานปกติของถนน ในช่วงสิ้นสุดการก่อสร้างสามารถจัดให้มีระยะการเบี่ยงการจราจร (Taper) เพื่อนำผู้ใช้รถใช้ถนนเปลี่ยนช่องจราจรกลับสู่สภาพการจราจรปกติ โดยทั่วไปการเบี่ยงการจราจรในช่วงสิ้นสุดการก่อสร้างจะมีระยะทางประมาณ 30 เมตรต่อการเบี่ยง 1 ช่องจราจร

ภาคผนวก จ

**ตัวอย่างการแสดงผลลัพธ์ข้อมูลการจราจรแบบ Flashing Data Manager
และแบบ Real Time Data Manager**



รูปที่ จ.1 แสดงตัวอย่างการวาง Speed Detector และ Station Detector

2.2(1) - Notepad

File Edit Format View Help

```

060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;101;102;103;104;105;106;107;108;109;110;111;112
****
0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25
CPU ID;MVP Description;DetID;Detector Title;Date;Time;Time Interval;Time MS;State;Speed;Length;Class;อัตราการเคลื่อนตัวโดยเฉลี่ย;ปริมาณที่นับได้;ค
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;103;RT3.2;2007,08,24;11:32:52;;191726;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;104;LT1.2;2007,08,24;11:32:52;;191726;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;106;RT2.2;2007,08,24;11:32:52;;191726;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;109;RT1.2;2007,08,24;11:32:52;;191726;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;113;LT2.2;2007,08,24;11:32:52;;191726;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:32:52;;191726;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;106;RT2.2;2007,08,24;11:33:35;;234977;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;105;RT2.3;2007,08,24;11:33:35;;235377;1;45;0;7;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;108;RT1.3;2007,08,24;11:33:36;;235898;1;42;0;7;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;103;RT3.2;2007,08,24;11:33:38;;237738;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;102;RT3.3;2007,08,24;11:33:38;;238218;1;50;0;7;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:33:39;;239498;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:33:41;;241539;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;113;LT2.2;2007,08,24;11:33:43;;242899;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:33:44;;244060;0;.....

060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;113;LT2.2;2007,08,24;11:39:43;;602711;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;107;LT2.3;2007,08,24;11:39:43;;602711;1;72;0;7;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;113;LT2.2;2007,08,24;11:39:46;;605752;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;107;LT2.3;2007,08,24;11:39:46;;605752;0;72;8;1;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;104;LT1.2;2007,08,24;11:39:47;;607513;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;101;LT1.3;2007,08,24;11:39:47;;607513;1;49;0;7;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;104;LT1.2;2007,08,24;11:39:50;;610433;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;101;LT1.3;2007,08,24;11:39:50;;610433;0;49;6;1;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:39:54;;614114;1;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;114;LT3.3;2007,08,24;11:39:55;;615155;1;74;0;7;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;110;RT3.1;2007,08,24;11:39:57;10;.....;372;31;0.000
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;111;RT2.1;2007,08,24;11:39:57;10;.....;528;44;0.000
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;112;RT1.1;2007,08,24;11:39:57;10;.....;300;25;0.000
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;116;LT1.1;2007,08,24;11:39:57;10;.....;288;24;0.000
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;117;LT2.1;2007,08,24;11:39:57;10;.....;324;27;0.000
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;118;LT3.1;2007,08,24;11:39:57;10;.....;372;31;0.000
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:40:01;;621636;0;.....
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;114;LT3.3;2007,08,24;11:40:01;;621636;0;74;12;2;...
060103FFEFC9EE08;Autoscope Suranaree University - 192.216.2.1 - 060103FFEFC9EE08 - Disabled;115;LT3.2;2007,08,24;11:40:02;;622076;1;.....

```

รูปที่ จ.2 แสดงผลลัพธ์ข้อมูลการจราจรแบบ Flashing Data Manager

| เลขที่ระบุของ... | Detector Title | ความเร็ว | ความยาว | ประเภทผล | อัตราการใช้... | ปริมาณที่นับได้ | ความเร็วเฉลี่ย |
|------------------|----------------|----------|---------|----------|----------------|-----------------|----------------|
| RT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 55 | 5 | A | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 55 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 42 | 14 | C | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 42 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 41 | 8 | B | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 41 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 35 | 8 | B | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 35 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 28 | 6 | A | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 28 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 38 | 6 | A | | | |
| RT1 | | 38 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 46 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 29 | 9 | B | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT3 | | | | | 348 | 29 | 0.000 |
| RT3 | | | | | 168 | 14 | 0.000 |
| RT1 | | 27 | 6 | A | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 44 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 29 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 41 | 6 | A | | | |
| RT1 | | 41 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 31 | 9 | B | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 33 | 14 | C | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 33 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT1 | | 31 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 31 | 6 | A | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 31 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 59 | 6 | A | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 59 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 50 | 6 | A | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| LT1 | | 50 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| LT2 | | | | | | | |
| RT1 | | 28 | 0 | ไม่ทราบ | | | |
| RT2 | | | | | | | |

รูปที่ 3.3 แสดงผลลัพธ์ข้อมูลการจราจรแบบ Real Time Data Manager

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการแสดงผลพีธีการวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรโดยใช้โปรแกรม

SPSS for Windows

การทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ กรณีที่ประชากร 2 ชุดเป็นอิสระต่อกัน

หลักการ และขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานด้วย SPSS for Windows

ขั้นที่ 1 กำหนดสมมติฐานหลัก $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

กำหนดสมมติฐานอื่น $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ขั้นที่ 3 สุ่มตัวอย่างขนาด n_1 จากประชากรชุดที่ 1

สุ่มตัวอย่างขนาด n_2 จากประชากรชุดที่ 2

หาค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง \bar{x}_1 และ \bar{x}_2

หาค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง s_1^2 และ s_2^2

ขั้นที่ 4 เลือกค่าสถิติ t เท่านั้น

ภายใต้ข้อกำหนด $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$\text{เลือกใช้ค่าสถิติ } t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \text{ และ } df = n_1 + n_2 - 2$$

ภายใต้ข้อกำหนด $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$\text{เลือกใช้ค่าสถิติ } t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$\text{เมื่อ } df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 \frac{1}{(n_1 - 1)} + \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2 \frac{1}{(n_2 - 1)}}$$

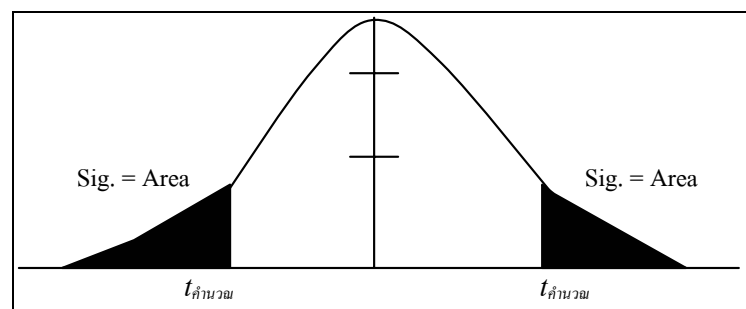
ขั้นที่ 5 จำนวนค่าสถิติ t ซึ่งเราเรียกว่า $t_{\text{คำนวณ}}$ และระดับชั้นความเสรี df

ขั้นที่ 6 จำนวนค่า Sig. (2 – tailed) ของค่าสถิติ $t_{\text{คำนวณ}}$

Sig. (2 – tailed)

= 2 เท่าของพื้นที่ใต้โค้งทางหางด้านขวาที่ระยะ $|t_{\text{คำนวณ}}|$

= $2P(t > |t_{\text{คำนวณ}}|)$



ขั้นที่ 7 การสรุปผลสามารถเลือกใช้เหตุผลได้ 2 วิธีคือ

1) โดยการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ t จากตัวอย่างกับค่าวิกฤตจากตาราง

โดยมีเกณฑ์การสรุปผลว่า ถ้า $t_{\text{คำนวณ}} < -t_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\frac{\alpha}{2}}$ แล้วปฏิเสธ H_0

หรือ

2) โดยการเปรียบเทียบค่า Sig. (2 – tailed) กับระดับนัยสำคัญ α

โดยมีเกณฑ์การสรุปผลว่า ถ้า Sig. (2 – tailed) $< \alpha$ แล้วปฏิเสธ H_0

ตารางที่ ๓.1 ตัวอย่างผลการทดสอบค่าทางสถิติระหว่างระบบ 1 กับระบบ 4
ช่วงค่า (13.00 – 14.00 น.)

T-Test

Group Statistics

| | CODE1 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA1 | 1 | 20 | 79.5360 | 5.74075 | 1.28367 |
| | 2 | 20 | 77.7825 | 9.70753 | 2.17067 |

Independent Samples Test

| | | STA1 | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 5.176 | |
| | Sig. | 0.029 | |
| t-test for Equality of Means | t | 0.695 | 0.695 |
| | df | 38 | 30.841 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.491 | 0.492 |
| | Mean Difference | 1.7535 | 1.7535 |
| | Std. Error Difference | 2.52183 | 2.52183 |
| 95% Confidence Interval of the Difference | Lower | -3.35167 | -3.39088 |
| | Upper | 6.85867 | 6.89788 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE2 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA2 | 1 | 20 | 80.9465 | 4.38792 | 0.98117 |
| | 2 | 20 | 76.2005 | 11.60215 | 2.59432 |

Independent Samples Test

| | | STA2 | |
|---|---|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 30.675 | |
| | Sig. | 0.000 | |
| t-test for Equality of Means | t | 1.711 | 1.711 |
| | df | 38 | 24.326 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.095 | 0.100 |
| | Mean Difference | 4.7460 | 4.7460 |
| | Std. Error Difference | 2.77366 | 2.77366 |
| | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | | Lower | -0.86898 |
| | | Upper | -0.97449 |
| | | | 10.36098 |
| | | | 10.46649 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE3 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA3 | 1 | 20 | 65.9140 | 1.82883 | 0.40894 |
| | 2 | 20 | 61.8750 | 5.91476 | 1.32258 |

Independent Samples Test

| | | STA3 | |
|---|---|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 11.803 | |
| | Sig. | 0.001 | |
| t-test for Equality of Means | t | 2.918 | 2.918 |
| | df | 38 | 22.600 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.006 | 0.008 |
| | Mean Difference | 4.0390 | 4.0390 |
| | Std. Error Difference | 1.38436 | 1.38436 |
| | 95% Confidence Interval of the Difference | Lower 1.23651 | 1.17243 |
| | | Upper 6.84149 | 6.90557 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE4 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA4 | 1 | 20 | 67.6530 | 2.76351 | 0.61794 |
| | 2 | 20 | 61.4090 | 2.89430 | 0.64719 |

Independent Samples Test

| | | STA4 | |
|---|---|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 0.219 | |
| | Sig. | 0.643 | |
| t-test for Equality of Means | t | 6.978 | 6.978 |
| | df | 38 | 37.919 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.000 | 0.000 |
| | Mean Difference | 6.2440 | 6.2440 |
| | Std. Error Difference | 0.89482 | 0.89482 |
| | 95% Confidence Interval of the Difference | 4.43254 | 4.43241 |
| | | Lower | |
| | | Upper | |
| | | 8.05546 | 8.05559 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE5 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA5 | 1 | 20 | 58.8825 | 1.06143 | 0.23734 |
| | 2 | 20 | 55.0675 | 2.02287 | 0.45233 |

Independent Samples Test

| | | STA5 | |
|---|---|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 6.969 | |
| | Sig. | 0.012 | |
| t-test for Equality of Means | t | 7.468 | 7.468 |
| | df | 38 | 28.725 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.000 | 0.000 |
| | Mean Difference | 3.8150 | 3.8150 |
| | Std. Error Difference | 0.51082 | 0.51082 |
| | 95% Confidence Interval of the Difference | Lower | 2.78091 |
| | | Upper | 4.84909 |
| | | | 2.76983 |
| | | | 4.86017 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE6 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA6 | 1 | 20 | 62.9150 | 1.69712 | 0.37949 |
| | 2 | 20 | 57.1110 | 1.94292 | 0.43445 |

Independent Samples Test

| | | STA6 | |
|---|---|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 0.139 | |
| | Sig. | 0.712 | |
| t-test for Equality of Means | t | 10.062 | 10.062 |
| | df | 38 | 37.325 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.000 | 0.000 |
| | Mean Difference | 5.8040 | 5.8040 |
| | Std. Error Difference | 0.57685 | 0.57685 |
| | 95% Confidence Interval of the Difference | Lower | 4.63622 |
| | Upper | 6.97178 | 6.97247 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE7 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA7 | 1 | 19 | 37.9558 | 9.52862 | 2.18602 |
| | 2 | 16 | 30.2238 | 3.79377 | 0.94844 |

Independent Samples Test

| | | STA7 | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 20.663 | |
| | Sig. | 0.000 | |
| t-test for Equality of Means | t | 3.043 | 3.245 |
| | df | 33 | 24.378 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.005 | 0.003 |
| | Mean Difference | 7.7320 | 7.7320 |
| | Std. Error Difference | 2.54067 | 2.38290 |
| 95% Confidence Interval of the Difference | Lower | 2.56300 | 2.81801 |
| | Upper | 12.90108 | 12.64607 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE8 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA8 | 1 | 19 | 40.8416 | 11.14294 | 2.55636 |
| | 2 | 20 | 38.2210 | 3.10707 | 0.69476 |

Independent Samples Test

| | | STA8 | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 18.490 | |
| | Sig. | 0.000 | |
| t-test for Equality of Means | t | 1.012 | 0.989 |
| | df | 37 | 20.651 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.318 | 0.334 |
| | Mean Difference | 2.6206 | 2.6206 |
| | Std. Error Difference | 2.59002 | 2.64909 |
| 95% Confidence Interval of the Difference | Lower | - 2.62730 | - 2.89419 |
| | Upper | 7.86846 | 8.13535 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE9 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------|-------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA9 | 1 | 20 | 31.9850 | 7.69658 | 1.72101 |
| | 2 | 20 | 32.2025 | 1.33165 | 0.29777 |

Independent Samples Test

| | | STA9 | |
|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 21.977 | |
| | Sig. | 0.000 | |
| t-test for Equality of Means | t | -0.125 | -0.125 |
| | df | 38 | 20.137 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.902 | 0.902 |
| | Mean Difference | -0.2175 | -0.2175 |
| | Std. Error Difference | 1.74658 | 1.74658 |
| 95% Confidence Interval of the Difference | Lower | -3.75326 | -3.85921 |
| | Upper | 3.31826 | 3.42421 |

T-Test

Group Statistics

| | CODE10 | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------|--------|----|---------|----------------|-----------------|
| STA10 | 1 | 20 | 33.8160 | 5.25676 | 1.17545 |
| | 2 | 20 | 33.3795 | 1.34443 | 0.30062 |

Independent Samples Test

| | | STA10 | |
|---|---|-------------------------|-----------------------------|
| | | Equal variances assumed | Equal variances not assumed |
| Levene's Test for Equality of Variances | F | 15.818 | |
| | Sig. | 0.000 | |
| t-test for Equality of Means | t | 0.360 | 0.360 |
| | df | 38 | 21.475 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.721 | 0.723 |
| | Mean Difference | 0.4365 | 0.4365 |
| | Std. Error Difference | 1.21328 | 1.21328 |
| | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
| | | Lower | -2.01966 |
| | | Upper | -2.08326 |
| | | | 2.89266 |
| | | | 2.95626 |

ภาคผนวก ข

ป้าย Variable Message Sign (VMS) ที่นิยมใช้ในประเทศไทย

ป้ายอักษรไฟวิ่ง LED ภายนอกอาคาร Outdoor VMS



สื่อสารข้อมูลชัดเจน ด้วยเทคโนโลยี LED กลางแจ้ง

รูปที่ ข.1 ป้ายอักษรไฟวิ่ง LED ภายนอกอาคาร (www.civicmedia.com)

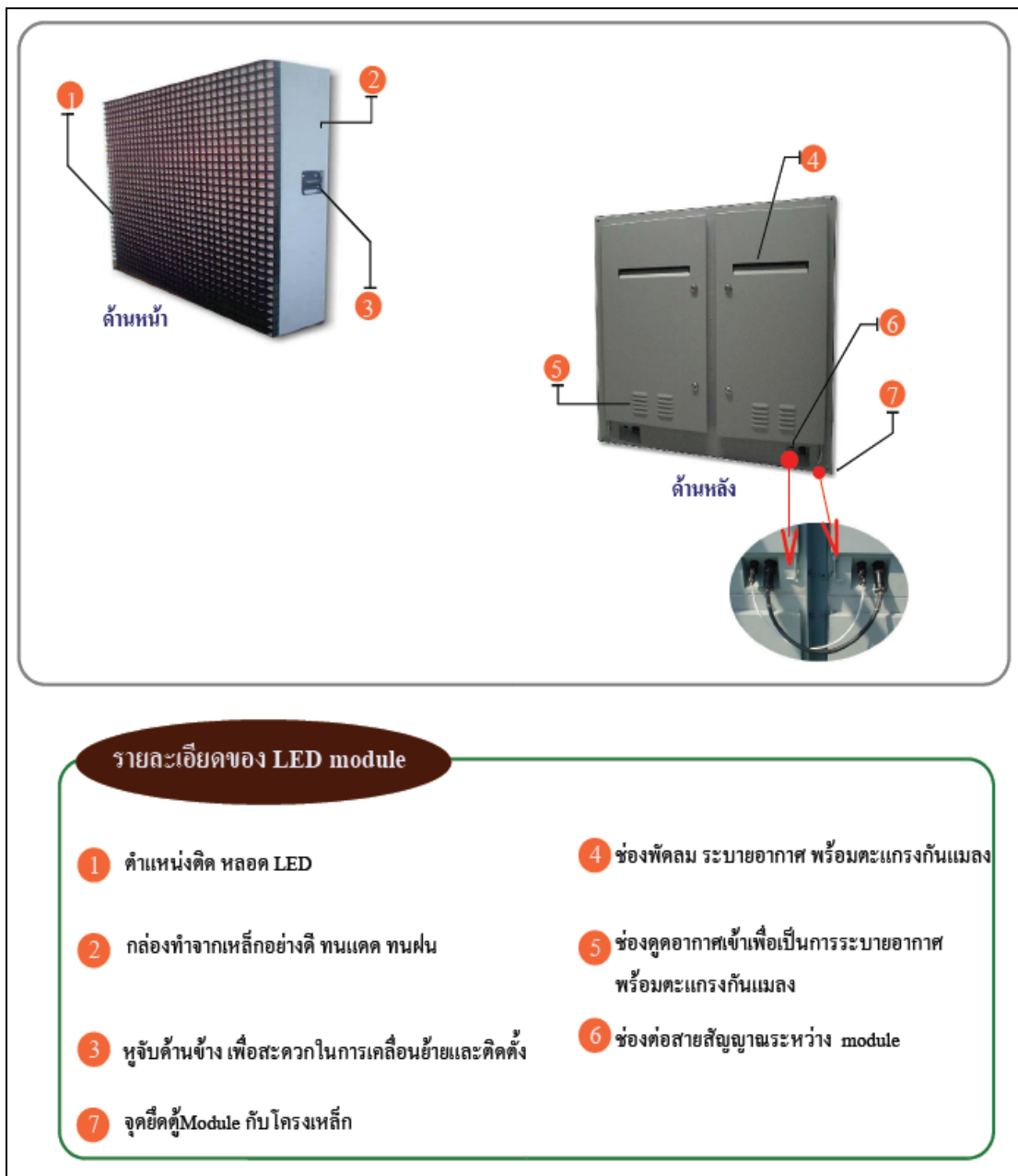
ป้ายอักษรไฟวิ่งภายนอกอาคาร คือ ป้ายอักษรวิ่งคอมพิวเตอร์ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร สามารถแสดงตัวอักษร รูปภาพ สัญลักษณ์ เหมาะสำหรับติดตั้งบนอาคาร กลางแจ้ง หรือ ติดตั้งร่วมกับป้ายโฆษณาต่าง ๆ ภายนอกอาคาร เช่น บริเวณริมถนนสายหลักต่าง ๆ ทั้งในเมือง นอกเมืองในเส้นทางหลักสำคัญ ๆ ความสามารถพิเศษที่จะดึงดูดความสนใจให้แก่ผู้พบเห็นได้ ติดตามอ่านข้อความ และเน้นให้ผู้พบเห็นจดจำถ้อยคำ และรูปภาพสัญลักษณ์ได้ เนื่องจากสามารถ แสดงได้ทั้งข้อความภาษาไทย อังกฤษ ตัวเลข ในหลากหลายรูปแบบ ขนาดตัวอักษร และยัง

สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลได้หลายประเภท เช่น เลื่อนซ้าย, เลื่อนขวา, กระพริบเน้นข้อความ รวมทั้งกำหนดให้การแสดงผลแบบอัตโนมัติ ได้ถึง 47 แบบ ทั้งยังสามารถแสดงเวลา, วัน เดือน ปี, อุณหภูมิ ได้แบบ REAL TIME และสามารถแสดงภาพต่อเนื่องแบบเคลื่อนไหวได้ด้วย ซึ่งป้ายไฟอักษรวิ่งคอมพิวเตอร์ชนิดติดตั้งภายนอกอาคารนี้ จะช่วยให้แผนการประชาสัมพันธ์ข่าวสารของท่านเป็นไปตามเป้าหมาย เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้พบเห็น ชวนให้ติดตามและยังก่อให้เกิดความสวยงามและทันสมัยกับสถานที่



รูปที่ ข.2 ป้าย Variable Message Sign (VMS) ที่ใช้ในงานวิจัย

ป้าย Variable Message Sign (VMS) ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นแบบเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยมีล้อเลื่อนจำนวน 4 ล้อ ขนาดความกว้างของป้าย 3.50 เมตร ความสูง 2.00 เมตร สะดวกในการใช้งาน ซึ่งใช้ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ และติดตั้งตู้ควบคุมไว้กับขาโครงสร้างเหล็กของป้าย Variable Message Sign (VMS) การใช้งานมากเพียงนำปลั๊กไฟไปต่อกับไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ แล้วนำรีโมทมาต่อเข้ากับตู้ควบคุมพิมพ์ข้อความและคำสั่งตามคู่มือก็ใช้งานได้แล้ว



รูปที่ ๓.3 รายละเอียดของป้าย Variable Message Sign (VMS) (www.civicmedia.com)

ภาคผนวก ซ

รายละเอียดเกี่ยวกับเทปติดสะท้อนแสง 3M

คู่มือการใช้งานของเทปติสะท้อนแสง 3M Series 380I ES

ข.1 การเตรียมพื้นผิวจราจรก่อนติดตั้งที่เหมาะสม

การเตรียมพื้นผิวจราจรที่เหมาะสม คือ ส่วนสำคัญก่อนที่จะดำเนินการติดตั้งเทปติสะท้อนแสง 3M ในการเตรียมการที่ถูกต้องจะต้องทำความสะอาดพื้นผิวจราจรด้วยไม้กวาด หรืออาจจะใช้เครื่องเป่าลมความดันสูงเป่าให้ฝุ่นและเศษหินหลุดออกไปเพื่อให้พื้นผิวเกิดความสะอาด จะทำให้ภาวะการยึดติดระหว่างผิวขาวของเทปติสะท้อนแสง 3M กับพื้นผิวจราจรยึดติดกันแน่นมากขึ้น



รูปที่ ข.1 การทำความสะอาดพื้นผิวจราจรก่อนการติดตั้งเทปติสะท้อนแสง 3M

ข.2 ข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานของผลิตภัณฑ์เทปติสะท้อนแสง 3M

ข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานของผลิตภัณฑ์เทปติสะท้อนแสง 3M Series 380I ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิ
 - อุณหภูมิปกติ : น้อยที่สุด 40 °F
 - อุณหภูมิของพื้นผิวจราจร : น้อยที่สุด 40 °F
- จะต้องทำความสะอาดพื้นผิวจราจรและพื้นผิวจราจรจะต้องแห้ง อากาศปลอดโปร่งไม่มีฝนตกใน 24 ชั่วโมง

- การเตรียมพื้นผิวเทพกาวสำหรับเทปติสะท้อนแสง 3M โดยใช้สารยึดติด P-50

ตารางที่ ข.1 การเตรียมพื้นผิวเทพกาวสำหรับเทปติสะท้อนแสง 3M โดยใช้สารยึดติด P-50.

| ข้อแนะนำการใช้งานเทป 3M ในแต่ละฤดูกาล | ความต้องการที่จะใช้สารยึดติด P-50? |
|--|------------------------------------|
| การใช้งานเสร็จสิ้นภายในฤดูกาลเดียว | ไม่ต้องใช้สารยึดติด P-50 |
| การใช้งาน ไม่แล้วเสร็จภายในฤดูกาลเดียว | ต้องใช้สารยึดติด P-50 |

ข.3 การใช้งานเทปติสะท้อนแสง 3M สำหรับทำเครื่องหมายตัดขวางช่องทางจราจร

1) การพิจารณาพื้นผิวถนน

- ถ้าพื้นผิวถนนเป็นคอนกรีตใหม่ที่เปิดการจราจรน้อยกว่า 90 วัน จะแก้ไขได้โดยวิธี sandblasting, shotblasting, or hydroblasting.
- ถ้าการทำเครื่องหมายบนถนนพร้อมแล้ว จะต้องเก็บกวาดทรายหรือน้ำออกให้หมดอย่างน้อย 90 เปอร์เซ็นต์บนพื้นผิวถนนที่ทำเครื่องหมายไว้ ก่อนที่จะนำเทปติสะท้อนแสง 3M มาติดตั้ง
- ถ้าจุดที่ทำเครื่องหมายทำความสะอาดทราย และน้ำเสร็จแล้วจะต้องใช้เครื่องเป่าลมที่มีขนาดแรงดันไม่น้อย 90 psi. ทำความสะอาดพื้นผิวถนน

2) การทำความสะอาดถนน

พื้นผิวถนนทั้งหมดในส่วนที่จะติดตั้งเทปติสะท้อนแสง 3M จะต้องกวาดด้วยไม้กวาด และใช้เครื่องเป่าลมแรงดันสูงเป่าให้สะอาด พื้นผิวถนนจะต้องแห้ง

3) ก่อนที่จะทำเครื่องหมายบนถนน

จะต้องใช้ชอล์กขีดเส้นทำเครื่องหมายบนพื้นที่ที่จะใช้งาน

4) การพิจารณาความต้องการใช้สารยึดกับพื้นผิวเทพกาว

- ถ้าไม่ต้องใช้สารยึดติด P-50, ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 8
- ถ้าต้องใช้สารยึดติด P-50, ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 5

5) การใช้สารยึดติด

การใช้สารยึดติด P-50 บนพื้นผิวถนนที่ราบเรียบ จะใช้แรงดันจากล้อยกเป็นตัวเลข ซึ่งล้อยกมีขนาด 3/8 นิ้ว ทำให้ชั้นของเทพกาวที่อยู่เหนือผิวจราจรขยายออกประมาณ 1 นิ้ว ห่างจากพื้นที่ก่อนที่จะทำเครื่องหมาย

6) การยอมให้ใช้สารยึดติดในการติดตั้ง

เป็นส่วนสำคัญมากที่จะช่วยให้เทปกาวยึดติดกับพื้นผิวจราจรโดยไม่ลื่นไหลหลังจากใช้งาน ถ้าไม่ยอมให้ใช้สารยึดติดมันก็จะไม่ตรงกับคุณสมบัติของเทปกาวที่มีความสามารถในการยึดติด และทำให้การยึดติดมีความเสียหายเกิดขึ้น การให้ใช้สารยึดติด P-50 ในการติดตั้งจะต้องใช้ถุงมือในการป้องกันจากสัมผัสสารยึดติดที่เหนียว

7) การทำเครื่องหมายบนถนน (ถ้าจำเป็น)

8) การติดตั้งเทปติสะท้อนแสง

การติดตั้งเทปติสะท้อนแสงติดตั้งง่ายไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลในการติดตั้ง



รูปที่ ๗.2 การติดตั้งเทปติสะท้อนแสง 3M

9) การบดทับเทปติสะท้อนแสงให้ยึดติดแน่นกับพื้นผิวจราจร

จะต้องบดทับเทปติสะท้อนแสงให้ทั่วโดยตลอดด้วยล้อกลิ้งที่มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 90 กิโลกรัม

- เริ่มจากศูนย์กลางของเครื่องหมาย
- จะต้องไม่บิด หรือหมุนขณะบดทับอยู่บนเทปติสะท้อนแสง
- กลิ้งทับจำนวน 3 รอบ ไป – กลับ บนพื้นผิวเทปติสะท้อนแสง
- ตรวจสอบบริเวณขอบริมทั้งหมดให้แน่นสนิท



รูปที่ ซ.3 การใช้สล็อตลิ่งน้ำหนัก 90 กิโลกรัม บดทับเทปตีสะท้อนแสง

10) เปิดการจราจรได้ตามปกติ



รูปที่ ซ.4 การติดตั้งแล้วเสร็จเปิดการจราจรตามปกติ

ภาคผนวก ฅ

ตัวอย่างการแสดงผลแบบฟอร์มการสัมภาษณ์ผู้ใช้เส้นทางสัญจรที่ผ่านพื้นที่ศึกษา

2.4 ท่านได้สังเกตเห็นเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้ายหรือไม่

เห็น ไม่เห็น

2.5 เมื่อท่านขับรถผ่านเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย ท่านรู้สึกว่าจะสะท้อนแสงและสันสะท้อนทำให้ตื่นตัวในการขับขี่มากน้อยเพียงใด (เมื่อท่านขับรถอยู่ช่องจราจรด้านซ้าย)

มาก ปานกลาง น้อย

2.6 เมื่อท่านขับรถผ่านเส้นชะลอความเร็ว (เทปติสะท้อนแสง) บนผิวถนนในช่องจราจรที่ปิดด้านซ้าย ท่านจะมีพฤติกรรมในการขับขี้อย่างไร (เมื่อท่านขับรถอยู่ช่องจราจรด้านซ้าย)

ลดความเร็วลงและเปลี่ยนช่องจราจร
 ลดความเร็วลงแต่ยังไม่เปลี่ยนช่องจราจร
 ไม่ลดความเร็วลงและไม่เปลี่ยนช่องจราจร

2.7 ท่านคิดว่าปัจจัยข้อใดต่อไปนี้มีค่ามากที่สุดจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด

(1 = มากที่สุด, 7 = น้อยที่สุด)

ป้ายเตือนงานก่อสร้าง การจัดการช่องจราจร
 เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง สภาพการจราจร
 การใช้สัญลักษณ์ในการควบคุม ความปลอดภัยด้านข้างถนน
 อุปกรณ์อำนวยความสะดวก เช่น กรวยยาง ป้ายเตือนแนวทาง ไฟฉุกเฉินฯลฯ

2.8 ข้อคิดเห็นอื่น ๆ ในการปรับปรุงระบบควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

นายอภิชัย ศรีอินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2522 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จบการศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนบ้านสีมูม อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนโคราชพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง (ปวส.) ที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครราชสีมา และเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีเมื่อปี พ.ศ. 2543 และสำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2547 ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล นครราชสีมา และต่อจากนั้นในปี พ.ศ. 2548 ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และในระหว่างศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ได้รับทุนการศึกษาประเภท “ทุนเรียนดี” จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 2/2548 จนถึงภาคการศึกษา 1/2550 เป็นระยะเวลา 2 ปี และปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง วิศวกรโยธา 3 สังกัดศูนย์สร้างทางมหาสารคาม กรมทางหลวงกระทรวงคมนาคม

ผลงานวิจัย : ได้เสนอบทความในงานการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13 ณ โรงแรมจอมเทียน ปาล์ม บีช พัทยา จ. ชลบุรี เมื่อวันที่ 14 – 16 พฤษภาคม 2551 ในหัวข้อเรื่อง “การประเมินประสิทธิผลอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง”