การจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
Managing Speed in Transition Zone on Rural Roads Approaching Community Areas

วัชรา เก้าคุณากร
Watchara Kaokhunakorn

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Prince of Songkla University
2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
Managing Speed in Transition Zone on Rural Roads Approaching Community Areas

วัชรา เก้าคุณากร
Watchara Kaokhunakorn

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Prince of Songkla University
2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
ผู้เขียน นายวัชรา เก้าคุณากร
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล กรประเสริฐ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์)

.....กรรมการ
(ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....
(นายวัชรา เก้าคุณากร)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายวัชรา เก้าคุณากร)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
ผู้เขียน นายวัชรา เก้าคุณากร
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง)
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การขับรถเร็วเกินที่กฎหมายกำหนด เป็นมูลเหตุสันนิษฐานหลักของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงและทางหลวงชนบทระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560 อีกทั้งอุบัติเหตุส่วนใหญ่อยู่บนทางหลวงช่วงที่ผ่านหรือช่วงก่อนเข้าเขตชุมชน ปัญหาดังกล่าวควรมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วบนถนนชนบทช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชน ในการวิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว 3 รูปแบบ ประกอบด้วย การติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น และการติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรทั้งแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง โดยเลือกถนนทางหลวงชนบท สาย สข.2031 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย และสาย สข.3005 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง เป็นเส้นทางศึกษา จากนั้นนำค่าประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วที่วิเคราะห์ได้มาประยุกต์ใช้กับถนนทางหลวงหมายเลข 3048 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ผลการศึกษาส่วนแรก พบว่า สำหรับกรณีช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย ค่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลงจากการใช้ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น มีค่าเท่ากับ 2.5 กม./ชม. (ลดลง 3.52 %) ส่วนแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง มีค่าเท่ากับ 4.0 กม./ชม. (ลดลง 3.50 %) และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 14.82 %) ตามลำดับ สำหรับกรณีช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง ค่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลงจากการใช้ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น มีค่าเท่ากับ 8.2 กม./ชม. (ลดลง 8.70 %) ส่วนของแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง มีค่าเท่ากับ 9.1 กม./ชม. (ลดลง 9.60 %) และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 13.00 %) ตามลำดับ ผลการศึกษาส่วนที่สอง ซึ่งเป็นการคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็วบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน พบว่า การติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปมีความเหมาะสมในการติดตั้งเป็นลำดับแรก โดยให้อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่ในช่วง 4.82 (กรณีไม่พิจารณาผลกระทบจากทางเชื่อม) ถึง 8.86 (กรณีพิจารณาผลกระทบจากทางเชื่อม) แต่หากพิจารณาเฉพาะผลประโยชน์จากการติดตั้ง พบว่า แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดงให้ผลประโยชน์สูงสุด ดังนั้น ต้นทุนของการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วแต่ละรูปแบบอาจมีผลต่อการเลือกลำดับความเหมาะสมของมาตรการชะลอความเร็ว แต่หากไม่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณอาจเลือกมาตรการตามลำดับของผลประโยชน์ที่ได้รับ โดยผลจากการศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อพิจารณาเลือกใช้มาตรการชะลอความเร็วก่อนบนถนนชนบทเข้าเขตชุมชนต่อไป

Thesis Title Managing Speed in Transition Zone on Rural Roads Approaching Community Areas
Author Mr. Watchara Kaokhunakorn
Major Program Civil Engineering (Transportation)
Academic Year 2019

Abstract

Overspeed is one of the main factors contributing to several crashes that occurred on national highways and rural roads between the years 2013 and 2017. Also, most of those crashes occurred on the road sections that pass through the community or approach to the community. These problems should be solved urgently. The objectives of this research are to study and to propose a guideline for an installation of traffic calming devices in the transition zone on rural roads approaching a community area. In the research, a comparative analysis was used to measures the effectiveness of three traffic calming devices, including on the overhang sign, typical the Optical Speed Bar (OSB), and the OSB with red-colored surfacing. The rural road No. SK2031, section passing Wat Khow Kloy community, and the rural road No. SK3005, section passing Wat Hin Kliang community, were selected as two case studies. The results for the case of Wat Khow Kloy showed that the overhang sign reduced 85th percentile speed 2.5 kph (or 3.52%) when the typical OSB and the OSB with red-colored surfacing reduced 4.0 kph (or 3.50%) and 15.0 kph (or 14.82%), respectively. Regarding Wat Hin Kliang case study the results showed that the overhang sign reduced 85th percentile speed 8.2 kph (or 8.70%) when the typical OSB and the OSB with red-colored surfacing reduced 9.1 kph (or 9.60%) and 15.0 kph (or 13.00%), respectively. The results from the two case studies were subsequently applied to estimate the speed after installing the three types of traffic calming devices on the national highway No. 3048, section passing Tha Lan community. The results showed that the typical OSB was the most suitable in terms of the benefit-cost ratio which were between 4.82 (exclude the impact of access roads) and 8.86 (include the impact of access roads). However, in terms of the net benefit, the OSB with red-colored surfacing provided the maximum benefit. Therefore, the installation cost may affect the selection of traffic calming devices. But if there is no budget constraint, the device may be chosen based on the net benefit. The results of this study could be a guideline for relevant agencies in order to apply the traffic calming devices on rural roads approaching community areas.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล กรประเสริฐ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์ และ อาจารย์ ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจ ทั้งในเชิงวิชาการและเทคนิคต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงการตรวจสอบข้อบกพร่องที่เกิดจากความเอาใจใส่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือผู้วิจัยในหลาย ๆ ด้าน ได้ให้โอกาสในการทำงานวิจัยต่าง ๆ พร้อมทั้งสนับสนุนในการทำงานวิจัย และเป็นต้นแบบในการทำงานที่ดีให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ปีงบประมาณ 2561

ขอขอบพระคุณ พี่สุพิศ นนทะสร และพี่จิราพร ยวงใย นักวิชาการอุดมศึกษาประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่อำนวยความสะดวกในการจัดส่งเอกสารต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรี ที่มีส่วนร่วมและให้ความช่วยเหลือในการสำรวจข้อมูล และขอขอบคุณพี่น้องและผองเพื่อนปริญญาโททุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ครูอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถมาสู่อีกจุดสำเร็จหนึ่งของชีวิตได้

ท้ายที่สุดผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่มอบความรัก อบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ส่งเสริมการศึกษา ให้การช่วยเหลือด้านต่าง ๆ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้การศึกษาและทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วัชรา เก้าคุณากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... **(5)**
กิตติกรรมประกาศ ..... **(7)**
สารบัญ ..... **(8)**
สารบัญรูป ..... **(12)**
สารบัญตาราง ..... **(15)**
บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.3.1 เส้นทางศึกษา 2
1.3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม 4
1.3.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว 4
1.3.4 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค 4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม **7**
2.1 ปัญหาความปลอดภัยทางถนนจากการใช้ความเร็ว 7
2.1.1 ความเร็วกับความปลอดภัยทางถนน 7
2.1.2 สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนและปัญหาการใช้ความเร็วในประเทศไทย 8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
2.2.1 การจัดการความเร็วบริเวณทั่วไป 11
2.2.2 การจัดการความเร็วบริเวณชุมชน 13
2.2.3 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 16
2.3.1 การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว 16
2.3.2 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว 17
2.3.3 แนวทางการจัดการความเร็ว 34
2.3.4 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค 61
2.3.5 สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 64
2.4 สรุปท้ายบท 65
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย **67**
3.1 กรอบการดำเนินงานวิจัย 67
3.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการจัดการความเร็ว 68
3.3 การกำหนดเส้นทางศึกษา 68

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การสำรวจข้อมูลภาคสนามบนเส้นทางศึกษา 68
3.4.1 การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ 68
3.4.2 การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร 70
3.4.3 การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ 70
3.5 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว 71
3.6 การวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว 72
3.7 การประเมินโอกาสการเสียชีวิตด้วยแนวคิดวิถีระบบที่ปลอดภัย 73
3.8 การคาดการณ์จากการประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็ว 73
3.8.1 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค 73
3.8.2 การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน 74
3.8.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว 74
3.8.4 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว 75
3.9 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 76

บทที่ 4 ผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 77

4.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 77
4.2 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 80
4.3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 81
4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 83
4.5 ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 85
4.6 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 88

บทที่ 5 ผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 91

5.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 91
5.2 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 94
5.3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 95
5.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 97
5.5 ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 99
5.6 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 102

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.7 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วระหว่างกรณีศึกษาสองชุมชน 103
5.7.1 ผลการเปรียบเทียบแนวโน้มของการใช้ความเร็ว 104
5.7.2 ผลการเปรียบเทียบผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว 104
5.7.3 ผลการเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลง 105
5.7.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยในต่างประเทศ 106
บทที่ 6 ผลคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 107
6.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 107
6.2 ผลการสำรวจความเร็วของรถยนต์ช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 108
6.3 ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ... 109
6.4 ผลการคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์เมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง 111
6.5 ผลการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 112
6.5.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 113
6.5.2 ผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว 114
6.6 ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว 117
6.6.1 ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ 118
6.6.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุน 121
6.6.3 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 123
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 125
7.1 สรุปผลการศึกษา 125
7.2 ข้อเสนอแนะ 126
7.2.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งานวิจัย 127
7.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 127
บรรณานุกรม 129
ภาคผนวก ก แบบสำรวจข้อมูลภาคสนาม 135
ภาคผนวก ก-1 แบบสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน 137
ภาคผนวก ก-2 แบบสำรวจข้อมูลความเร็วแบบเฉพาะจุด 139
ภาคผนวก ก-3 แบบสำรวจข้อมูลความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน 141
ภาคผนวก ข รายละเอียดของผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม 143
ภาคผนวก ข-1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร 145

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข-2 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็วรถยนต์บนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 153
ภาคผนวก ข-3 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็วรถยนต์บนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 169
ภาคผนวก ข-4 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็วรถยนต์บนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 185
ภาคผนวก ค การคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วและขีดจำกัดความเร็วและการคาดการณ์ความเร็วเมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง 189
ภาคผนวก ค-1 การคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว 191
ภาคผนวก ค-2 การคำนวณขีดจำกัดความเร็ว 195
ภาคผนวก ค-3 การคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์เมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง 199
ภาคผนวก ง วิธีการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรฐานโดยใช้โปรแกรม VISSIM 201
ภาคผนวก จ บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ 207
บทความงานวิจัย 209
ประวัติผู้เขียน 221

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1 เส้นทางศึกษา 3
รูปที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางตัดสินใจและระยะหยุดรถ 7
รูปที่ 2-2 การเปรียบเทียบมุมการมองเห็นของผู้ขับขี่ที่ความเร็วต่าง ๆ 8
รูปที่ 2-3 สถิติอุบัติเหตุของประเทศไทยระหว่าง ปี พ.ศ. 2551 – 2560 9
รูปที่ 2-4 มูลเหตุสันนิษฐาน 5 อันดับแรกของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 - 2560 10
รูปที่ 2-5 มูลเหตุสันนิษฐาน 5 อันดับแรกของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบทระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 – 2560 10
รูปที่ 2-6 อุบัติเหตุบนทางหลวงจำแนกตามประเภทของทางหลวงระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 – 2560 11
รูปที่ 2-7 การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว 16
รูปที่ 2-8 กระบวนการกำหนดเขตควบคุมความเร็วด้วยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุด 33
รูปที่ 2-9 โอกาสในการเสียชีวิตจากการชนรูปแบบต่าง ๆ 33
รูปที่ 2-10 การจัดประเภทของถนนตามลักษณะการใช้งาน 35
รูปที่ 2-11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่กับการเข้าถึงที่ 36
รูปที่ 2-12 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็ว 38
รูปที่ 2-13 ตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็ว 39
รูปที่ 2-14 ตัวอย่างรูปแบบการติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรบริเวณเนินชะลอความเร็ว แบบโค้งพาราโบล่า 39
รูปที่ 2-15 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรเนินชะลอความเร็วแบบแบนราบ 40
รูปที่ 2-16 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม 40
รูปที่ 2-17 ตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม 41
รูปที่ 2-18 ตัวอย่างรูปแบบเครื่องหมายจราจรบนเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม 41
รูปที่ 2-19 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก 42
รูปที่ 2-20 ตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก 42
รูปที่ 2-21 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง 43
รูปที่ 2-22 ตัวอย่างรูปตัดแต่ละด้านของเนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง 43
รูปที่ 2-23 ตัวอย่างวงเวียนแบบ Truck apron 44
รูปที่ 2-24 ตัวอย่างวงเวียนขนาดใหญ่ 45
รูปที่ 2-25 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายเตือนและเพิ่มเครื่องหมายจราจรบริเวณวงเวียน 45
รูปที่ 2-26 ตัวอย่างจุดชะลอความเร็วแบบคอขวด 46
รูปที่ 2-27 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายเตือนบริเวณจุดชะลอความเร็วแบบเบี่ยง 47
รูปที่ 2-28 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายเตือนบริเวณจุดชะลอความเร็วแบบคอขวด 47
รูปที่ 2-29 ตัวอย่างเกาะกลางถนนในประเทศญี่ปุ่น 48

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2-30 ตัวอย่างการแบ่งช่องจราจรด้วยเสาล้มลุก 50
รูปที่ 2-31 ตัวอย่างแถบชะลอความเร็วตามขวาง 50
รูปที่ 2-32 ตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวาง 50
รูปที่ 2-33 ตัวอย่างข้อความแจ้งขีดจำกัดความเร็ว 51
รูปที่ 2-34 ตัวอย่างแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar 51
รูปที่ 2-35 ตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar ในประเทศไทย 52
รูปที่ 2-36 ตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar ในต่างประเทศ 53
รูปที่ 2-37 ตัวอย่างป้ายจำกัดความเร็ว 55
รูปที่ 2-38 ตัวอย่างป้ายเตือนลดความเร็ว 55
รูปที่ 2-39 ตัวอย่างรูปแบบของป้ายแขวนสูงแบบแขนยื่น 55
รูปที่ 2-40 ตัวอย่างป้ายเตือนแบบปรับเปลี่ยนข้อความ 56
รูปที่ 2-41 ตัวอย่างป้ายแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่ 56
รูปที่ 2-42 หลักการทำงานของระบบ GPS Vehicle Tracking 60
รูปที่ 3-1 กรอบการดำเนินงานวิจัย 67
รูปที่ 3-2 ตัวอย่างภาพถ่ายของการสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพของเส้นทางศึกษา 69
รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ 70
รูปที่ 3-4 โอกาสในการเสียชีวิตจากการชนรูปแบบต่าง ๆ 73
รูปที่ 4-1 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 79
รูปที่ 4-2 ลักษณะทางกายภาพช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 80
รูปที่ 4-3 ปริมาณการจราจรที่ผ่านทางแยกชุมชนวัดเขากลอย 80
รูปที่ 4-4 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 82
รูปที่ 4-5 ความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยเมื่อจำแนกตามกลุ่มความเร็ว 84
รูปที่ 4-6 ตำแหน่งและจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย 87
รูปที่ 4-7 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท 88
รูปที่ 5-1 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 93
รูปที่ 5-2 ลักษณะทางกายภาพช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 94
รูปที่ 5-3 ปริมาณการจราจรที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 94
รูปที่ 5-4 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 96
รูปที่ 5-5 ความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงเมื่อจำแนกตามกลุ่มความเร็ว 98

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5-6 ตำแหน่งและจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 101
รูปที่ 5-7 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท..... 102
รูปที่ 5-8 เส้นแนวโน้มการใช้ความเร็วของแต่ละเส้นทางศึกษา 104
รูปที่ 5-9 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท..... 105
รูปที่ 6-1 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน..... 107
รูปที่ 6-2 ลักษณะทางกายภาพช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 107
รูปที่ 6-3 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน..... 108
รูปที่ 6-4 ตำแหน่งและจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน 110
รูปที่ 6-5 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ ACN 111
รูปที่ 6-6 แบบจำลองสภาพการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน..... 113
รูปที่ 6-7 ตำแหน่งการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว 115

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 สรุปแนวทางในการจัดการความเร็วจากงานวิจัยในอดีต 14
ตารางที่ 2-2 ค่าขีดจำกัดความเร็วที่ควรลดลงเมื่อมีทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางที่พิจารณา 19
ตารางที่ 2-3 การกำกนดขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น 21
ตารางที่ 2-4 ขีดจำกัดความเร็วสูงสุด 22
ตารางที่ 2-5 ค่าปรับแก้จากปัจจัยจำนวนทางเชื่อม 23
ตารางที่ 2-6 ค่าปรับแก้จากปัจจัยความกว้างของช่องจราจร 23
ตารางที่ 2-7 ค่าปรับแก้จากปัจจัยประเภทของถนน 23
ตารางที่ 2-8 ค่าปรับแก้จากปัจจัยประเภทของเกาะกลาง 24
ตารางที่ 2-9 ค่าปรับแก้จากปัจจัยประเภทของไหล่ทาง 24
ตารางที่ 2-10 ค่าปรับแก้จากปัจจัยกิจกรรมของคนเดิน 24
ตารางที่ 2-11 ค่าปรับแก้จากปัจจัยการจอดรถ 25
ตารางที่ 2-12 ค่าปรับแก้จากปัจจัยแนวทางของถนน 25
ตารางที่ 2-13 ค่าปรับแก้จากอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 25
ตารางที่ 2-14 ข้อแนะนำขีดจำกัดความเร็วจำแนกตามการใช้พื้นที่ประเภทของถนน 26
ตารางที่ 2-15 การกำหนดขีดจำกัดความเร็วในประเทศแคนนาดาโดยวิธีความเสี่ยงของถนน 27
ตารางที่ 2-16 ค่าความเสี่ยงจากการพัฒนาพื้นที่ข้างทาง 27
ตารางที่ 2-17 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยถนนที่เชื่อมต่อ 28
ตารางที่ 2-18 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยคนเดิน 28
ตารางที่ 2-19 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยรถจักรยาน 29
ตารางที่ 2-20 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการจอดรถ 29
ตารางที่ 2-21 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยแนวทางการมองเห็น 29
ตารางที่ 2-22 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการควบคุมการจราจร 30
ตารางที่ 2-23 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการพัฒนาพื้นที่ 30
ตารางที่ 2-24 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว 31
ตารางที่ 2-25 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ขีดจำกัดความเร็วของโปรแกรม USLIMITS2 32
ตารางที่ 2-26 การกำหนดเขตควบคุมความเร็วตามวิถีระบบที่ปลอดภัย 34
ตารางที่ 2-27 ร้อยละของยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านถนนประเภทต่าง ๆ 35
ตารางที่ 2-28 การจัดการความเร็วโดยการปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน 37
ตารางที่ 2-29 การจัดการความเร็วโดยใช้อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง 49
ตารางที่ 2-30 การจัดการความเร็วโดยการติดตั้งป้ายจราจร 54
ตารางที่ 2-31 ขีดจำกัดความเร็วสูงสุดตามกฎหมายของประเทศไทยในปัจจุบัน 57
ตารางที่ 2-32 หลักเกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค 63
ตารางที่ 2-33 สรุปแนวทางการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว 64

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 2-34 สรุปการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนและในเขตชุมชน 65
ตารางที่ 3-1 ค่าขีดจำกัดความเร็วที่ควรลดลงเมื่อมีทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางที่พิจารณา.....72
ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก 85
ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก 85
ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย.....86
ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วที่มีความเร็วที่ลดลง 89
ตารางที่ 5-1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก 99
ตารางที่ 5-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก 99
ตารางที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง 100
ตารางที่ 5-4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วที่มีความเร็วที่ลดลง 103
ตารางที่ 5-5 ผลการเปรียบเทียบผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางของแต่ละเส้นทางศึกษา 105
ตารางที่ 5-6 ผลการเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท 106
ตารางที่ 6-1 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้พื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ... 109
ตารางที่ 6-2 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์เมื่อใช้มาตรการชะลอความเร็ว..... 112
ตารางที่ 6-3 ผลการปรับเทียบแบบจำลองช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน..... 113
ตารางที่ 6-4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจร 116
ตารางที่ 6-5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย 117
ตารางที่ 6-6 มูลค่าของเวลาในเดินทาง..... 118
ตารางที่ 6-7 มูลค่าความสูญเสียของอุบัติเหตุทางถนน..... 119
ตารางที่ 6-8 ผลประโยชน์ด้านการจราจร 119
ตารางที่ 6-9 ผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย 120
ตารางที่ 6-10 ต้นทุนงบประมาณเบื้องต้นช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน..... 122
ตารางที่ 6-11 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว..... 124

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ในปี พ.ศ. 2558 องค์การอนามัยโลก ได้รายงานว่าประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนเท่ากับ 36.2 คนต่อแสนประชากร (ข้อมูลปี พ.ศ. 2556) ซึ่งสูงเป็นอันดับที่ 2 ของโลก (WHO, 2015) ต่อมาในปี พ.ศ. 2561 ได้มีรายงานฉบับถัดมา พบว่า ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตในปี พ.ศ. 2559 ลดลงเหลือ 32.7 คนต่อแสนประชากร คิดเป็นอันดับที่ 9 ของโลก (WHO, 2018) อย่างไรก็ตาม เมื่อแนวโน้มจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนน กลับพบว่า ประเทศไทยมีจำนวนอุบัติเหตุทางถนนในปี พ.ศ. 2559 จำนวน 84,405 ครั้ง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2556 จำนวน 23,159 ครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 9 ต่อปี (กรมทางหลวง, 2560) จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า สถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทยยังไม่ดีขึ้น และยังเป็นประเด็นที่ท้าทายสำหรับทุกภาคส่วนที่ควรให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาอุบัติเหตุทางถนนเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของแผนปฏิบัติการทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน ซึ่งมีเป้าหมายที่จะลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของคนไทยให้อยู่ในอัตราที่ต่ำกว่า 10 คนต่อแสนประชากรภายในปี พ.ศ. 2563 (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2554)

นอกจากนี้ จากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงและทางหลวงชนบทของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2560 พบว่า การขับรถเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด เป็นมูลเหตุสันนิษฐานหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงและทางหลวงชนบท คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ย 81 และ 46 ตามลำดับ (กรมทางหลวง, 2557; 2558; 2559; 2560; 2561; กรมทางหลวงชนบท, 2562) และยังพบว่า ประเภททางหลวงที่มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากที่สุด คือ ทางหลวง 3 หลัก คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ย 35 รองลงมาเป็นทางหลวง 4 หลัก คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ย 24 ส่วนทางหลวง 2 หลัก คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ย 21 และทางหลวง 1 หลัก คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ย 20 ตามลำดับ (กรมทางหลวง, 2557; 2558; 2559; 2560; 2561) จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า อุบัติเหตุบนทางหลวงจากการใช้ความเร็วและอุบัติเหตุบนทางหลวงช่วงที่ผ่านหรือช่วงก่อนเข้าเขตชุมชน (ทางหลวง 3 และ 4 หลัก) เป็นปัญหาสำคัญที่ควรจัดการอย่างเร่งด่วน

เมื่อพิจารณาทางหลวงบริเวณเขตชุมชนโดยเฉพาะช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชน (Transition Zone) ถนนส่วนใหญ่มีการจัดการการใช้ความเร็วยังไม่ปลอดภัยเท่าที่ควร ซึ่งโดยทั่วไปมีเพียงป้ายเตือนเขตชุมชนและป้ายลดความเร็วติดตั้งก่อนเข้าสู่เขตชุมชนเท่านั้น แต่ยังขาดการจัดการในองค์รวมทั้งการจัดการลักษณะกายภาพของถนนและการเข้าถึงจากพื้นที่ข้างทาง จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนทั้งช่วงก่อนเข้าเขตชุมชนและในพื้นที่เขตชุมชน ดังนั้น การที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการความเร็วและความปลอดภัยของถนนช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนควรต้องเน้นมาตรการการจัดการความเร็วตามหลักวิศวกรรมบนพื้นฐานของวิถีระบบที่ปลอดภัย หรือ Safe System Approach (TAC, 2016) ซึ่งควรจัดการด้านการใช้ความเร็วที่ปลอดภัย (Safe Speed) โดยพิจารณาขีดจำกัดความเร็วที่ปลอดภัยซึ่งต้องเหมาะสมกับกายภาพและสภาพแวดล้อมของถนนบริเวณช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชน

จากที่มาและความสำคัญข้างต้น งานวิจัยจึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยของถนนช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชน โดยได้ศึกษาทบทวนทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติที่ดีจากต่างประเทศ และนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยของเส้นทางศึกษา ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิผลและความเหมาะสมของการใช้มาตรการชะลอความเร็ว (ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง) ซึ่งนิยมติดตั้งบนถนนช่วงก่อนเข้าเขตชุมชน โดยศึกษาใน 2 ชุมชนกรณีศึกษา ส่วนที่สองเป็นการนำผลที่ได้จากส่วนที่หนึ่งมาประยุกต์ใช้กับกรณีชุมชนศึกษาที่ 3 ซึ่งยังไม่มีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว โดยพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของเส้นทางศึกษา เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจราจร เช่น อัตราการไหล เวลาและความล่าช้าของการเดินทาง เป็นต้น และจะประยุกต์ใช้แนวคิดวิถีระบบที่ปลอดภัย (Safe System Approach) เพื่อวิเคราะห์โอกาสในการเสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุ เปรียบเทียบระหว่างกรณีไม่มีและมีการจัดการความเร็ว รูปแบบต่าง ๆ ผลของงานวิจัยนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยของช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนของพื้นที่อื่นได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ประกอบด้วย

1) เพื่อศึกษาทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติที่ดีของการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยของช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
2) เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วจากการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง บนช่วงเปลี่ยนแปลงถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
3) เพื่อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการความเร็วของช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชนบนเส้นทางศึกษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้กำหนดขอบเขตของงานวิจัยไว้ดังนี้

1.3.1 เส้นทางศึกษา

เส้นทางศึกษา ประกอบด้วย 3 เส้นทางดังนี้

1) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ซึ่งตัดกันระหว่างถนนทางหลวงชนบท สข.2031 กับถนนองค์การบริหารส่วนจังหวัดสงขลา สข.ถ.10085 แสดงดังรูปที่ 1-1 ก)
2) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ตั้งอยู่บนถนนทางหลวงชนบท สข.3005 แสดงดังรูปที่ 1-1 ข)

3) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ต.บ้านครัว อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี ตั้งอยู่บนถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3048 แสดงดังรูปที่ 1-1 ค)

โดยเส้นทางศึกษาในข้อ 1) และ 2) ได้วิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว (ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง) และนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้กับเส้นทางศึกษาในข้อ 3)

ก) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

ข) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ค) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 1-1 เส้นทางศึกษา

1.3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจข้อมูลภาคสนามในงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1) การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพบนเส้นทางศึกษา เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร การเข้าออกพื้นที่ข้างทาง โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับการวัดระยะทางจริงบริเวณช่วงเปลี่ยนแปลง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว และประยุกต์ใช้กับแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค
2) การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบนเส้นทางศึกษา เป็นการสำรวจปริมาณยานพาหนะที่สัญจรผ่านเส้นทางศึกษา เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค และเปรียบเทียบแบบจำลองฐานระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลจากการสำรวจให้ค่าที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด
3) การสำรวจข้อมูลความเร็วของยานพาหนะ งานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) เนื่องจาก ส่วนใหญ่รถจักรยานยนต์ขับขี่บนไหล่ทางและมีจำนวนรถบรรทุกที่ค่อนข้างน้อย โดยใช้วิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) และแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจมาวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว และประยุกต์ใช้กับแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

1.3.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว

การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว โดยเน้นเปรียบเทียบตัวชี้วัดด้วยความเร็วที่สำรวจได้ก่อนและหลังเมื่อรถขับผ่านตำแหน่งที่ติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว รวมทั้งพิจารณาปัจจัยการใช้พื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วของรถยนต์บนเส้นทางศึกษา โดยพิจารณาช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยและชุมชนวัดหินเกลี้ยง

1.3.4 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

งานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 8 (PTV, 2015) โดยนำข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามมาพัฒนาแบบจำลองฐาน เพื่อเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน จากนั้นนำมาพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจร ทั้งก่อนและหลังมีมาตรการชะลอความเร็วรูปแบบต่าง ๆ บนช่วงถนนก่อนเข้าเขตชุมชนท่าลาน และนำข้อมูลเวลาและความเร็วในการเดินทางที่ได้จากแบบจำลองสภาพการจราจรมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลประโยชน์ด้านการจราจรและด้านความปลอดภัยเพื่อเสนอแนะมาตรการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย ประกอบด้วย 2 ด้านดังนี้

1) ด้านวิชาการ
   - ได้ทราบความเร็วที่ลดลงจากการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดงช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน
2) ด้านปฏิบัติ
   - ได้ข้อเสนอแนะแนวทางการใช้มาตรการชะลอความเร็วประเภทต่าง ๆ ช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการความเร็วของประเทศไทย
   - ได้ข้อเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนบนเส้นทางศึกษา

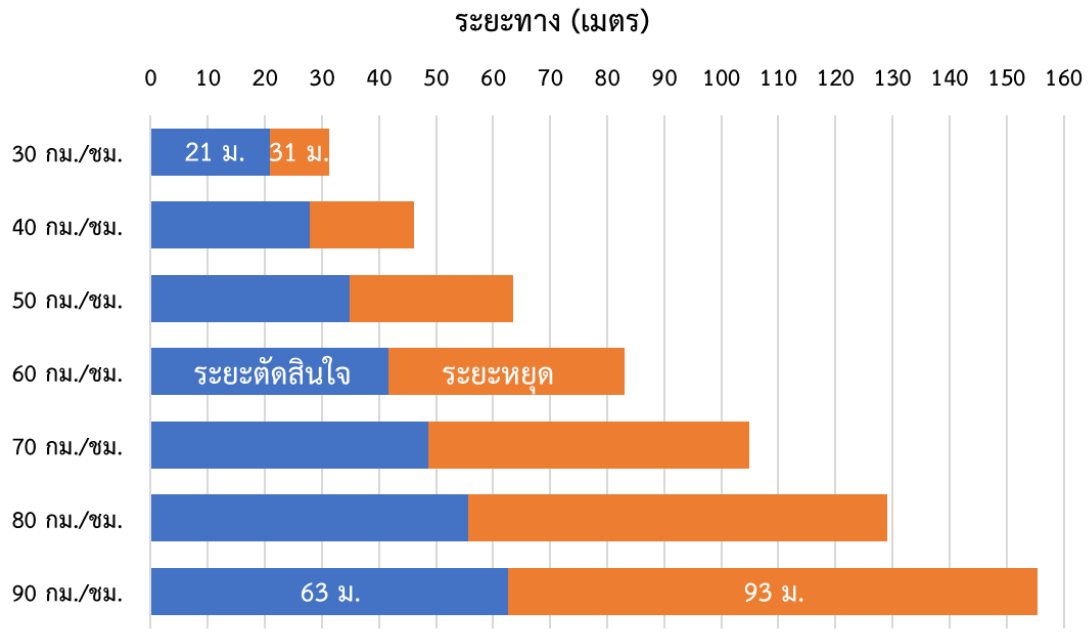
บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ได้ถูกทบทวน โดยมีเนื้อหาหลักประกอบด้วย ปัญหาความปลอดภัยทางถนนจากการใช้ความเร็ว งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ปัญหาความปลอดภัยทางถนนจากการใช้ความเร็ว

2.1.1 ความเร็วกับความปลอดภัยทางถนน

ความเร็ว เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุทางถนนรวมถึงผลลัพธ์หรือความรุนแรงที่จะตามมาจากอุบัติเหตุที่มีการใช้ความเร็วสูง การใช้ความเร็วสูงเพิ่มโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ เนื่องจากการใช้ความเร็วในการขับขี่จะเพิ่มระยะทางการรับรู้และตัดสินใจของผู้ขับขี่ ซึ่งส่งผลต่อระยะทางในการหยุดรถที่มากขึ้น (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560) ดังข้อมูลในรูปที่ 2-1 พบว่า หากใช้ความเร็วในการขับขี่ที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางในการรับรู้และตัดสินใจมีค่าประมาณ 21 เมตร และระยะทางในการหยุดรถมีค่าประมาณ 10 เมตร รวมเป็นระยะหยุดที่ปลอดภัยประมาณ 31 เมตร แต่ถ้าเพิ่มความเร็วเป็น 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางในการรับรู้และตัดสินใจจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 42 เมตร (คิดเป็นร้อยละ 67) ส่วนระยะทางในการหยุดรถเพิ่มขึ้นจากเดิม 83 เมตร (คิดเป็นร้อยละ 89) จะเห็นได้ว่า ระยะหยุดที่ปลอดภัยจะเพิ่มขึ้นเป็น 156 เมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 80)

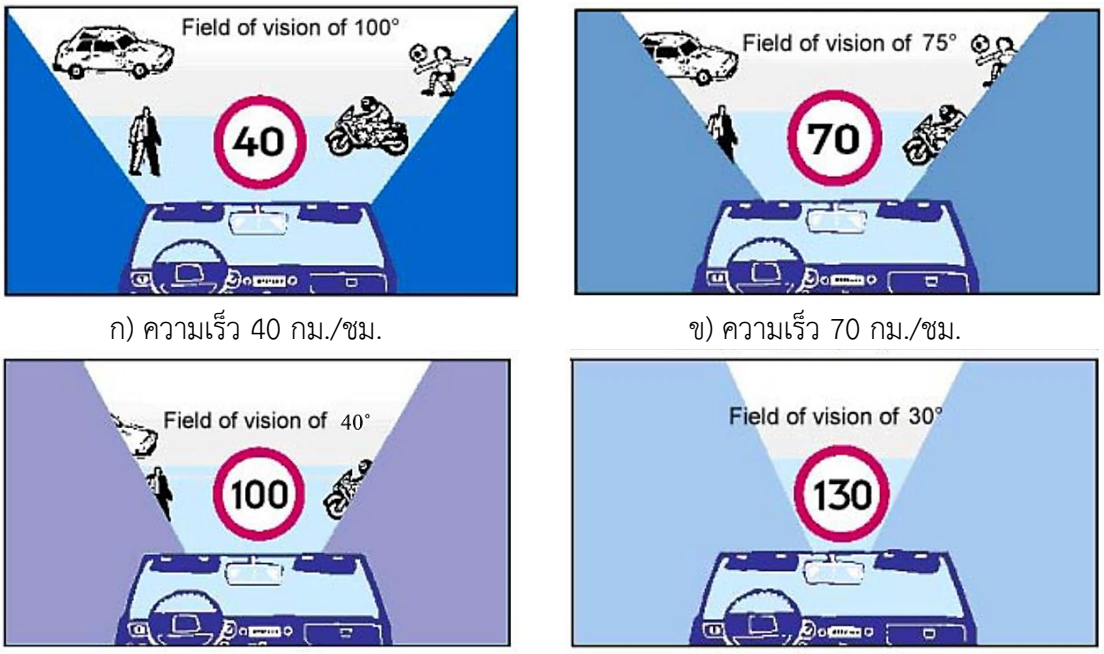


หมายเหตุ: วิเคราะห์จากระยะเวลาตัดสินใจ 2.5 วินาที และอัตราการลดความเร็ว 3.41 เมตร/วินาที^{2}
ที่มาข้อมูล: AASHTO (2011) หน้าที่ 3-4 ตารางที่ 3-1

รูปที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางตัดสินใจและระยะหยุดรถ

นอกจากนี้ การใช้ความเร็วสูงยังเป็นการลดมุมการมองเห็นของผู้ขับขี่ไปยังวัตถุหรือผู้ใช้ทางอื่นที่อยู่ข้างหน้า (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560) ดังตัวอย่างในรูปที่ 2-2 พบว่า หากใช้ความเร็วในการขับขี่ที่ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผู้ขับขี่จะมีมุมในการมองเห็นประมาณ 100 องศา แต่ถ้าเพิ่มความเร็วเป็น 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มุมการมองเห็นจะลดลงเหลือ 30 องศา

อีกทั้ง เมื่อเกิดอุบัติเหตุ แรงปะทะจากการชนด้วยความเร็วสูงย่อมทำให้เกิดอาการบาดเจ็บของผู้ใช้ทาง (ผู้ขับขี่และผู้ที่ถูกชน) ที่รุนแรง เนื่องจากร่างกายมนุษย์สามารถรองรับพลังงานจากการชนได้จำกัด ตลอดจนความเสียหายของยานพาหนะและทรัพย์สินจะมากยิ่งขึ้น



ก) ความเร็ว 40 กม./ชม. ข) ความเร็ว 70 กม./ชม.

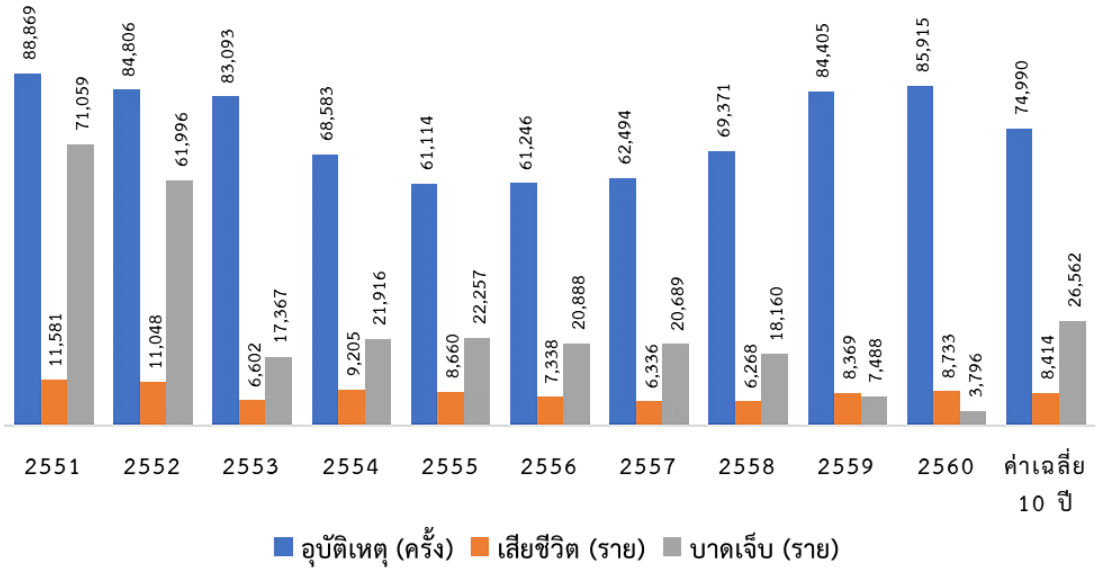
ค) ความเร็ว 100 กม./ชม. ง) ความเร็ว 130 กม./ชม.

ที่มา: French Ministry of Transport อ้างอิงใน OECD (2006) หน้าที่ 42 รูปที่ 2.6

รูปที่ 2-2 การเปรียบเทียบมุมการมองเห็นของผู้ขับขี่ที่ความเร็วต่าง ๆ

2.1.2 สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนและปัญหาการใช้ความเร็วในประเทศไทย

ในภาพรวมของอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นในประเทศไทย จากสถิติข้อมูลอุบัติเหตุทางถนนของศูนย์ข้อมูลสารสนเทศ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 – 2560 (กรมทางหลวง, 2561) ดังแสดงในรูปที่ 2-3 พบว่า มีค่าเฉลี่ยจำนวนในการเกิดอุบัติเหตุ 74,990 ครั้งต่อปี มีผู้เสียชีวิต 8,414 รายต่อปี และผู้บาดเจ็บ 26,562 รายต่อปี อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในปี พ.ศ. 2560 พบว่า มีจำนวนอุบัติเหตุ 85,915 ครั้ง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2559 จำนวน 1,510 ครั้ง (คิดเป็นร้อยละ 2) ส่วนจำนวนผู้เสียชีวิตมี 8,733 ราย เพิ่มจากปี พ.ศ. 2559 จำนวน 364 ราย (คิดเป็นร้อยละ 2) สำหรับจำนวนผู้บาดเจ็บมี 3,796 ราย ลดลงจากปี พ.ศ. 2559 จำนวน 3,692 ราย (คิดเป็นร้อยละ 49)

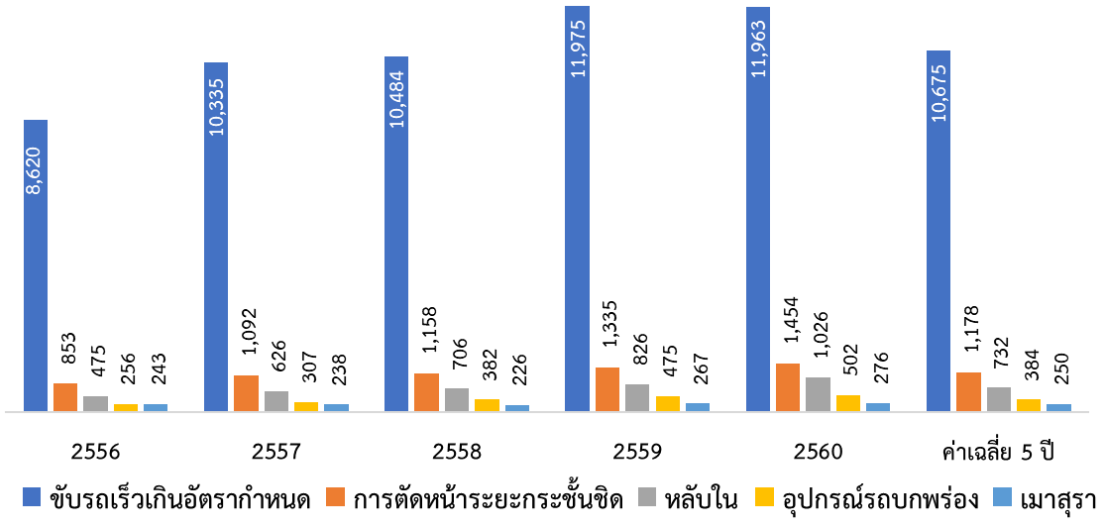


ที่มาข้อมูล: สำนักงานตำรวจแห่งชาติ อ้างอิงใน กรมทางหลวง (2561) หน้าที่ 24 ตารางที่ 1.1

รูปที่ 2-3 สถิติอุบัติเหตุของประเทศไทยระหว่าง ปี พ.ศ. 2551 – 2560

เมื่อพิจารณามูลเหตุสันนิษฐานของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2560 ดังแสดงในรูปที่ 2-4 พบว่า มูลเหตุสันนิษฐานหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงมากที่สุด คือ การขับรถเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 10,675 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 81) รองลงมาเป็นการตัดหน้าระยะกระชั้นชิด อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 1,178 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 9) หลับใน อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 732 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 5) ส่วนอุปกรณ์รถบกพร่อง อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 384 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 3) และสุดท้ายคือ เมาสุรา อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 250 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 2) ตามลำดับ

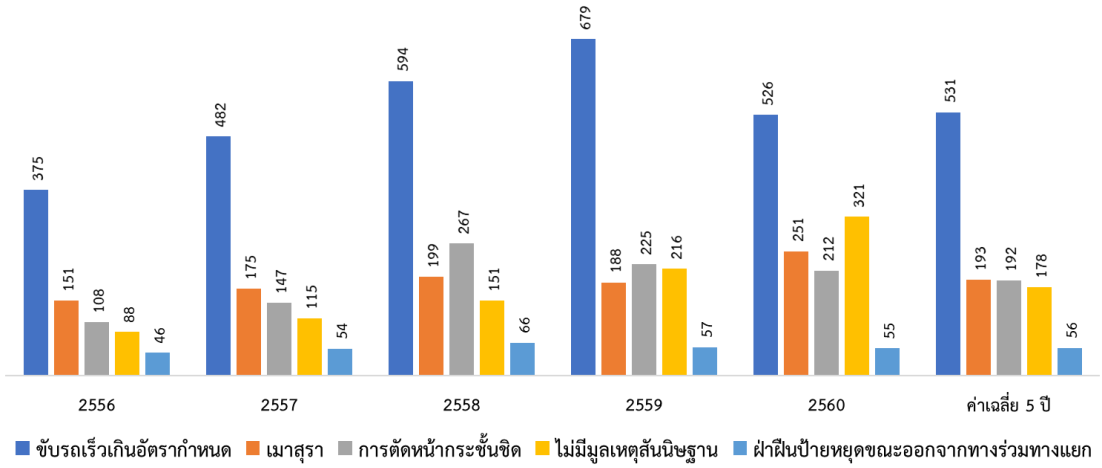
รูปที่ 2-5 ซึ่งแสดงมูลเหตุสันนิษฐาน 5 อันดับแรกของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบทระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 – 2560 พบว่า มูลเหตุสันนิษฐานหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบทมากที่สุด คือ การขับรถเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 531 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 46) รองลงมาเป็นเมาสุรา อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 193 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 17) การตัดหน้าระยะกระชั้นชิด อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 192 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 17) ส่วนไม่มีมูลเหตุสันนิษฐาน อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 178 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 15) และสุดท้ายคือ หลับใน อุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 56 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 5) ตามลำดับ



หมายเหตุ: มีหน่วยเป็นครั้ง

ที่มาข้อมูล: กรมทางหลวง (2557; 2558; 2559; 2560; 2561)

รูปที่ 2-4 มูลเหตุสันนิษฐาน 5 อันดับแรกของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 - 2560



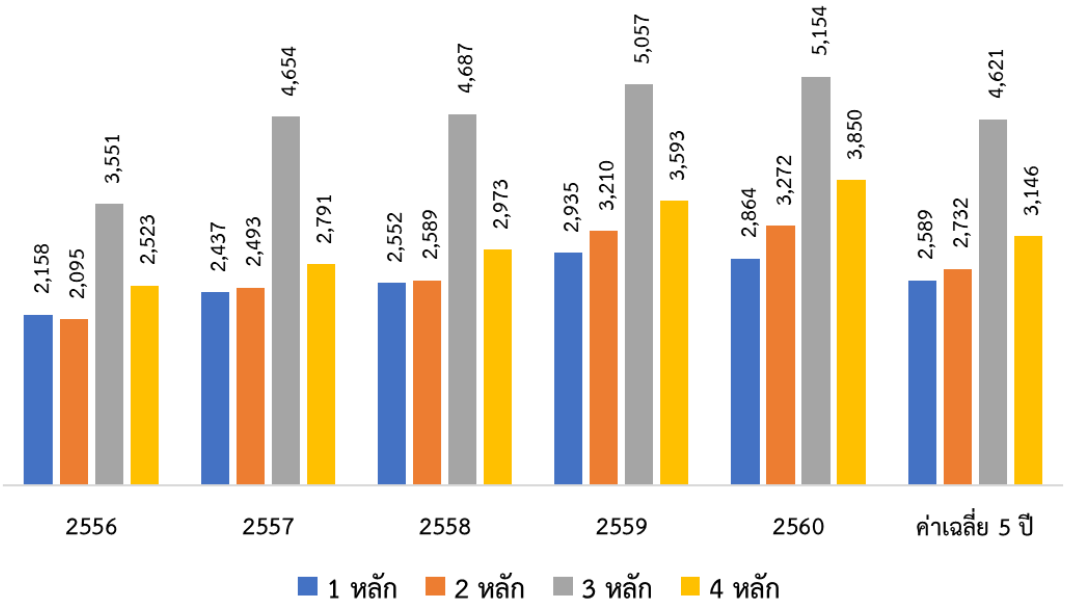
หมายเหตุ: มีหน่วยเป็นครั้ง

ที่มาข้อมูล: กรมทางหลวงชนบท (2562ก)

รูปที่ 2-5 มูลเหตุสันนิษฐาน 5 อันดับแรกของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบทระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 – 2560

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาประเภทของทางที่เกิดอุบัติเหตุ จากสถิติข้อมูลที่เกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงในประเทศไทยระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 - 2560 ดังแสดงในรูปที่ 2-6 พบว่าประเภททางหลวงที่มีจำนวนอุบัติเหตุมากที่สุด คือ ทางหลวง 3 หลัก มีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ย 4,621 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 35) รองลงมาเป็นทางหลวง 4 หลัก มีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ย 3,146 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 24) ส่วนทางหลวง 2 หลัก มีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ย 2,732 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 22) และทางหลวง 1 หลัก มีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ย 2,589 ครั้งต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 20) ตามลำดับ

ซึ่งทางหลวง 3 หลัก และ 4 หลัก ส่วนใหญ่เป็นเส้นทางที่มักผ่านชุมชนหรือเป็นเส้นทางที่มีการใช้งานในชุมชนหรือชนบท



หมายเหตุ: มีหน่วยเป็นครั้ง

ที่มาข้อมูล: กรมทางหลวง (2557; 2558; 2559; 2560; 2561)

รูปที่ 2-6 อุบัติเหตุบนทางหลวงจำแนกตามประเภทของทางหลวงระหว่าง ปี พ.ศ. 2556 – 2560

จากข้อมูลมูลเหตุสันนิษฐานและประเภทของทางที่เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งได้นำเสนอข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า ปัญหาอุบัติเหตุทางถนนจากการใช้ความเร็วและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงช่วงที่ผ่านหรือก่อนเข้าเขตชุมชน เป็นปัญหาที่สำคัญและควรมีการจัดการอย่างเร่งด่วน อันนำมาซึ่งส่วนประกอบหนึ่งของโจทย์งานวิจัยนี้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความเร็วได้ถูกศึกษาและทบทวน เพื่อนำหลักการและวิธีการมาประยุกต์ใช้กับการศึกษานี้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การจัดการความเร็วบริเวณทั่วไป

การจัดการความเร็วเป็นแนวทางที่ใช้จัดการปัญหาการใช้ความเร็วที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดและความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนน มาตรการการจัดการความเร็วตามหลักการทางวิศวกรรมที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายอาจจำแนกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ 2) การใช้อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายบนผิวทาง และ 3) การติดตั้งป้ายจราจร โดยมีรายละเอียดพอสังเขปของตัวอย่างงานวิจัยในอดีตดังนี้

1) การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ

เปมิช บุณยะเวศ (2548) ได้ศึกษามาตรการยับยั้งการจราจร โดยใช้วงเวียนในการเพิ่มความปลอดภัยบริเวณทางสี่แยกในชุมชน อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ภายหลังติดตั้งวงเวียนพบว่าสามารถช่วยลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุ และมีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาประสิทธิภาพในการจัดการความเร็วด้วยมาตรการยับยั้งการจราจร เช่น พรศิริ อุระภา และคณะ (2557) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ด้วยเนินชะลอความเร็วบริเวณถนนสายรองและถนนท้องถิ่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า รถจักรยานยนต์ใช้ความเร็วข้ามเนินชะลอความเร็วขนาดมาตรฐานในช่วง 25-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเหมาะสมกับถนนสายย่อย ส่วน Jateikiene et al. (2016) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเนินชะลอความเร็ว เนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม และเกาะกลางถนน ในสาธารณรัฐลิทัวเนีย ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการติดตั้งเนินชะลอความเร็วและเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุลงได้ร้อยละ 60 และเกาะกลางถนน สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุลงได้ร้อยละ 72.7

2) การใช้อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายบนผิวทาง

Liu et al. (2011) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแถบชะลอความเร็วตามแนวขวางที่มีผลต่อความปลอดภัยของคนเดินข้ามถนนบนถนนชนบท ในเมืองเจียงซูและกวางตุ้ง สาธารณรัฐประชาชนจีน ผลการศึกษาพบว่า แถบชะลอความเร็วตามแนวขวางอาจลดจำนวนอุบัติเหตุบริเวณทางเดินเท้าได้ร้อยละ 25 และความเร็วของยานพาหนะลดลง 9.2 และ 11.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับขีดจำกัดความเร็ว 60 และ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

3) การติดตั้งป้ายจราจร

อมรวดี หยังหลัง และ วศิน เกียรติโกมล (2561) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของป้ายแจ้งเตือนความเร็วบนทางหลวง อ.เมือง จ.พระนครศรีอยุธยา ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ภายหลังการติดตั้งป้ายแจ้งเตือนความเร็ว มีค่าลดลง 2.2-5.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 1.7-4.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับรถขนาดเล็ก และรถขนาดใหญ่ ตามลำดับ และควรติดตั้งป้ายแจ้งเตือนความเร็วควบคู่กับป้ายจำกัดความเร็ว

นอกจากนี้ การจัดการความเร็วที่สำคัญอีกหนึ่งแนวทาง คือ การกำหนดขีดจำกัดความเร็วให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งพงษ์พันธ์ แทนเกษม, ธเนศ เสถียรนาม, และวิชุดา เสถียรนาม (2557) ได้ศึกษามาตรการควบคุมความเร็วบนถนนสายหลักที่ตัดผ่านชุมชนเมืองขอนแก่น โดยใช้แนวทางวิศวกรรม แนวทางระบบผู้เชี่ยวชาญ และแนวทางระบบความปลอดภัยในการวิเคราะห์ค่าขีดจำกัดความเร็ว ผลการศึกษาพบว่า แนวทางที่ใช้ในการกำหนดขีดจำกัดความเร็วไม่สามารถนำมาใช้บนถนนในประเทศไทยได้ แต่รัชมงคล คำมุลตรี และ พนกฤษณ คลังบุญครอง (2557) ได้ศึกษาการกำหนดขีดจำกัดความเร็วในประเทศไทย กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น โดยใช้แนวทางระบบผู้เชี่ยวชาญ USLimits2 ระบบผู้เชี่ยวชาญ VLimits2.0 และแบบจำลองของ Bellalite ผลการศึกษากลับพบว่า แนวทางระบบผู้เชี่ยวชาญเหมาะสมกับการกำหนดขีดจำกัดความเร็วในประเทศไทย

2.2.2 การจัดการความเร็วบริเวณชุมชน

ในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังมีการจัดการการใช้ความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชน (Transition Zone) ที่ไม่ปลอดภัยเท่าที่ควร อีกทั้งการศึกษาการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนยังมีไม่แพร่หลาย ตัวอย่างที่พบจากงานวิจัยในอดีต เช่น ปิติ จันทรุไทย (2560) ได้ศึกษามาตรการทางด้านวิศวกรรมจราจรเพื่อลดความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชนที่ตั้งอยู่ริมทางหลวง อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช โดยมีการกำหนดพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน และประเมินประสิทธิผลของมาตรการก่อนและหลังดำเนินมาตรการ ซึ่งได้จัดทำอักษรลดความเร็วบนผิวทาง ป้ายลดความเร็ว และแถบชะลอความเร็วตามแนวขวางบนผิวทางในช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ภายหลังดำเนินมาตรการมีค่าลดลงจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการสำรวจครั้งที่สอง พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางภายหลังดำเนินมาตรการไม่แตกต่างจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนในต่างประเทศ Galante et al. (2010) ได้ศึกษามาตรการยับยั้งการจราจรบริเวณทางหลวงชนบทเชื่อมต่อกับชุมชนในเขตเมืองเซเลริโน ประเทศอิตาลี เพื่อลดความเร็วของยานพาหนะ โดยการจำลองในการขับขี่เสมือนจริง (Virtual Environment for Road Safety: VERA) ซึ่งมีการใช้แถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง แถบชะลอความเร็วแบบ Optical speed bar ราวกันอันตรายริมถนน และป้ายเตือน ผลการศึกษาพบว่า ถนนทางทิศใต้และทิศเหนือมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางภายหลังดำเนินมาตรการมีค่าลดลงจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 90 ตามลำดับ

2.2.3 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการประเมินประสิทธิผลมาตรการการจัดการความเร็วด้านจำนวนอุบัติเหตุที่ลดลง แต่ด้านความเร็วที่ลดลงยังมีไม่แพร่หลาย และในประเทศไทยมีการศึกษาการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนยังมีไม่แพร่หลาย ดังนั้น งานวิจัยนี้จะใช้แนวทางงานวิจัยของ ปิติ จันทรุไทย (2560) ซึ่งจะนำมาศึกษาต่อยอดด้านการวิเคราะห์มาตรการการจัดการความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับช่วงเปลี่ยนแปลง ประกอบกับพิจารณาความปลอดภัย และการใช้พื้นที่ข้างทาง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปแนวทางในการจัดการความเร็วของแต่ละงานวิจัยดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 สรุปแนวทางในการจัดการความเร็วจากงานวิจัยในอดีต

บทความ	สถานที่	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
เปมิช บุณยะเวศ (2548)	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	เพื่อศึกษาการใช้กลยุทธการสยบการจราจรในประเทศไทย	ใช้มาตรการยับยั้งการจราจร (วงเวียน)	มาตรการยับยั้งการจราจร สามารถลดจำนวนและความรุนของอุบัติเหตุ
พงษ์พันธ์ แทนเกษม, ธเนศ เสถียรนาม, และวิชุดา เสถียรนาม (2557)	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของมาตรการควบคุมความเร็วบนถนนสายหลักที่ตัดผ่านชุมชนเมือง	ใช้วิธีวิศวกรรม วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ และวิธีระบบความปลอดภัยในการวิเคราะห์ค่าขีดจำกัดความเร็ว	วิธีกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วในต่างประเทศ ไม่สามารถนำมาใช้บนถนนในประเทศไทยได้
รัชมงคล คำมุลตรี และพนกฤษณ คลังบุญครอง (2557)	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	เพื่อศึกษาการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วในประเทศไทย	ใช้แนวทางระบบผู้เชี่ยวชาญ USLimits2 แนวทางระบบผู้เชี่ยวชาญ VLimits2.0 และแบบจำลองของ Bellalite	วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญเหมาะกับการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วสำหรับประเทศไทย
พรศิริ อุระภา และคณะ (2557)	อ.เมือง จ.ขอนแก่น	เพื่อประสิทธิภาพในการควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ด้วยเนินชะลอความเร็ว	สร้างแบบจำลองความเร็วของรถจักรยานยนต์ โดยใช้วิธีการถดถอยแบบเชิงเส้น	เนินชะลอความเร็วขนาดมาตรฐานสามารถควบคุมความเร็วอยู่ในช่วง 25-30 กม./ชม. ซึ่งเหมาะสมกับถนนสายย่อย
ปิติ จันทรุไทย (2560)	อ.เมือง จ.นครศรีฯ	เพื่อประเมินประสิทธิผลมาตรการด้านวิศวกรรมจราจรเพื่อลดความเร็วในการเดินทางเข้าสู่ย่านชุมชน	ใช้มาตรการยับยั้งการจราจร (อักษรลดความเร็วบนผิวทาง, ป้ายลดความเร็ว, แถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง)	มาตรการมีค่าลดลงจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 2-1 สรุปแนวทางในการจัดการความเร็วจากงานวิจัยในอดีต (ต่อ)

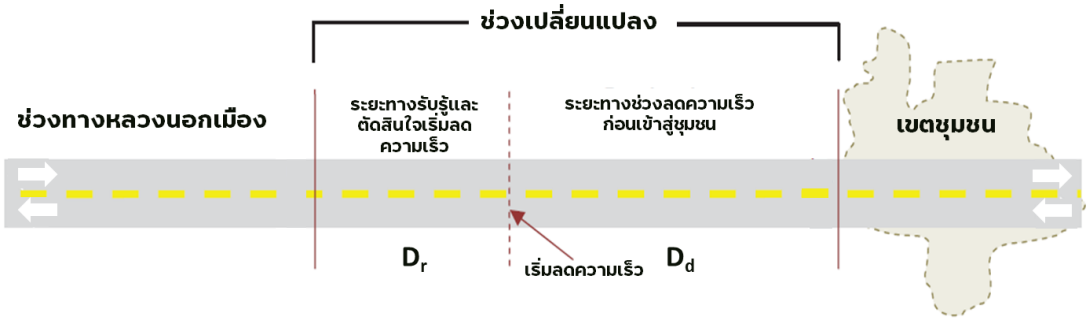
บทความ	สถานที่	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
อมรวดี หยังหลัง และ วศิน เกียรติโกมล (2561)	อ.เมือง จ.อยุธยา	เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินงานของป้ายแจ้งเตือนความเร็วบนทางหลวง	ใช้โปรแกรม Autoscope ในการประมวลผลความเร็ว ประเมินพฤติกรรมของผู้ขับขี่ก่อนและหลังการติดตั้งป้ายแจ้งเตือนความเร็ว	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์หลังการติดตั้งป้ายแจ้งเตือน มีค่าลดลง 2.2-5.9 กม./ชม. และ 1.7-4.2 กม./ชม. สำหรับรถขนาดเล็ก และรถขนาดใหญ่ตามลำดับ
Galante et al. (2010)	เมืองซาเลิร์โน ประเทศอิตาลี	เพื่อศึกษามาตรการยับยั้งการจราจรบริเวณทางหลวงชนบทเชื่อมต่อกับชุมชนในเขตเมือง	ใช้การจำลองในการขับขี่เสมือนจริง ใช้มาตรการยับยั้งการจราจร (แถบชะลอความเร็วตามแนวขวางและแบบ OSB, ราวกันอันตรายริมถนน, ป้ายเตือน)	ถนนทางทิศใต้และทิศเหนือมีค่าลดลงจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 90 ตามลำดับ
Liu et al. (2011)	เมืองเจียงซูและกวางตุ้ง สาธารณรัฐประชาชนจีน	เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแถบชะลอความเร็วตามแนวขวางที่มีผลต่อความปลอดภัยของคนเดินข้ามถนนบนถนนชนบท	ประเมินผลกระทบของแถบชะลอความเร็วตามแนวขวางในการลดจำนวนอุบัติเหตุและความเร็วของยานพาหนะ	แถบชะลอความเร็วตามแนวขวางอาจลดจำนวนอุบัติเหตุบริเวณทางเดินเท้า 25 % และความเร็วลดลง 9.2 และ 11.9 กม./ชม. สำหรับขีดความเร็ว 60 และ 80 กม./ชม. ตามลำดับ
Jateikiene et al. (2016)	สาธารณรัฐลิทัวเนีย	เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของมาตรการยับยั้งการจราจรที่มีผลต่อความปลอดภัยของถนน	ใช้มาตรการยับยั้งการจราจร (เนินชะลอความเร็ว, เนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม เกาะกลางถนน, กล้องตรวจจับความเร็ว)	ภายหลังจากการติดตั้งเนินชะลอความเร็วและเนินชะลอสำหรับคนข้าม ลดอุบัติเหตุลงได้ 60 % ส่วนเกาะกลางถนน ลดอุบัติเหตุลงได้ 72.7 % และกล้องตรวจจับความเร็วสามารถลดอุบัติเหตุลงได้ 32 %

ที่มา: ผู้วิจัย

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ช่วงเปลี่ยนแปลง (Transition Zone) เป็นพื้นที่หรือช่วงของเส้นทางที่อยู่ระหว่างทางหลวงนอกเมืองกับเขตชุมชน ซึ่งจะอยู่บริเวณก่อนเข้าเขตชุมชน ดังแสดงในรูปที่ 2-7 บริเวณที่เกี่ยวข้องกับช่วงเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย 3 ส่วน (NCHRP, 2012) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ที่มา: ปรับปรุงจาก NCHRP (2012)

รูปที่ 2-7 การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว

1) ช่วงทางหลวงนอกเมือง

ช่วงทางหลวงนอกเมือง (Rural Zone) เป็นช่วงถนนส่วนแรกที่อยู่นอกเขตเมือง ส่วนใหญ่มีจำนวนประชากรน้อย ถนนที่ผ่านช่วงนี้จึงมักถูกออกแบบให้สามารถใช้ความเร็วที่สูงได้ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางระยะทางไกล

2) ช่วงเปลี่ยนแปลง

ช่วงเปลี่ยนแปลง (Transition Zone) เป็นช่วงถนนบริเวณก่อนเข้าเขตชุมชน ขอบเขตของช่วงเปลี่ยนแปลงจะพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งของป้ายจำกัดความเร็วหรือสัญญาณเตือนล่วงหน้าก่อนเข้าเขตชุมชน ช่วงเปลี่ยนแปลงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

- ระยะทางช่วงที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว (Perception Reaction Distance หรือ D_r) เป็นระยะทางรับรู้ว่าจะเข้าเขตชุมชนและตัดสินใจเพื่อเริ่มลดความเร็ว โดยทั่วไป AASHTO (2018) อ้างอิงใน NCHRP (2012) ได้แนะนำระยะเวลารับรู้และตัดสินใจของผู้ขับขี่ที่มีสภาพร่างกายปกติไว้ประมาณ 2.5 วินาที ค่า D_r สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-1

$$D_r = 0.278 V_{85^{th}} t \qquad \text{สมการที่ 2-1}$$

โดยที่ D_r คือ ระยะทางช่วงที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว (เมตร)
V_{85th} คือ ความเร็วของยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ก่อนเข้าช่วงเปลี่ยนแปลง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
t คือ ระยะเวลารับรู้และตัดสินใจของคนขับ (วินาที)

- ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน (Deceleration Distance หรือ D_d) เป็นระยะทางที่ผู้ขับขี่เริ่มถอนเท้าจากคันเร่ง แล้วแตะเบรกจนกระทั่งความเร็วลดลงเท่ากับความเร็วที่ถูกจำกัดไว้ก่อนเข้าเขตชุมชน ค่า D_d สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-2 (TxDOT และ FHWA, 2007)

$$D_d = 0.278V_{85^{th}}t - 0.5a_{rb}t^2 + \frac{0.078[v^2_{85^{th}} - v^2_c]}{2a_{wb}} \qquad \text{สมการที่ 2-2}$$

โดยที่ D_d คือ ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน (เมตร)
V_{85th} คือ ความเร็วของยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ก่อนเข้าช่วงเปลี่ยนแปลง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
V_c คือ ขีดจำกัดความเร็วในชุมชน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
t คือ ระยะเวลารับรู้และตัดสินใจของผู้ขับขี่ (วินาที)
a_{rb} คือ อัตราหน่วงโดยไม่มีการเบรก (AASHTO, 2018 แนะนำค่าประมาณ 1 เมตรต่อวินาที^{2})
a_{wb} คือ อัตราหน่วงจากการเบรก (AASHTO, 2018 แนะนำค่าประมาณ 3.4 เมตรต่อวินาที^{2})

3) เขตชุมชน

เขตชุมชน (Community Zone) เป็นบริเวณที่มีบ้าน อาคาร การพัฒนาของพื้นที่ข้างทาง การจอดรถบริเวณไหล่ทาง และกิจกรรมของคนเดินเท้า โดยทั่วไปถนนในเขตชุมชนจะถูกออกแบบให้มีการใช้ความเร็วค่อนข้างที่ต่ำเพื่อความปลอดภัยของการสัญจรในชุมชน

2.3.2 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

การกำหนดขีดจำกัดความเร็วมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบความเร็วที่ปลอดภัยกับเหมาะสมและสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น ผู้ขับขี่อาจลดความเร็วภายใต้เงื่อนไขบางอย่าง เช่น ทัศนวิสัยไม่ดี สภาพอากาศที่ไม่ดี ความแออัด และสัญญาณไฟเตือน แนวทางการกำหนดขีดจำกัดความเร็วอาจจำแนกได้ 4 วิธีการ (FHWA, 2012A) ดังต่อไปนี้

1) วิธีการทางวิศวกรรม

วิธีการทางวิศวกรรม (Engineering Approach) มีการวิเคราะห์ 2 วิธี ประกอบด้วย วิธีความเร็วในการขับขี่ (Operating Speed Method) และวิธีความเสี่ยงของถนน (Road Risk Method) โดยทั้ง 2 วิธีมีการกำหนดขีดกำจัดความเร็ว โดยพิจารณาจากค่าความเร็วในการขับขี่ที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์และความเร็วที่ใช้ในการออกแบบถนน นอกจากนี้ยังพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาพการจราจร และโครงสร้างพื้นฐาน (เช่น ทางเท้า เกาะกลางถนน) ร่วมด้วย โดยมีรายละเอียดพอสังเขปของแต่ละวิธีดังนี้

1.1) วิธีความเร็วในการขับขี่

วิธีความเร็วในการขับขี่ (Operating Speed Method) เป็นการกำหนดขีดจำกัดความเร็วในการขับขี่จากข้อมูลความเร็วในการขับขี่ของยานพหานะที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ โดยมีการพิจารณา 2 แนวทาง ประกอบด้วย แนวทางของ Illinois Department of Transportation และแนวทางของ Northwestern Speed Zoning Technique ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- แนวทางของ Illinois Department of Transportation

Illinois Department of Transportation (Illinois DOT) ได้อธิบายขั้นตอนการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว โดยสรุปได้ดังนี้ (FHWA, 2012A, หน้าที่ 82-83)

o <u>ขั้นตอนที่ 1</u> การประมาณค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-3

$$V_p = \frac{V_{85^{th}} + V_U + V_A}{3} \qquad \text{สมการที่ 2-3}$$

โดยที่ V_p คือ ขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

$V_{85}{}^{th}$ คือ ความเร็วในการขับขี่ยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

V_U คือ ค่าสูงสุดของช่วงความเร็วที่แตกต่างกัน 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง

V_A คือ ความเร็วเฉลี่ยจากการทดสอบขับขี่บนถนน (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

ทั้งนี้ ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้นที่ได้จากสมการที่ 2-3 อาจกำหนดให้เป็นตัวเลขลงตัวทุก ๆ 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง เช่น 40 45 หรือ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง เป็นต้น

o <u>ขั้นตอนที่ 2</u> การปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

ปัจจัยที่ส่งผลให้ต้องมีการปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น ประกอบด้วย

- สถิติอุบัติเหตุ เป็นการนำสถิติข้อมูลอุบัติเหตุของเส้นทางศึกษา มาคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (หน่วย ครั้งต่อ 1 ล้านคัน-กิโลเมตร) แล้วเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดอุบัติเหตุของพื้นที่โดยรอบ หากอัตราการเกิด

อุบัติเหตุของเส้นทางศึกษาสูงกว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดอุบัติเหตุ จะต้องปรับลดขีดจำกัดความเร็วขั้นต้นลง 10%

- การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่ เป็นการพิจารณาจำนวนทางย่อยของพื้นที่ข้างทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางศึกษา โดยกำหนดเป็นค่าจำนวนความขัดแย้งจากการเชื่อมต่อ (Access Conflict Number หรือ ACN) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-4 ส่วนค่าปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็วขั้นต้นแสดงในตารางที่ 2-2

$$ACN = 1.61 \times \frac{N_s + 5N_m + 10N_i}{L} \qquad \text{สมการที่ 2-4}$$

โดยที่ ACN คือ จำนวนทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางศึกษา

N_S คือ จำนวนทางเข้าออกของที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว

N_m คือ จำนวนทางเข้าออกของพื้นที่เชิงพาณิชย์ขนาดเล็ก ที่อยู่อาศัยแบบหลายหลัง และทางแยกถนนสายรอง

N_i คือ จำนวนทางเข้าออกของพื้นที่เชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ ที่อยู่อาศัยแบบหมู่บ้านขนาดใหญ่ และทางแยกถนนสายหลัก

L คือ ความยาวของช่วงถนนที่พิจารณา (กิโลเมตร)

จากสมการที่ 2-4 จะเห็นได้ว่า สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร N_S N_m N_i มีค่าเท่ากับ 1 5 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งบ่งบอกถึงการถ่วงน้ำหนักจากผลกระทบของทางเข้าออกแต่ละประเภท โดยทางเข้าออกของพื้นที่ขนาดใหญ่ (N_i) จะมีค่าสัมประสิทธิ์มากกว่าทางเข้าออกพื้นที่ขนาดเล็ก (N_m) และพื้นที่ที่มีบ้านเดี่ยว (N_s) ตามลำดับ

ตารางที่ 2-2 ค่าขีดจำกัดความเร็วที่ควรลดลงเมื่อมีทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางที่พิจารณา

จำนวนทางที่เชื่อมต่อ (Access Conflict Number, ACN)	**ความเร็วที่ควรลดลง (%)**
< 40	0
41 – 60	5
> 60	10

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 82

- กิจกรรมของคนเดิน เป็นการพิจารณาปริมาณคนเดิน โดย
  - หากไม่มีทางเท้า หรือมีทางเท้าแต่มีปริมาณคนเดินใกล้ช่องจราจรเกิน 10 คนต่อชั่วโมง สำหรับ 3 ชั่วโมงใด ๆ ภายใน 8 ชั่วโมงที่ศึกษา ให้ลดความเร็วลง 5 %
  - หากมีทางข้ามโดยไม่มีป้ายให้ทางหรือป้ายหยุดแก่คนข้ามถนน ให้ลดความเร็วลง 5 %

- การจอดรถบริเวณไหล่ทาง เป็นการพิจารณาการจอดรถบริเวณไหล่ทาง ซึ่งถ้ามีการจอดรถใกล้กับช่องจราจรต้องปรับลดความเร็วลง 5 %

o ขั้นตอนที่ 3 การเลือกขีดจำกัดความเร็ว

การเลือกขีดจำกัดความเร็ว อาจเลือกค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น (ขั้นตอนที่ 1) หรือค่าที่ผ่านการปรับแก้จากตัวแปรในขั้นตอนที่ 2 โดยขีดจำกัดความเร็วที่ได้จะต้อง

- แตกต่างจากค่าความเร็วที่ได้จากการปรับแก้ในขั้นตอนที่ 2 ไม่เกิน 5 ไมล์ต่อชั่วโมง (ประมาณ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
- แตกต่างจากค่าความเร็วในขั้นตอนที่ 1 ไม่เกิน 9 ไมล์ต่อชั่วโมง (ประมาณ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) หรือไม่เกินร้อยละ 20 (เลือกค่าที่ต่ำกว่า)

o ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบขีดจำกัดความเร็ว

การตรวจสอบขีดจำกัดความเร็ว (Violation Check) เป็นการนำขีดจำกัดความเร็วจากขั้นตอนที่ 3 มาเปรียบเทียบกับค่าความเร็วในการขับขี่ยานพาหนะที่ 50 เปอร์เซ็นไทล์ (ได้จากการสำรวจข้อมูลในขั้นตอนที่ 1) โดยเลือกใช้ค่าที่มากกว่า

ทั้งนี้ หากค่าขีดจำกัดความเร็วที่วิเคราะห์ได้ ยังคงมีการฝ่าฝืนเป็นจำนวนมาก จำเป็นต้องนำมาตรการด้านอื่น ๆ มาช่วยเพื่อลดความเร็วให้ได้ นอกจากนี้ ขีดจำกัดความเร็วที่วิเคราะห์ได้ จะต้องแตกต่างจากพื้นที่ใกล้เคียงไม่เกิน 10 ไมล์ต่อชั่วโมง (16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) เพื่อความสอดคล้องในการใช้ความเร็วกับพื้นที่รอบข้าง

- แนวทางของ Northwestern Speed Zoning Technique

Northwestern Speed Zoning Technique เป็นการนำข้อมูลความเร็วที่ได้จากการสำรวจเส้นทางศึกษา ประกอบด้วย ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ช่วงความเร็วสูงสุดที่ห่างกัน 15 กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ย รวมทั้งข้อมูลกายภาพของถนนที่ประกอบด้วย ความยาวของเขตควบคุมความเร็ว ระยะทางเฉลี่ยระหว่างทางแยก (ไม่รวมทางเชื่อมหรือซอยที่ไม่มีป้ายหยุด) และความเร็วออกแบบ มากำหนดขีดจำกัดความเร็ว โดยมีขั้นตอนดังนี้ (FHWA, 2012A, หน้าที่ 84-91)

o ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

การกำหนดขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้นทำได้โดยใช้ตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การกำกนดขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ (กม./ชม.)	ค่าสูงสุดของช่วงความเร็วที่ห่างกัน 15 กม./ชม. (กม./ชม.)	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)	ขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น (กม./ชม.)
< 34	< 33	< 30	30
34 – 44	33 - 42	30 -38	40
45 – 54	43 - 52	39 - 48	50
55 - 64	53 - 62	49 - 56	60
65 - 74	63 - 72	57 - 65	70
75 - 84	73 - 80	66 - 75	80
85 - 94	81 - 88	76 - 85	90
95 - 104	89 - 96	86 - 94	100
> 104	> 96	> 94	110

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 85 ตารางที่ 18

o <u>ขั้นตอนที่ 2</u> การปรับแก้ขีดจำกัดความเร็วด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก

การปรับแก้ความเร็วให้เป็นค่าขีดจำกัดความเร็วที่เฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted average speed limit) โดยใช้สมการที่ 2-5

$$SL = \frac{3SL_{85} + 3SL_{pace} + 4SL_{run}}{10}$$ สมการที่ 2-5

โดยที่ SL คือ ค่าขีดจำกัดความเร็วเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

SL_{85} คือ ขีดจำกัดความเร็วพิจารณาจากความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์

SL_{pace} คือ ขีดจำกัดความเร็วพิจารณาจากค่าสูงสุดของช่วงความเร็วที่ห่างกัน 15 กม./ชม.

SL_{run} คือ ขีดจำกัดความเร็วพิจารณาจากความเร็วเฉลี่ย

ทั้งนี้ ค่า SL_{85} SL_{pace} และ SL_{run} ได้จากตารางที่ 2-3 โดยนำค่าจากการสำรวจความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ช่วงความเร็วที่ห่างกัน 15 กม./ชม. และความเร็วเฉลี่ย มาพิจารณาหาค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

o <u>ขั้นตอนที่ 3</u> การปรับแก้ความเร็วจากปัจจัยกายภาพของถนน

การปรับแก้ความเร็ว โดยพิจารณาจากปัจจัยกายภาพของถนน ซึ่งประกอบด้วย ความเร็วออกแบบ ระยะทางเฉลี่ยระหว่างทางแยก และระยะทางที่ควบคุมความเร็ว เพื่อให้ได้ค่าขีดจำกัดความเร็วสูงสุด (Maximum speed limit) โดยใช้ตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ขีดจำกัดความเร็วสูงสุด

ความเร็วออกแบบ (กม./ชม.)	ระยะทางเฉลี่ยระหว่างทางแยก (เมตร)	ระยะทางที่ควบคุมความเร็ว (กิโลเมตร)	ขีดจำกัดความเร็วสูงสุด (กม./ชม.)
110	400	1.5	110
100	300	1.0	100
90	250	0.8	90
90	175	0.7	80
70	125	0.6	70
70	100	0.5	60
50	75	0.4	50
50	60	0.3	40
30	45	0.2	30

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 86 ตารางที่ 19

- ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว พิจารณาผลจากขั้นตอนที่ 2 และ 3 โดยจะเลือกความเร็วที่ต่ำกว่ามากำหนด จากนั้นพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Overall Adjustment Factor หรือ OAF) มาวิเคราะห์หาค่าที่ปรับแก้ขีดจำกัดความเร็ว โดยใช้สมการที่ 2-6 และนำขีดจำกัดความเร็วคูณกับค่าปรับแก้ขีดจำกัดความเร็วที่ได้ เพื่อให้ได้ค่าขีดจำกัดความเร็วสุดท้ายของเส้นทางที่พิจารณา

$$\text{ค่าปรับแก้ขีดจำกัดความเร็ว} = \frac{100 + \text{OAF}}{100} \qquad \text{สมการที่ 2-6}$$

โดยที่ OAF คือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับแก้ขีดจำกัดความเร็ว แสดงดังตารางที่ 2-5 ถึงตารางที่ 2-13

จากสมการที่ 2-6 ถ้าค่าปรับแก้ขีดความเร็วที่ได้ต่ำกว่า 0.75 ให้ใช้ค่า 0.75 แต่หากสูงกว่า 1.25 ให้ใช้ค่า 1.25

ตารางที่ 2-5 ค่าปรับแก้จากปัจจัยจำนวนทางเชื่อม

จำนวนการเชื่อมต่อ (จุด/กม.)		ขีดจำกัดความเร็ว (กม./ชม.)								
พื้นที่ทั่วไป	พื้นที่เชิงพาณิชย์	30	40	50	60	70	80	90	100	110
0-3	0	+15	+15	+15	+10	+10	+5	+5	0	0
4-6	0	+10	+10	+10	+5	+5	0	0	0	-5
7-12	1	+10	+10	+5	+5	0	0	0	-5	-5
13-21	2-3	+5	+5	0	0	0	-5	-5	-10	-10
22-30	4-5	+5	0	0	0	-5	-10	-10	-15	-15
> 30	> 5	0	0	-5	-10	-10	-15	-15	-20	-20

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 87 ตารางที่ 20

ตารางที่ 2-6 ค่าปรับแก้จากปัจจัยความกว้างของช่องจราจร

ความกว้างช่องจราจร (เมตร)	ขีดจำกัดความเร็ว (กม./ชม.)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
< 2.8	0	0	0	-5	-5	-10	-10	-10	-15
2.8 - 3.2	+5	+5	0	0	0	-5	-5	-5	-10
3.3 - 3.5	+10	+10	+5	+5	0	0	0	0	-5
> 3.5	+15	+15	+10	+10	+5	+5	+5	0	0

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 87 ตารางที่ 21

ตารางที่ 2-7 ค่าปรับแก้จากปัจจัยประเภทของถนน

ประเภทของถนน (ในเขตเมือง)	ขีดจำกัดความเร็วที่ต่ำที่สุด (กม./ชม.)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
ถนนท้องถิ่น (Local)	0	0	0	-5	-5	-10	-15	-15	-20
ถนนสายรอง (Collector)	+5	0	0	0	-5	-5	-10	-10	-15
ถนนสายหลัก (Arterial)	+10	+5	+5	0	0	0	-5	-5	-10
ทางด่วน (Expressway)	+15	+10	+10	+5	0	0	0	0	-5
ทางด่วนพิเศษ (Freeway)	+25	+20	+15	+10	+5	+5	0	0	0

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 87 ตารางที่ 22

ตารางที่ 2-8 ค่าปรับแก้จากปัจจัยประเภทของเกาะกลาง

ประเภทของถนน	เกาะกลาง (เมตร)								
	ไม่มี	แบบเกาะสี		แบบรถปีนได้		แบบราวหรือกำแพงกั้น		แบบร่อง	
		0.6-1.8	> 1.8	0.6-1.8	> 1.8	0.6-1.8	> 1.8	1.8-6.0	> 6.0
ถนนท้องถิ่น	0	+5	+10	-	-	-	-	-	-
ถนนสายรอง	0	+5	+5	+10	+15	-	-	-	-
ถนนสายหลัก	-10	0	0	+5	+10	+15	+20	-	-
ทางด่วน	-	-10	-5	0	0	+5	+10	+15	+20
ทางด่วนพิเศษ	-	-	-10	-10	-5	0	0	0	0

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 88 ตารางที่ 23

ตารางที่ 2-9 ค่าปรับแก้จากปัจจัยประเภทของไหล่ทาง

ประเภทของถนน	ไหล่ทาง			
	ไม่มีไหล่ทาง	แบบหญ้าหรือกรวด	แบบปรับปรุงเสถียรภาพ	แบบปูผิว
ถนนท้องถิ่น	0	+5	+10	+20
ถนนสายรอง	0	0	+5	+10
ถนนสายหลัก	-5	0	0	+5
ทางด่วน	-10	-5	0	0
ทางด่วนพิเศษ	-20	-10	-5	0

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 88 ตารางที่ 24

ตารางที่ 2-10 ค่าปรับแก้จากปัจจัยกิจกรรมของคนเดิน

กิจกรรมของคนเดิน	ความกว้างของทางเท้าจากขอบไหล่ทาง (เมตร)				
	ไม่มีทางเท้า	0 - 0.5	0.6 - 2.5	2.6 - 4.5	> 4.5
อายุคนเดิน ≤ 12 ปี					
มาก	-25	-20	-15	-10	-5
ปานกลาง	-20	-15	-10	-5	0
น้อย	-15	-10	-5	0	0
ถ้าไม่มีให้พิจารณาอายุคนเดิมมากกว่า 12 ปี (อายุคนเดิน > 12 ปี)					
มาก	-10	-5	0	0	0
ปานกลาง	-5	0	0	0	0
น้อย	-5	0	0	0	0
ไม่มีกิจกรรม	0	0	0	0	0

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 88 ตารางที่ 25

ตารางที่ 2-11 ค่าปรับแก้จากปัจจัยการจอดรถ

ประเภทของถนน	การเข้าออกเพื่อจอดรถ			
	ไม่มี	น้อย	ปานกลาง	มาก
ถนนท้องถิ่น	+10	0	-10	-10
ถนนสายรอง	+10	0	-10	-15
ถนนสายหลัก	+15	0	-10	-15
ทางด่วน	0	-10	-15	-20

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 89 ตารางที่ 26

ตารางที่ 2-12 ค่าปรับแก้จากปัจจัยแนวทางของถนน

จำนวนโค้งของถนนที่พิจารณา (โค้ง/กิโลเมตร)	แนวทางของถนน			
	ทางราบ (Level)	ทางลุ่มดอน (Rolling)	ทางเนิน (Hilly)	ทางเขา (Mountainous)
0	+10	+5	0	0
1	0	0	-5	-5
2	-10	-10	-10	-10
> 2	-20	-20	-20	-20

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 89 ตารางที่ 27

ตารางที่ 2-13 ค่าปรับแก้จากอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

ร้อยละระหว่าง อัตราการเกิดอุบัติเหตุของถนนที่พิจารณา ต่อ อัตราการเกิดอุบัติเหตุในภาพรวม	ค่าปรับแก้
< 75%	+10
76% - 125%	0
126% - 200%	-10
> 200%	-20

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 89 ตารางที่ 28

อย่างไรก็ตาม Maus (2020) ได้เปิดเผยถึงแนวทางการกำหนดขีดจำกัดความเร็วในอนาคตของรัฐออริกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา ว่า เดิมที่มีการกำหนดขีดจำกัดความเร็วโดยคำนวณจากความเร็วในการขับขี่ที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งในทางปฏิบัติยานพาหนะแล่นด้วยความเร็วที่ค่อนข้างสูงและเป็นอันตรายต่อการเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรง จึงมีแนวโน้มจะปรับเปลี่ยนการกำหนดขีดจำกัดความเร็วโดยคำนวณจากความเร็วในการขับขี่ที่ 50 เปอร์เซ็นไทล์แทน และมีข้อแนะนำขีดจำกัดความเร็วตามการใช้พื้นที่และประเภทของถนนดังแสดงในตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-14 ข้อแนะนำขีดจำกัดความเร็วจำแนกตามการใช้พื้นที่ประเภทของถนน

ประเภทของถนน	ขีดจำกัดความเร็ว
ย่านใจกลางเมือง/ถนนสายหลัก (Urban Core/Arterial)	32 – 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง (20 – 25 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านใจกลางเมือง/ถนนสายรอง (Urban Core/Collector)	32 – 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง (20 – 25 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านใจกลางเมือง/ถนนท้องถิ่น (Urban Core/Local)	32 – 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง (20 – 25 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านเมืองผสมผสาน/ถนนสายหลัก (Urban Mix/Arterial)	40 – 48 กิโลเมตร/ชั่วโมง (25 – 30 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านเมืองผสมผสาน/ถนนสายรอง (Urban Mix/ Collector)	40 – 48 กิโลเมตร/ชั่วโมง (25 – 30 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านเมืองผสมผสาน/ถนนท้องถิ่น (Urban Mix/ Local)	32 – 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง (20 – 25 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านค้าขายชานเมืองหรือที่พัก/ถนนสายหลัก (Suburban Commercial or Residential / Arterial)	48 – 56 กิโลเมตร/ชั่วโมง (30 – 35 ไมล์/ชั่วโมง)
ย่านค้าขายชานเมืองหรือที่พัก/ถนนสายรอง (Suburban Commercial or Residential / Collector)	40 – 56 กิโลเมตร/ชั่วโมง (25 – 35 ไมล์/ชั่วโมง)

ที่มา: Maus (2020)

1.2) วิธีความเสี่ยงของถนน

วิธีความเสี่ยงของถนน (Road Risk Method) เป็นการกำหนดขีดจำกัดความเร็วโดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของถนนและสภาพการจราจรที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ วิธีนี้จึงแบ่งขีดจำกัดความเร็วตามประเภทและหน้าที่ของถนน ซึ่งนิยมใช้งานในประเทศแคนาดาและนิวซีแลนด์ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

- ประเทศแคนนาดา

ประเทศแคนนาดาได้นำวิธีความเสี่ยงมากำหนดขีดจำกัดความเร็วโดยสรุปได้ดังตารางที่ 2-15

ตารางที่ 2-15 การกำหนดขีดจำกัดความเร็วในประเทศแคนนาดาโดยวิธีความเสี่ยงของถนน

ประเภทถนน		ถนนนอกเมือง				ถนนในเมือง			
		ไม่มีเกาะกลาง		มีเกาะกลาง		ไม่มีเกาะกลาง		มีเกาะกลาง	
		1/1*	2/1**	1/1*	2/1**	1/1*	2/1**	1/1*	2/1**
ถนนสายหลัก	เอก	90	100	100	110	80		90	
	โท	80	90	90	100	70		80	
ถนนสายรอง	เอก	70	80	80	90	70		80	
	โท	60	70	70	80	60		70	
ถนนท้องถิ่น		60				50			

หมายเหตุ: หน่วยความเร็ว: กม./ชม.

** คือ 1 ช่องจราจร (ทางตรง) ต่อ 1 ทิศทาง ** คือ ตั้งแต่ 2 ช่องจราจร (ทางตรง) ต่อ 1 ทิศทาง*

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 15 ตารางที่ 2

- ประเทศนิวซีแลนด์

การกำหนดขีดจำกัดความเร็วในประเทศนิวซีแลนด์ด้วยวิธีความเสี่ยงของถนน มีขั้นตอนดังนี้ (FHWA, 2012A, หน้าที่ 92-98)

o <u>ขั้นตอนที่ 1</u> การกำหนดค่าความเสี่ยงจากข้อมูลการพัฒนาพื้นที่ข้างทาง

การกำหนดค่าความเสี่ยงจากข้อมูลการพัฒนาพื้นที่ข้างทางพิจารณาได้จากตารางที่ 2-16 ทั้งนี้หากพบว่า พื้นที่ที่พิจารณามีขนาดเล็ก แต่อาจมีทางเข้าออก (จุดเชื่อมต่อ) แยกกัน (มีจุดเชื่อมต่อ 2 จุด) ให้พิจารณาอยู่ในรูปแบบ A แต่หากพื้นที่ที่พิจารณามีขนาดใหญ่ จะต้องแบ่งสัดส่วนของการเข้าออกในแต่ละจุดเชื่อมต่อให้เหมาะสม และพิจารณาแต่ละจุดเป็นรูปแบบ E

ตารางที่ 2-16 ค่าความเสี่ยงจากการพัฒนาพื้นที่ข้างทาง

รูปแบบการพัฒนา	การพัฒนาพื้นที่ข้างทาง	ค่าความเสี่ยง
A	มีพื้นที่หรือจุดเชื่อมต่อ 1 หรือ 2 จุด เช่น วัด สนามกีฬา ชายหาด ที่พักแรม ทางจักรยาน เป็นต้น	1
B	มีพื้นที่หรือจุดเชื่อมต่อ 3 หรือ 4 จุด เช่น สำนักงานที่มีพนักงานน้อยว่า 10 คน ร้านค้าขนาดเล็ก เป็นต้น	2
C	มีพื้นที่หรือจุดเชื่อมต่อ 5 จุดขึ้นไป เช่น สำนักงานที่มีพนักงาน 10 ถึง 30 คน ร้านค้าทั่วไป ธนาคาร สถานีบริการ โรงภาพยนตร์ โรงแรม ร้านอาหาร เป็นต้น	3

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 93 ตารางที่ E1

ตารางที่ 2-16 ค่าความเสี่ยงจากการพัฒนาพื้นที่ข้างทาง (ต่อ)

รูปแบบการพัฒนา	การพัฒนาพื้นที่ข้างทาง	ค่าความเสี่ยง
D	สำนักงานที่มีพนักงานมากกว่า 30 คน เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล สถานศึกษา เป็นต้น	4
E	จุดเชื่อมต่อที่มีการให้บริการตั้งแต่ 2 กิจการอยู่ด้วยกัน	1 - 4
F	โรงเรียนอนุบาล โรงเรียนประถม	1 ต่อนักเรียน 15 คน
G	โรงเรียนมัธยม	1 ต่อนักเรียน 30 คน

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 93 ตารางที่ E1

o ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดค่าความเสี่ยงจากปริมาณการจราจรของถนนที่เชื่อมต่อ

การกำหนดค่าความเสี่ยงจากปริมาณการจราจรของถนนเชื่อมต่อ ให้พิจารณาระยะทาง 500 เมตรจากถนนที่ศึกษา โดยใช้ค่าระดับความเสี่ยงจากขั้นตอนที่ 1 (กำหนดเป็นค่า R) และปริมาณการจราจรของถนนที่มาเชื่อมต่อมาพิจารณาค่าความเสี่ยงในตารางที่ 2-17

ตารางที่ 2-17 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยถนนที่เชื่อมต่อ

ปริมาณการจราจร (คัน/วัน)	ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการพัฒนาพื้นที่ข้างทาง		
	R < 8	8 < R < 20	R > 20
< 4,000	1	2	3
> 4,000	2	3	4

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 94 ตารางที่ E2

o ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดค่าความเสี่ยงจากปัจจัยอื่น ๆ

การกำหนดค่าความเสี่ยงของถนนที่พิจารณา โดยพิจารณาจากปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมบนถนนและการควบคุมการจราจรตามตารางที่ 2-18 ถึง ตารางที่ 2-23 ทั้งนี้ในการพินารณาจะแบ่งถนนออกเป็นช่วง ๆ ละ 100 เมตร และนำค่าความเสี่ยงที่ได้ทั้งหมดมารวมกันเพื่อกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

ตารางที่ 2-18 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยคนเดิน

สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดิน	ปริมาณคนเดิน (คนต่อวัน)	
	< 200	> 200
ทางเท้าอยู่หลังถนนหรือไม่มีทางเชื่อมต่อสำหรับคนเดิน	0	0
ทางเท้าติดกับถนน	0	1
ไม่มีทางเท้าแต่เดินบนไหล่ทางได้	1	2
คนต้องเดินบนถนน	1	3

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 95 ตารางที่ E3

ตารางที่ 2-19 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยรถจักรยาน

สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับรถจักรยาน	ปริมาณผู้ใช้รถจักรยาน (คันต่อวัน)	
	< 200	> 200
ทางจักรยานแยกขาดจากถนน	0	0
ถนนกว้าง นักปั่นเห็นการจราจรชัดเจน	0	1
ถนนแคบ นักปั่นเห็นการจราจรไม่ชัดเจน	1	2

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 95 ตารางที่ E4

ตารางที่ 2-20 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการจอดรถ

สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการจอดรถ	มีการจอดน้อยในระยะ 100 เมตร	จอดรถสองข้างทางเป็นเวลานาน	จอดรถสองข้างทางใช้เวลาไม่นาน
จอดห่างจากกระแสจราจร 2 เมตร	0	0	1
จอดใกล้กับกระแสจราจรแต่ไม่ทำให้ติดขัด	1	2	3
จอดแล้วทำให้เกิดการติดขัดของการจราจร (ทำให้ช่องทางวิ่งแคบกว่า 3 เมตร)	2	3	4

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 95 ตารางที่ E5

ตารางที่ 2-21 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยแนวทางการมองเห็น

ลักษณะของถนน	แนวทางการมองเห็น		
	เห็นได้ชัดเจน	เห็นค่อนข้างได้ชัดเจน	มีอุปสรรคในการมองเห็น
การจราจรทิศทางเดียวหรือการสองทิศทางที่มีเกาะกลางแบ่งแยกอย่างอิสระ	0	0	0
ตั้งแต่ 4 ช่องจราจรขึ้นไป (มีเกาะสี หรือ ไม่มีเกาะกลาง)	0	1	1
2 หรือ 3 ช่องจราจร (มีเกาะสี หรือ ไม่มีเกาะกลาง)	0	1	2
1 ช่องจราจร (2 ทิศทาง)	3	4	5

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 96 ตารางที่ E6

ตารางที่ 2-22 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการควบคุมการจราจร

การควบคุมการจราจร	ระดับความเสี่ยง
ทางข้ามสำหรับคนเดิน	3
ป้ายหยุด	3
ป้ายให้ทาง	2
สัญญาณไฟจราจร	2
จุดตัดทางรถไฟ	1
เกาะกลาง	1

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 96 ตารางที่ E7

ตารางที่ 2-23 ค่าความเสี่ยงจากปัจจัยการพัฒนาพื้นที่

รูปแบบการพัฒนาพื้นที่	ประเภทของถนน		
	ถนนท้องถิ่น	ถนนสายรอง	ถนนสายหลัก
ที่อยู่อาศัย	2	1	0
อุตสาหกรรม	1	0	0
เชิงพาณิชย์	0	0	0
ที่อยู่อาศัยในชนบท	1	0	0
ชนบท	0	0	0

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 96 ตารางที่ E8

- ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดค่าระดับความเสี่ยง

การคำนวณค่าระดับความเสี่ยงเป็นการรวมคะแนนระดับความเสี่ยงการพัฒนาถนนข้างทาง (ขั้นตอนที่ 2) และระดับความเสี่ยงของถนนที่พิจารณา (ขั้นตอนที่ 3) แล้วหารด้วยจำนวนช่วงถนนทั้งหมดที่แบ่งออกเป็น 100 เมตร อย่างไรก็ตาม ค่าที่คำนวณได้จะต้องมีค่าไม่เกินค่าที่ได้จากการพัฒนาถนนข้างทาง (ขั้นตอนที่ 2) หากคะแนนของถนนสูงกว่าจะต้องลดค่าลงตามคะแนนการพัฒนาถนนข้างทาง

- ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

การกำหนดขีดจำกัดความเร็วเป็นการนำค่าเฉลี่ยระดับความเสี่ยง (ขั้นตอนที่ 4) มาพิจารณากับประเภทของถนน แสดงดังตารางที่ 2-24

ตารางที่ 2-24 การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

ประเภทของถนน	ค่าเฉลี่ยระดับความเสี่ยง			
	R ≥ 11	11 > R ≥ 6	6 > R ≥ 3	R < 3
ถนนชนบท				
ถนนชนบท	50	70	80	100
ถนนระหว่างชนบทกับเขตเมือง				
ถนนสายหลัก	50*,60**	70	80	100
ถนนสายรอง/ท้องถิ่น	50	70	80	100
ถนนในเขตเมือง				
ถนนสายหลัก	50*,60**	70	80	100
ถนนสายรอง/ท้องถิ่น	(20,30,40)***,50	70	80	100

หมายเหตุ: เกณฑ์พิจารณาลักษณะทางกายภาพ (เกาะกลาง ≥ 4.5 เมตร, ความกว้างของช่องจราจร ≥ 3.5 เมตร, ระยะถอยร่น ≥ 6 เมตร, ความเร็วเฉลี่ย ≥ 60 กม./ชม., ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ≥ 70 กม./ชม., แสงสว่าง) หน่วย: กม./ชม.

** คือ ไม่ผ่านเกณฑ์พิจารณาลักษณะทางกายภาพ*

*** คือ ผ่านเกณฑ์พิจารณาลักษณะทางกายภาพ*

**** คือ การควบคุมความเร็วด้วยมาตรการด้านวิศวกรรม*

ที่มาข้อมูล: FHWA (2012A)

2) วิธีการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

วิธีการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Approach) เป็นแนวทางที่ใช้ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดเขตควบคุมขีดจำกัดความเร็ว โดยจำลองกระบวนการคิดและพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งระบบนี้จะต้องมีฐานข้อมูลความรู้ที่ได้จากงานวิจัยของผู้เชี่ยวชาญ

Federal Highway Administration (FHWA) ได้พัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีชื่อว่า USLIMITS2 (FHWA, 2012A) เพื่อช่วยวิเคราะห์ขีดจำกัดความเร็วของถนนทุกประเภท โดยข้อมูลที่พิจารณาในการวิเคราะห์ขีดจำกัดความเร็วดังแสดงในตารางที่ 2-25

ตารางที่ 2-25 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ขีดจำกัดความเร็วของโปรแกรม USLIMITS2

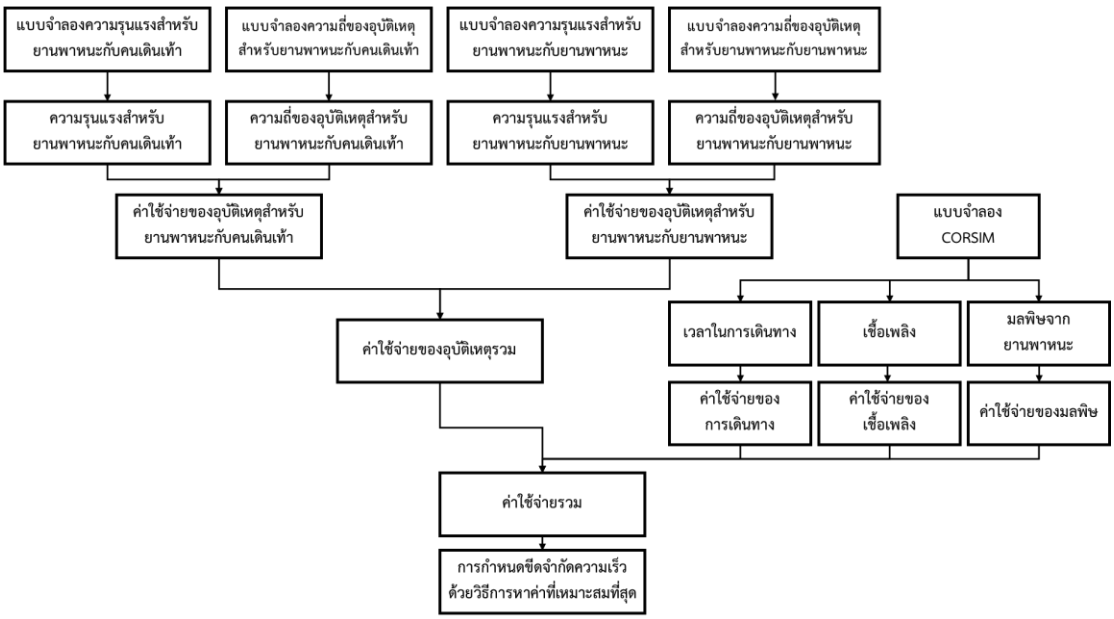
ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	ถนนที่จำกัดการเข้าถึงอย่างเต็มที่	ถนนในพื้นที่ที่ยังไม่พัฒนา	ถนนในพื้นที่ที่มีการพัฒนา
● ความเร็วที่ 50 และ 85 เปอร์เซ็นไทล์	✓	✓	✓
● การมีหรือไม่มีแนวทางที่ไม่พึงประสงค์	✓	✓	✓
● แนวโน้มที่จะมีการเชื่อมต่อ	✓	X	X
● ความยาวของถนน	✓	X	X
● ความเร็วสูงสุดตามกฎหมาย	✓	✓	✓
● ภูมิประเทศ	✓	X	X
● ปริมาณจราจรต่อวันเฉลี่ยตลอดปี	✓	✓	✓
● จำนวนทางแยก	✓	X	X
● สถิติการเกิดอุบัติเหตุ (ถ้ามี)	✓	✓	✓
● ระดับความเสี่ยงของถนนข้างทาง	X	✓	X
● จำนวนช่องจราจรและประเภทของเกาะกลาง	X	✓	X
● ลักษณะของการใช้พื้นที่	X	X	✓
● จำนวนทางเชื่อมต่อ	X	X	✓
● จำนวนสัญญาณไฟจราจร	X	X	✓
● การจอดรถบริเวณไหล่ทาง	X	X	✓
● กิจกรรมของคนเดินเท้าและรถจักรยาน	X	X	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ ใช้ในการวิเคราะห์ X คือ ไม่ใช้ในการวิเคราะห์
ที่มา: ปรับปรุงจาก FHWA (2012A) หน้าที่ 18 ตารางที่ 3

3) วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Approach) เป็นการกำหนดเขตควบคุมความเร็วโดยพิจารณาค่าใช้จ่ายรวมของการเดินทางและขนส่งให้มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งจะพิจารณาต้นทุนที่เกี่ยวข้อง เช่น เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ ความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนน มลพิษทางเสียงและทางอากาศ เป็นต้น รูปที่ 2-8 แสดงกระบวนการการกำหนดเขตควบคุมความเร็วด้วยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

อย่างไรก็ตาม วิธีนี้อาจไม่เป็นที่นิยมในการกำหนดเขตควบคุมความเร็วมากนัก เนื่องจากค่อนข้างมีความยุ่งยากและซับซ้อนในการระบุค่าตัวแปรต้นทุนต่าง ๆ



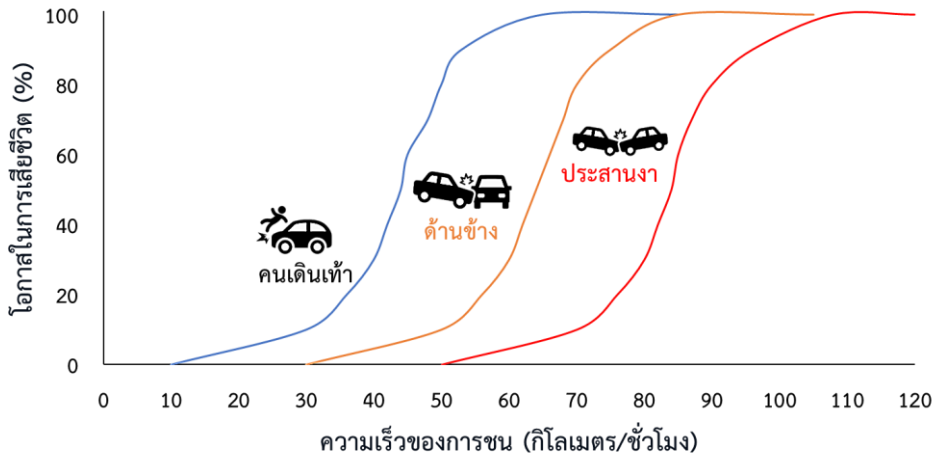
ที่มา: ปรับปรุงจาก FHWA (2012A) หน้าที่ 22 รูปที่ 2

รูปที่ 2-8 กระบวนการกำหนดเขตควบคุมความเร็วด้วยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

4) วิถีระบบที่ปลอดภัย

วิถีระบบที่ปลอดภัย (Safe System Approach) เป็นการกำหนดขีดจำกัดความเร็วโดยพิจารณาโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ ความรุนแรง และขีดจำกัดความสามารถของร่างกายมนุษย์ในการรับแรงกระทำจากอุบัติเหตุ ซึ่งโอกาสในการเสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุรถยนต์ชนกับคนเดินเท้า รถยนต์ชนด้านข้าง และรถยนต์ชนประสานงา มีความแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2-9

วิธีการนี้ให้ความสำคัญที่ขีดจำกัดความสามารถทนต่อแรงกระทำที่เกิดขึ้นกับร่างกายมนุษย์เป็นหลัก โดยยอมรับโอกาสในการเสียชีวิตเพียง 10% ดังนั้น การกำหนดความเร็วที่ปลอดภัยของการชนในแต่ละรูปแบบตามแนวทางนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2-26



ที่มา: ปรับปรุงจาก Wramborg (2005) อ้างอิงใน ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-9 โอกาสในการเสียชีวิตจากการชนรูปแบบต่าง ๆ

ตารางที่ 2-26 การกำหนดเขตควบคุมความเร็วตามวิถีระบบที่ปลอดภัย

ประเภทถนน	ขีดจำกัดความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
● ถนนที่มีรถยนต์และผู้ใช้ทางกลุ่มเสี่ยง (คนเดิน ผู้ขับขี่จักรยาน/จักรยานยนต์)	30
● ถนนที่ไม่มีการควบคุมการเข้าออกพื้นที่ข้างทางซึ่งมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุการชนด้านข้าง	50
● ถนนที่ไม่มีเกาะกลางซึ่งมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุการชนประสานงา	70
● ถนนที่มีการควบคุมการเข้าออกพื้นที่ข้างทางและไม่มีผู้ใช้ทางกลุ่มเสี่ยง	> 100

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 23 ตารางที่ 4

2.3.3 แนวทางการจัดการความเร็ว

แนวทางการจัดการความเร็วเป็นกลยุทธ์ที่ใช้จัดการปัญหาการใช้ความเร็วที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดและความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนน โดยคำนึงถึงปัจจัยทั้งหมดที่มีอิทธิพลต่อการใช้ความเร็ว เช่น พฤติกรรมและทัศนคติของผู้ขับขี่ องค์ประกอบของการออกแบบถนน สภาพแวดล้อมข้างทาง สภาพการจราจร ยานพาหนะ กฎหมายความเร็วและการบังคับใช้ เป็นต้น (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560)

ดังนั้น แนวทางการจัดการความเร็วซึ่งควรพิจารณาให้ครอบคลุมทั้งด้านโครงข่ายถนน มาตรการด้านวิศวกรรม ด้านการบังคับใช้กฎหมาย ด้านยานพาหนะ และด้านการรณรงค์ให้ความรู้ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

1) การจัดการความเร็วกับโครงข่ายถนน

การจัดการความเร็วกับโครงข่ายถนน เป็นการจัดการความเร็วให้สอดคล้องกับการใช้งานของโครงข่ายถนนแต่ละประเภท โดยพิจารณาจากหน้าที่และบทบาทของถนนในการให้บริการการจราจรทั้งด้านการขับเคลื่อนการจราจร (Traffic mobility) และด้านการเข้าออกพื้นที่ (Landuse accessibility) ถนนโดยทั่วไปสามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งานได้ดังรูปที่ 2-10 โดยมีรายละเอียดดังนี้ (Roess et al, 2011, หน้าที่ 36 อ้างอิงใน ปรเมศวร์ เหลือเทพ, 2561)

- ทางด่วน

ทางด่วน หรือถนนที่จำกัดการเข้าถึง (Limited access facilities หรือ freeway) เป็นเส้นทางหลักที่เน้นการเคลื่อนที่และให้บริการการจราจรของยานพาหนะ มีการกำหนดจุดเข้าออกเส้นทางเฉพาะที่ และไม่มีเส้นทางอื่นตัดผ่านในระดับเดียวกัน

- ถนนสายหลัก

ถนนสายหลัก (Arterial roads) เป็นเส้นทางที่มีการออกแบบเพื่อเน้นการเคลื่อนที่และให้บริการการจราจรของยานพาหนะ แต่ก็มีการสนับสนุนการเข้าออกพื้นที่ข้างเคียงและกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นตามแนวถนน โดยอนุญาตให้มีการเข้าถึงถนนได้มากกว่าทางด่วน

- ถนนสายรอง

ถนนสายรอง (Collector roads) เป็นเส้นทางที่ถูกออกแบบเพื่อกระจายยานพาหนะจากเส้นทางหลักไปสู่ถนนท้องถิ่น ทำหน้าที่ทั้งให้บริการการจราจรของยานพาหนะและการเข้าออกพื้นที่และกิจกรรมต่าง ๆ ตามแนวถนน โดยให้ความสำคัญในสองส่วนนี้ใกล้เคียงกัน

- ถนนท้องถิ่น

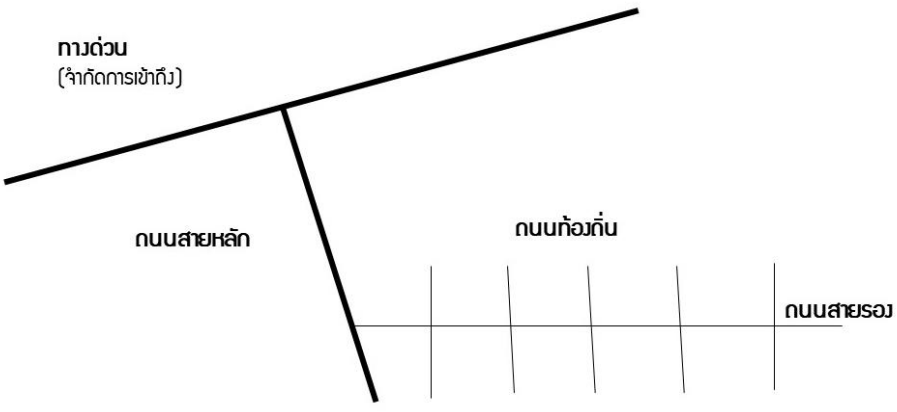
ถนนท้องถิ่น (Local streets) เป็นเส้นทางที่มีการออกแบบเพื่อเน้นการเข้าถึงพื้นที่และกิจกรรมต่าง ๆ ตามแนวถนน มากกว่าการเคลื่อนที่และให้บริการการจราจรของยานพาหนะ

ตารางที่ 2-27 แสดงร้อยละของยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านถนนประเภทต่าง ๆ นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ของประเภทถนนสามารถอธิบายได้ด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการให้บริการการจราจรและการเข้าออกพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 2-11 ดังนั้น การจัดการความเร็วของถนน จึงควรดำเนินการให้สอดคล้องกับบทบาทและหน้าที่ของถนนแต่ละประเภทดังที่ได้อธิบายไปข้างต้น

ตารางที่ 2-27 ร้อยละของยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านถนนประเภทต่าง ๆ

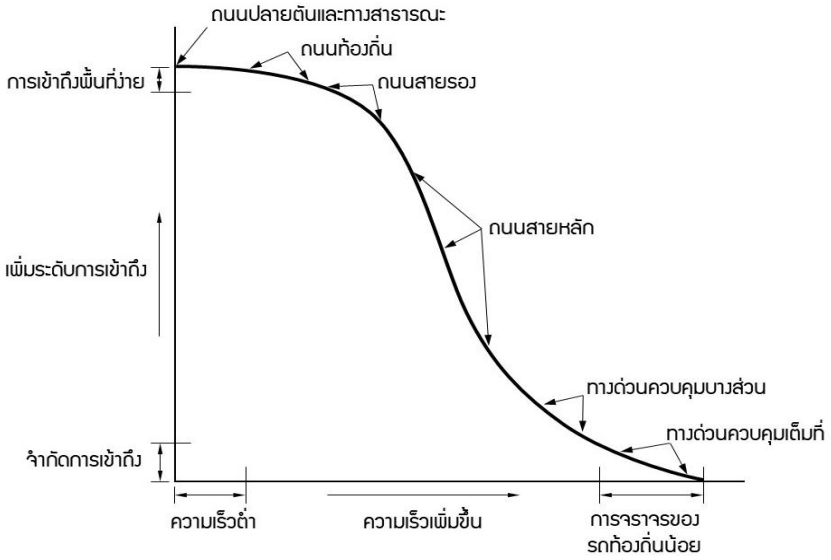
ประเภทของถนน	ร้อยละของยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านถนน
ทางด่วน	100
ถนนสายหลัก	60-80
ถนนสายรอง	40-60
ถนนท้องถิ่น	0-40

ที่มา: Roess et al. (2011) หน้าที่ 36 ตารางที่ 3.1 อ้างอิงใน ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)



ที่มา: Roess et al. (2011) หน้าที่ 36 รูปที่ 3.1 อ้างอิงใน ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-10 การจัดประเภทของถนนตามลักษณะการใช้งาน



ที่มา: Wright and Dixon (2004) หน้าที่ 11 รูปที่ 1-2 อ้างอิงใน ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่กับการเข้าถึงที่

2) มาตรการด้านวิศวกรรม

มาตรการการจัดการความเร็วโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย โดยสรุปได้เป็น 3 แนวทางหลัก (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560) ประกอบด้วย

2.1) การปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน

การปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน เป็นการยับยั้งการจราจร (Traffic Calming) ที่ทำให้ผู้ขับขี่ต้องชะลอความเร็วของยานพาหนะเมื่อขับผ่าน ซึ่งทำได้หลายวิธี ทั้งนี้อาจมีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เช่น พื้นที่ในเขตเมือง (Urban) พื้นที่ชานเมือง (Suburban) พื้นที่ชนบท (Rural) วิธีการยับยั้งการจราจรที่นิยมใช้งานสรุปดังในตารางที่ 2-28

ตารางที่ 2-28 การจัดการความเร็วโดยการปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน

ปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน	พื้นที่ที่เหมาะสม[1]			ตำแหน่งที่เหมาะสม[1]			ประสิทธิผล[2]		ความเร็วที่เหมาะสม[3] (กม./ชม.)
	ในเมือง	ชานเมือง	ชนบท	ทางแยก	ช่วงถนน	ทางโค้ง	ความเร็วที่ลดลง (กม./ชม.)	อุบัติเหตุที่ลดลง (ประมาณ)	
เนินชะลอความเร็ว (Speed Hump)	✓	✓	✓	✓	X	X	25	40 %	< 60
เนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม (Raised Crosswalk)	✓	✓	✓	✓	X	X	9	40 %	< 60
เนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก (Raised Intersection)	✓	X	X	✓	X	X	8	40 %	< 60
เนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง (Speed Cushion)	✓	✓	✓	✓	X	X	*	*	< 60
วงเวียนขนาดเล็ก (Traffic Circle)	✓	✓	✓	X	✓	X	10	75 %	*
วงเวียนขนาดใหญ่ (Roundabout)	✓	✓	✓	✓	O	X	10	75 %	*
จุดชะลอความเร็ว (Slow Point)	✓	✓	✓	X	✓	X	7	30 %	< 60
เกาะกลางถนน (Center Island)	✓	✓	✓	X	X	X	*	25 %	*

*หมายเหตุ: ✓ คือ เหมาะสม O คือ อาจเหมาะสม X คือ ไม่เหมาะสม * คือ ไม่ระบุ*

ที่มา: ปรับปรุงจาก กรมทางหลวงชนบท (2562ข); 1) FHWA (2012B); 2) Austroads (2016A); 3) Austroads (2016B)

โดยมีรายละเอียดพอสังเขปของแต่ละการปรับปรุงลักษณะกายภาพ มีดังนี้

- เนินชะลอความเร็ว

เนินชะลอความเร็ว (Speed hump) เป็นเนินที่สร้างยกสูงจากระดับถนนปกติตามแนวขวางทิศทางการจราจร เพื่อชะลอความเร็วของการจราจร เนื่องจากสามารถจัดการความเร็วได้มีประสิทธิภาพ และมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและบำรุงรักษาต่ำ

เนินชะลอความเร็วมีทั้งแบบโค้งพาราโบล่า (Parabolic speed hump) ดังตัวอย่างรูปที่ 2-12 ก) และรูปที่ 2-12 ข) โดยมีตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วทั้งสองรูปแบบแสดงรูปที่ 2-13

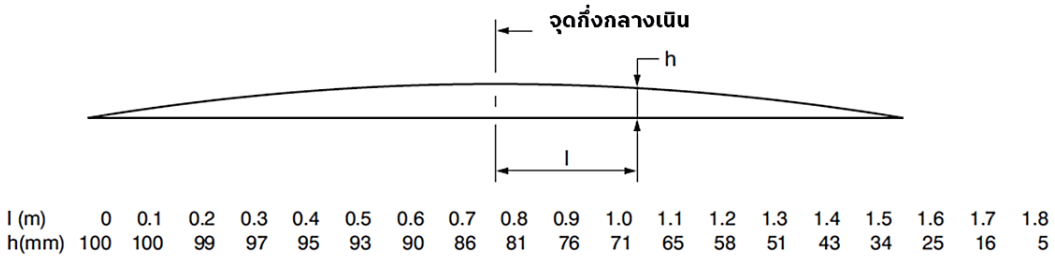
อย่างไรก็ตาม การติดตั้งเนินชะลอความเร็วทั้งสองรูปแบบจะต้องมีการติดตั้งป้ายเตือนและเพิ่มเครื่องหมายจราจรบนเนินชะลอความเร็ว เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพของเนินชะลอความเร็ว ดังตัวอย่างแนวทางการติดตั้งแสดงในรูปที่ 2-14 และรูปที่ 2-15 ตามลำดับ

ก) แบบโค้งพาราโบล่า

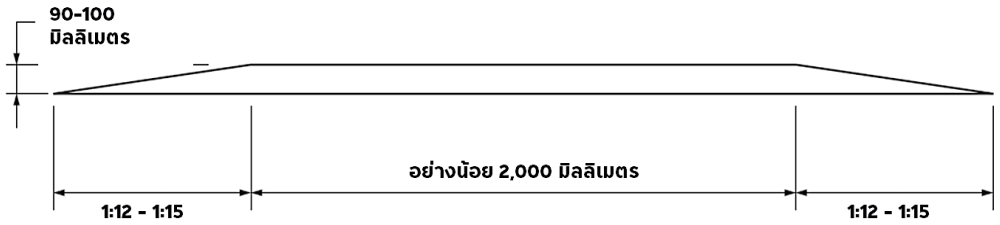
ข) แบบแบนราบ

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-12 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็ว



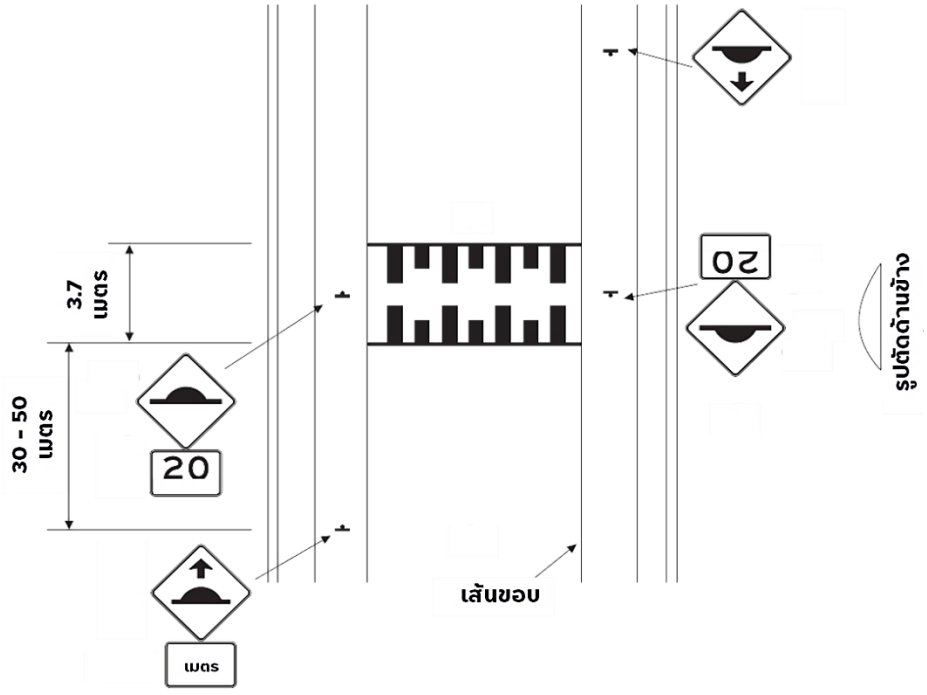
ก) แบบโค้งพาราโบล่า



ข) แบบแบนราบ

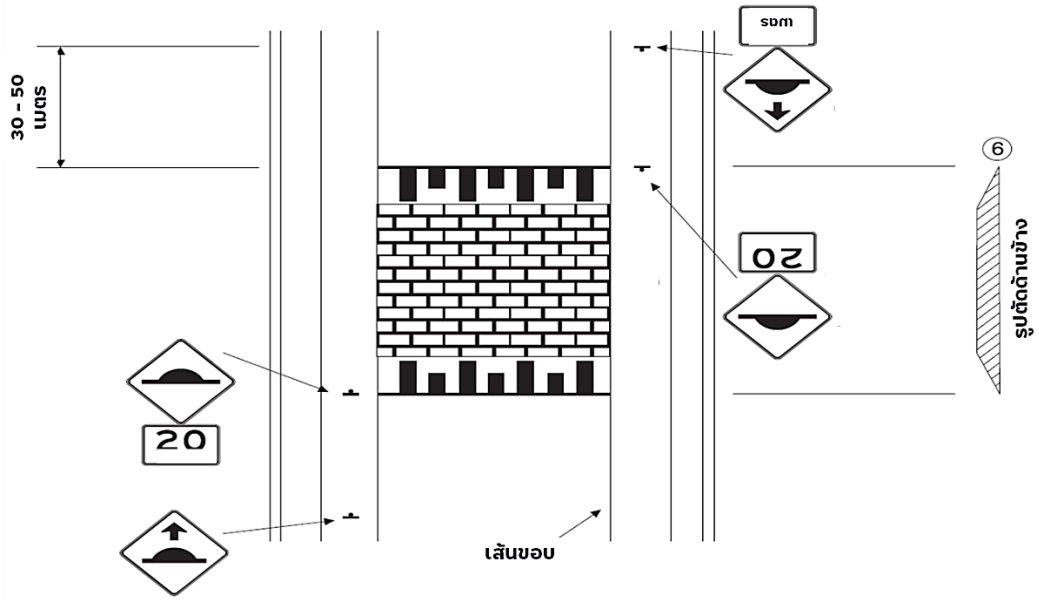
ที่มา: ปรับปรุงจาก Department of Main Roads, Queensland Government (2003) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-13 ตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็ว



ที่มา: ปรับปรุงจาก Department of Main Roads, Queensland Government (2003) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-14 ตัวอย่างรูปแบบการติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรบริเวณเนินชะลอความเร็ว แบบโค้งพาราโบล่า



ที่มา: ปรับปรุงจาก Department of Main Roads, Queensland Government (2003) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-15 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรเนินชะลอความเร็วแบบแบนราบ

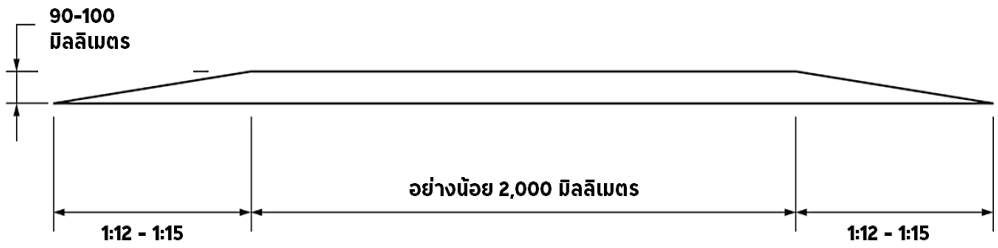
- เนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม

เนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม (Raised Crosswalk) คล้ายเนินชะลอความเร็วแบบแบนราบ แต่จะเชื่อมต่อทางเดินเท้าทั้งสองฝั่งให้มีความสูงเสมอระดับเดียวกัน (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-16)

เนินชะลอความเร็วประเภทนี้จะก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อคนข้ามถนน แต่ต้องระวังปัญหาการระบายน้ำข้างถนน โดยมีตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้ามแสดงในรูปที่ 2-17

ที่มา: ภานุพงศ์ พุฒภักดี (2561)

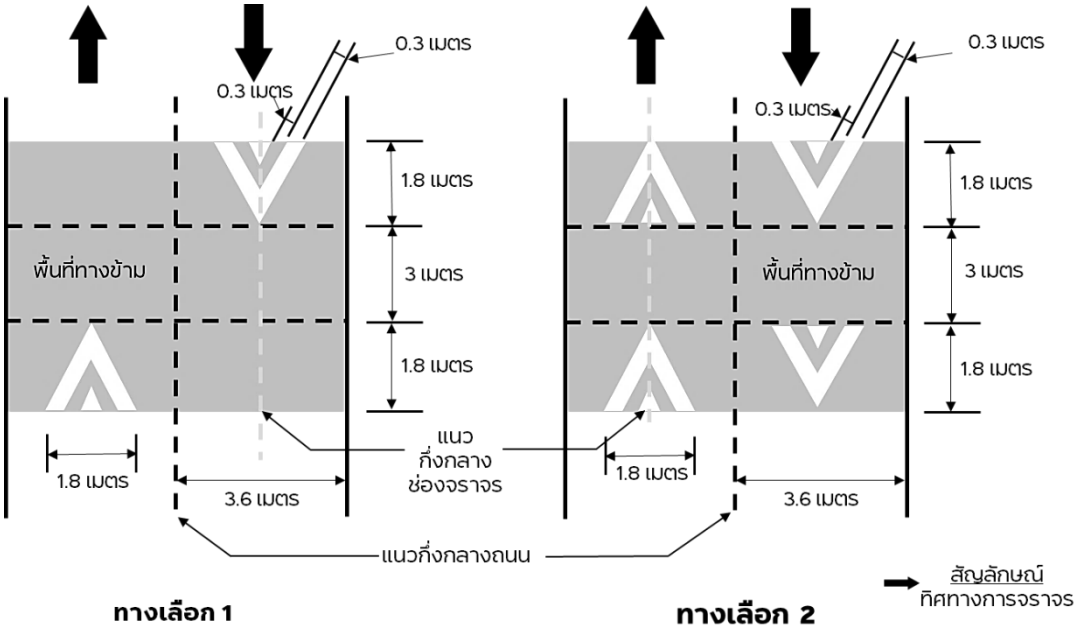
รูปที่ 2-16 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม



ที่มา: ปรับปรุงจาก Department of Main Roads, Queensland Government (2003) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-17 ตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม

สำหรับตัวอย่างรูปแบบเครื่องหมายจราจรบนเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้ามดังแสดงในรูปที่ 2-18



ที่มา: ปรับปรุงจาก MUTCD (2009) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

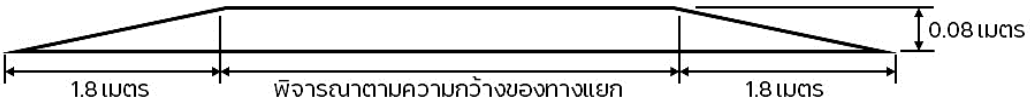
รูปที่ 2-18 ตัวอย่างรูปแบบเครื่องหมายจราจรบนเนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม

- เนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก

เนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก (Raised intersection) มีลักษณะคล้ายกับเนินชะลอความเร็วแบบแบนราบ แต่มีการติดตั้งให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ทางแยก และมีทางลาดเอียงเพื่อเข้าออกทางแยก โดยตัวเนินจะยกสูงเท่ากับความสูงของทางเท้าที่อยู่บริเวณทางแยกเนินชะลอความเร็วรูปแบบนี้ นอกจากนี้วัตถุประสงค์เพื่อลดความเร็วของการจราจรที่ผ่านทางแยกแล้ว ยังเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนข้ามถนนบริเวณทางแยกได้อีกด้วย ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วดังแสดงในรูปที่ 2-19 โดยมีตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยกแสดงในรูปที่ 2-20

ที่มา: National Association of City Transportation Officials (2013)

รูปที่ 2-19 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก



ที่มา: Delaware Department of Transportation อ้างอิงใน FHWA (2017)

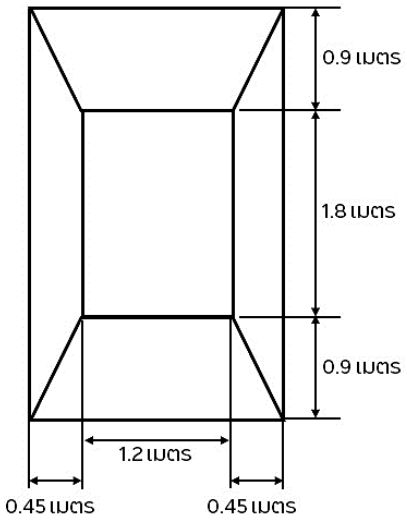
รูปที่ 2-20 ตัวอย่างรูปตัดขวางของเนินชะลอความเร็วบริเวณทางแยก

- เนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง

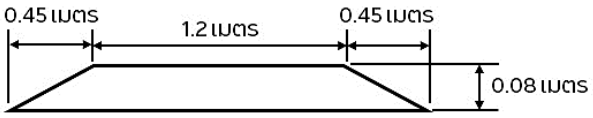
เนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง (Speed cushion) เป็นเนินชะลอความเร็วที่ติดตั้งไม่ได้ครอบคลุมตลอดความกว้างของถนน แต่ติดตั้งบริเวณตรงกลางของช่องจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-21) เพื่อให้รถขนาดใหญ่ เช่น รถบรรทุก รถบัส หรือรถฉุกเฉิน (เช่น รถพยาบาล) ขับคร่อมเนินนี้ได้ ดังนั้น นอกจากประโยชน์ในการชะลอความเร็วของการจราจรแล้ว ยังสามารถลดแรงกระแทกและลดผลกระทบด้านเวลาในการเดินทางของรถขนาดใหญ่และรถฉุกเฉินได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม เนินชะลอความเร็วรูปแบบนี้อาจมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถจัดการความเร็วของรถจักรยานและรถจักรยานยนต์ได้ เนื่องจากผู้ขับขี่ยานพาหนะดังกล่าวสามารถขับผ่านช่องว่างด้านข้างได้ โดยมีตัวอย่างรูปตัดแสดงในรูปที่ 2-22

ที่มา: Gulden and Wainwright (2017)

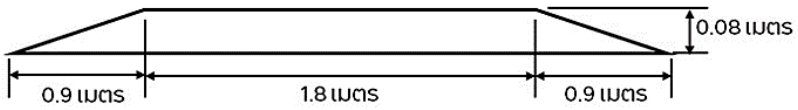
รูปที่ 2-21 ตัวอย่างเนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง



ก) รูปตัดด้านบน



ข) รูปตัดด้านหน้า



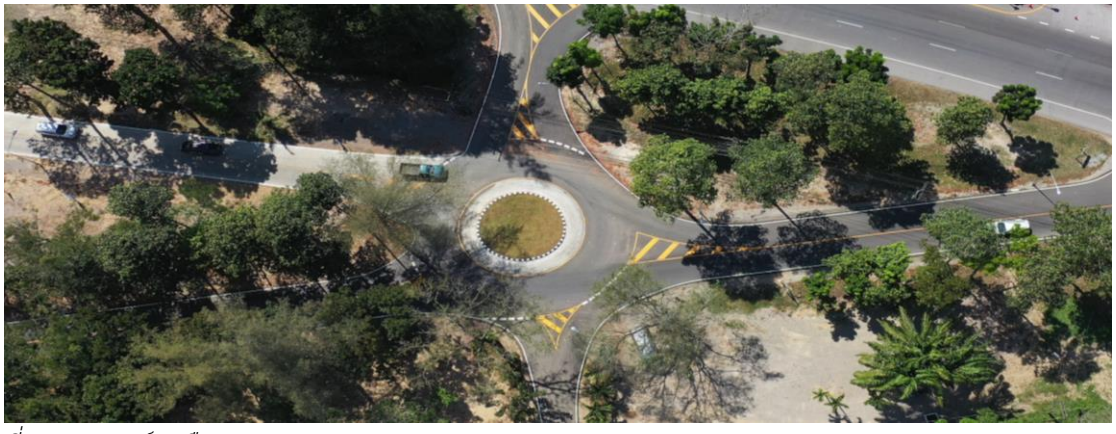
ค) รูปตัดด้านข้าง

ที่มา: FHWA (2017)

รูปที่ 2-22 ตัวอย่างรูปตัดแต่ละด้านของเนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง

- วงเวียนขนาดเล็ก

วงเวียนขนาดเล็ก (Traffic circle) หรือวงเวียนขนาด 1 ช่องจราจร เป็นการก่อสร้างเพื่อยกระดับถนนบริเวณกลางทางแยกให้เป็นวงกลม ซึ่งจะช่วยลดความเร็วของยานพาหนะก่อนเข้าวงเวียนและใช้ความเร็วที่เหมาะสมเคลื่อนที่ตลอดเส้นโค้งตามแนวกระแสจราจร อีกทั้งช่วยลดจำนวนจุดขัดแย้งบริเวณทางแยก และช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นทางแยกได้ชัดเจน แต่อาจมีข้อเสียด้านค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นและอาจทำให้รถขนาดใหญ่ เช่น รถบรรทุก รถบัส สัญจรผ่านได้ยากขึ้น ดังนั้น การออกแบบวงเวียนจึงอาจสร้างขอบรอบนอกวงเวียน (Truck apron) ไว้เพื่อช่วยให้รถขนาดใหญ่ผ่านทางแยกได้ปลอดภัยขึ้น ตัวอย่างวงเวียนแบบ Truck apron ดังแสดงในรูปที่ 2-23



ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

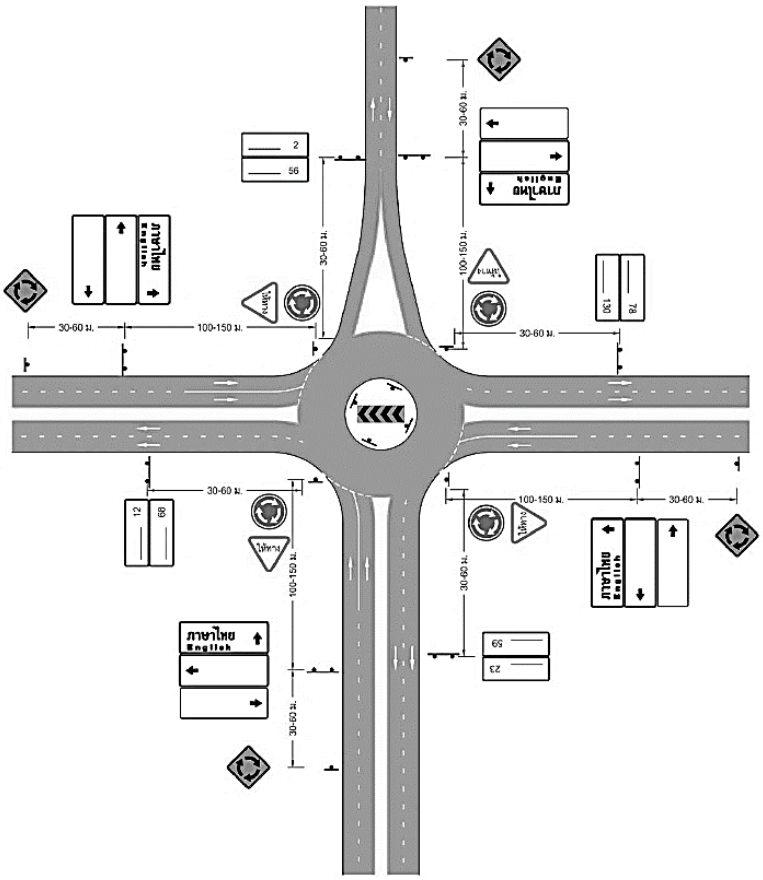
รูปที่ 2-23 ตัวอย่างวงเวียนแบบ Truck apron

- วงเวียนขนาดใหญ่

วงเวียนขนาดใหญ่ (Roundabout) มีลักษณะคล้ายกับวงเวียนขนาดเล็ก แต่จะมีรัศมีขนาดใหญ่กว่า จึงทำให้ใช้ความเร็วได้สูงกว่า และรองรับปริมาณการจราจรได้มากกว่า รวมทั้งมีเกาะกลางแบบแยก (Splitter island) เพื่อแบ่งทิศทางของกระแสจราจร ตัวอย่างวงเวียนขนาดใหญ่แสดงในรูปที่ 2-24 วงเวียนแบบนี้สามารถนำไปใช้ติดตั้งได้กับถนนเกือบทุกประเภททั้งถนนสายหลัก ถนนสายรอง และถนนสายย่อย แต่ต้องติดตั้งป้ายเตือนและเครื่องหมายจราจรบริเวณวงเวียนให้ครบถ้วนและชัดเจน (ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2-25) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยของวงเวียน

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-24 ตัวอย่างวงเวียนขนาดใหญ่



ที่มา: สนข. (2547ก)

รูปที่ 2-25 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายเตือนและเพิ่มเครื่องหมายจราจรบริเวณวงเวียน

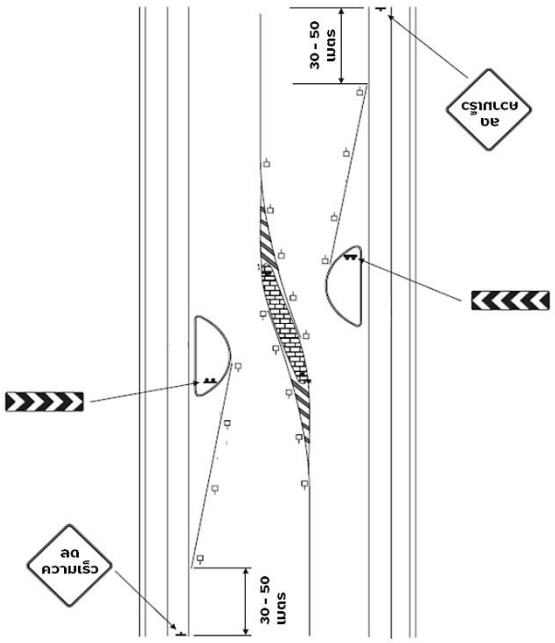
- จุดชะลอความเร็ว

จุดชะลอความเร็ว (Slow point) เป็นจุดหรือบริเวณที่มีการลดความกว้างของช่องจราจรให้แคบลงด้วยการขยายเขตทางเท้า อาจมีทั้งแบบช่องจราจรเดียว (One-lane slow point) เช่น จุดชะลอความเร็วแบบเบี่ยง (Chicane) หรือเป็นแบบสองช่องจราจร (Two-lane slow point) เช่น จุดชะลอความเร็วแบบคอขวด (Choker) ดังแสดงในรูปที่ 2-26

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

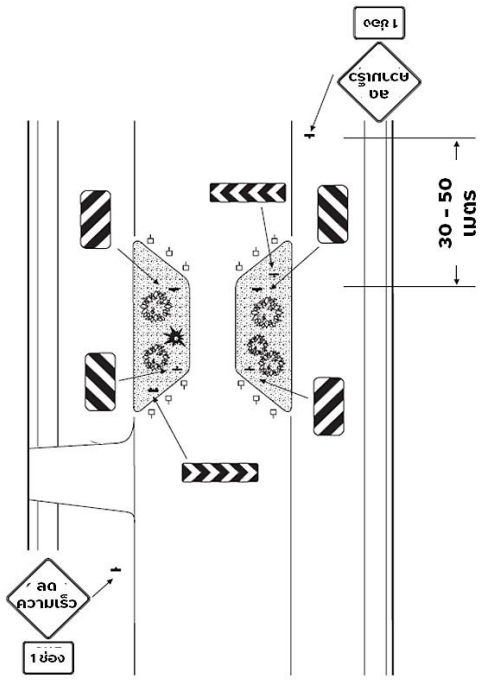
รูปที่ 2-26 ตัวอย่างจุดชะลอความเร็วแบบคอขวด

จุดชะลอความเร็ว ติดตั้งเพื่อบังคับผู้ขับขี่ให้ลดความเร็วขณะสัญจรผ่านจุดนั้น ซึ่งจะช่วยลดความเร็วโดยเฉพาะยานพาหนะขนาดใหญ่และเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนข้ามถนน เนื่องจากช่องจราจร (ระยะข้ามถนน) ลดลง แต่อาจมีข้อจำกัดในการจัดการความเร็วของยานพาหนะขนาดเล็ก จึงเหมาะสำหรับติดตั้งบนถนนในเขตเมืองที่เป็นทางเข้าออกพื้นที่ถนนในเขตที่อยู่อาศัย อย่างไรก็ตาม ควรติดตั้งป้ายเตือนต่าง ๆ บริเวณจุดชะลอความเร็วดังตัวอย่างในรูปที่ 2-27 และรูปที่ 2-28 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัย



ที่มา: ปรับปรุงจาก Department of Main Roads, Queensland Government (2003) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-27 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายเตือนบริเวณจุดชะลอความเร็วแบบเบี่ยง

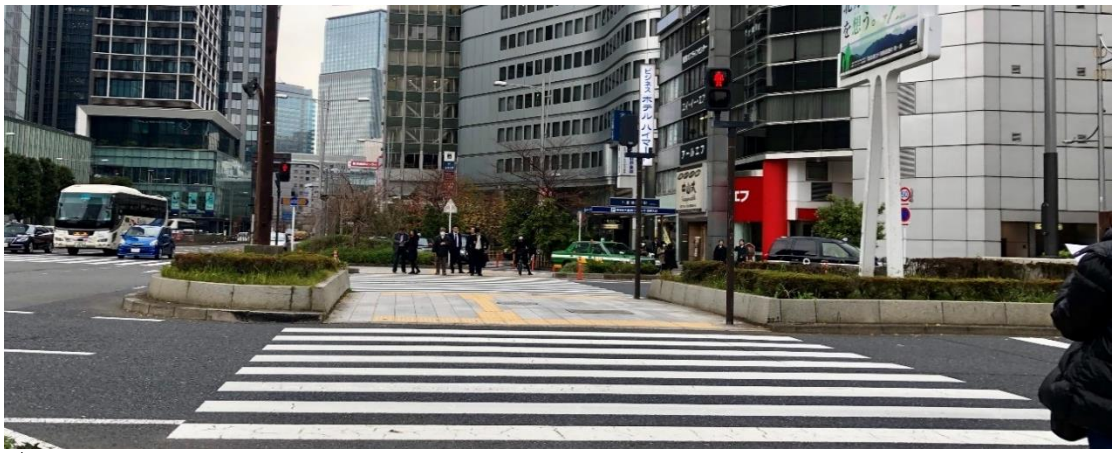


ที่มา: ปรับปรุงจาก Department of Main Roads, Queensland Government (2003) อ้างอิงในปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-28 ตัวอย่างการติดตั้งป้ายเตือนบริเวณจุดชะลอความเร็วแบบคอขวด

- เกาะกลางถนน

เกาะกลางถนน (Center Island) เป็นการก่อสร้างเกาะจราจรบริเวณกึ่งกลางถนน บริเวณเส้นแบ่งทิศทางการจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-29) เพื่อลดความกว้างของช่องจราจรและเป็นการบังคับ (โดยทางอ้อม) ให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วและระมัดระวังมากขึ้นเมื่อขับขี่ผ่าน อีกทั้งช่วยลดระยะข้ามและเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนข้ามถนน แต่อาจมีข้อจำกัดในการจัดการความเร็วของยานพาหนะขนาดเล็กที่อาจไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร และอาจเป็นการลดพื้นที่จอดรถข้างทางในบริเวณนั้น



ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-29 ตัวอย่างเกาะกลางถนนในประเทศญี่ปุ่น

2.2) อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง

อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง (Navigation Devices and Pavement Marking) เป็นวิธีที่นิยมใช้เมื่อไม่สามารถปรับปรุงกายภาพของถนนได้ หรือใช้เสริมความปลอดภัยเมื่อมีการปรับปรุงกายภาพของถนนแล้ว

อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง มีข้อดีด้านค่าใช้จ่ายในการติดตั้งซึ่งมีราคาค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการปรับปรุงทางกายภาพใหม่ทั้งหมด และง่ายต่อการบำรุงรักษา

อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทางที่ใช้จัดการความเร็วมีหลายวิธี ดังสรุปในตารางที่ 2-29

ตารางที่ 2-29 การจัดการความเร็วโดยใช้อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง

อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	พื้นที่ที่เหมาะสม[1]			ตำแหน่งที่เหมาะสม[1]			ประสิทธิผล[2]	
	ในเมือง	ชานเมือง	ชนบท	ทางแยก	ช่วงถนน	ทางโค้ง	ความเร็วที่ลดลง (กม./ชม.)	อุบัติเหตุที่ลดลง (ประมาณการ)
การแบ่งช่องจราจร (Channelizers)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	*	*
แถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง (Transverse Rumble Strips)	X	O	✓	✓	✓	X	5	20 %
ข้อความเตือนบนพื้นทาง (Warning Marking)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5	*
การตีเส้นลดขนาดช่องจราจร (Pavement Marking used to Narrow Lane)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8**/ 11***	*

หมายเหตุ: ✓ คือ เหมาะสม O คือ อาจเหมาะสม X คือ ไม่เหมาะสม
** คือ ไม่ระบุ ** คือ ทางแยก *** คือ ช่วงถนน*

ที่มา: ปรับปรุงจาก กรมทางหลวงชนบท (2562ข); 1) FHWA (2012B); 2) Austroads (2016A)

โดยมีรายละเอียดพอสังเขปของแต่ละอุปกรณ์ มีดังนี้

- การแบ่งช่องจราจร

การแบ่งช่องจราจร (Channelizers) เป็นการใช้อุปกรณ์เพื่อจัดระเบียบช่องจราจรให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น เป็นการใช้เสาล้มลุก (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-30) ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดอุบัติเหตุได้ เนื่องจากทนต่อแรงกระแทกกับยานพาหนะ และมีความยืดหยุ่นสูง นิยมใช้ในพื้นที่ห้ามสัญจร หรือเพื่อการแบ่งช่องจราจร เป็นต้น การติดตั้งเสาล้มลุกควรมีระยะห่างอย่างน้อยประมาณ 80 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

- แถบชะลอความเร็วตามขวาง

แถบชะลอความเร็วตามขวาง (Transverse Rumble Strips) เป็นการตีเส้นจราจรแบบหนาและตั้งฉากกับทิศทางการจราจร (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-31) เพื่อให้ผู้ขับขี่รู้สึกถึงแรงสั่นสะเทือนเมื่อขับผ่านบริเวณที่ติดตั้ง ระมัดระวัง และชะลอความเร็วก่อนเข้าสู่บริเวณที่มีการเปลี่ยนเส้นทางหรือการจราจร เส้นดังกล่าวเหมาะสำหรับติดตั้งบนถนนนอกเขตเมืองและมีปริมาณการจราจรเบาบาง

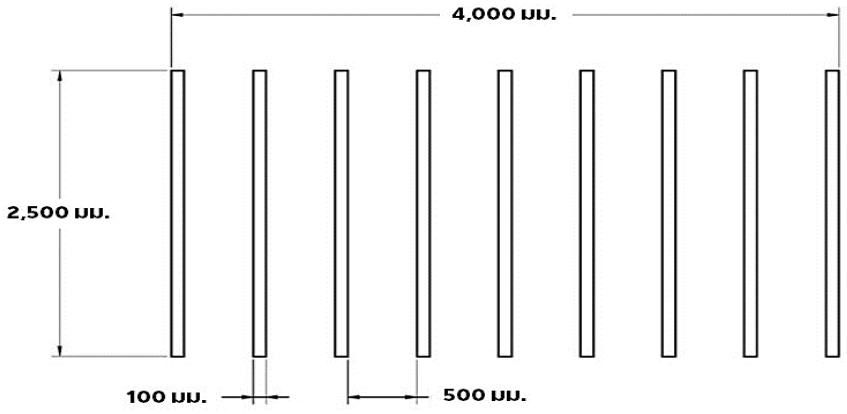
อาจติดตั้งก่อนเข้าสู่ทางแยก เขตชุมชน ทางโค้ง ด่านเก็บค่าผ่านทาง หรือจุดที่มีการบีบช่องจราจร เป็นต้น ส่วนมาตรฐานขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวางแสดงดังรูปที่ 2-32

ที่มา: CTRE (2013) หน้าที่ 38 รูปที่ 21

รูปที่ 2-30 ตัวอย่างการแบ่งช่องจราจรด้วยเสาล้มลุก

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-31 ตัวอย่างแถบชะลอความเร็วตามขวาง



ที่มา: สนข. (2547ข)

รูปที่ 2-32 ตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวาง

- ข้อความเตือนบนพื้นทาง

ข้อความเตือนบนพื้นทาง (Warning Marking) เป็นการตีข้อความบนพื้นผิวถนนเพื่อแจ้งหรือเตือนผู้ขับขี่ให้ชะลอเร็ว ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น ข้อความเตือนให้ลดความเร็ว ข้อความแจ้งขีดจำกัดความเร็ว (รูปที่ 2-33) เป็นต้น โดยการตีเส้นตัวอักษรลงบนพื้นผิวถนนจะต้องคำนึงถึงการกำหนดรูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่พอให้ผู้ขับขี่มองเห็นและเข้าใจได้ง่าย

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

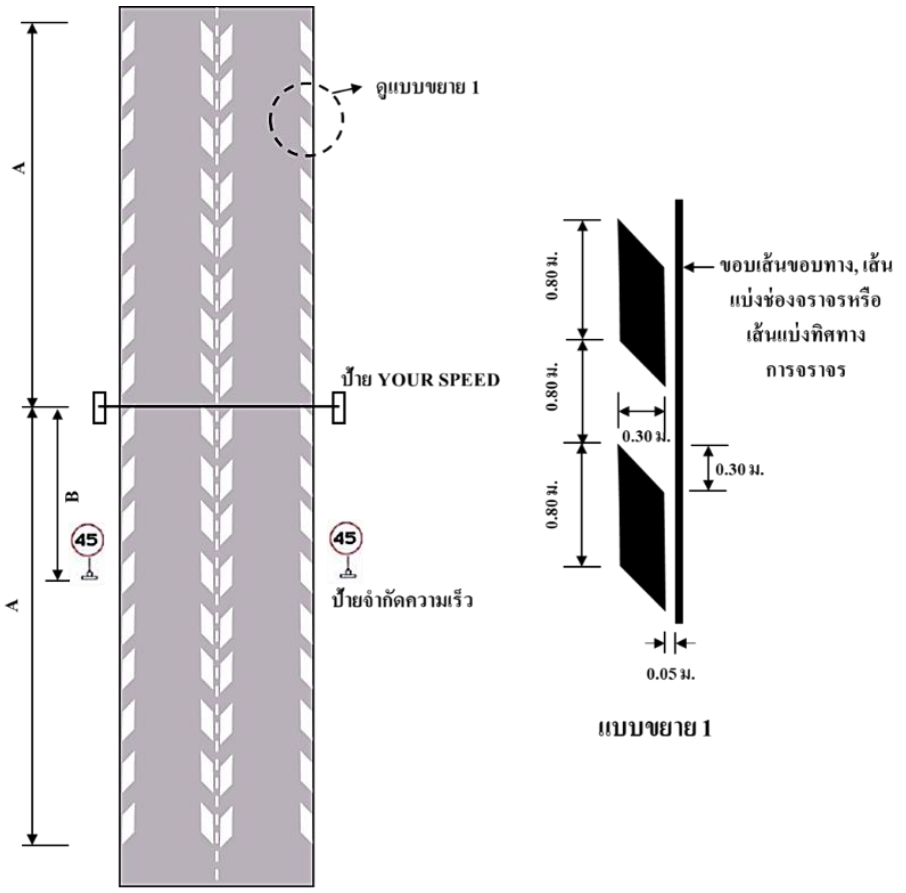
รูปที่ 2-33 ตัวอย่างข้อความแจ้งขีดจำกัดความเร็ว

- การตีเส้นลดขนาดช่องจราจร

การตีเส้นลดขนาดช่องจราจร (Pavement marking used to narrow lane) เป็นการทาสีเส้นจราจรบนผิวทาง เพื่อลดขนาดของช่องจราจรให้แคบลง และทำให้ผู้ขับขี่ต้องลดความเร็วลง โดยอาจตีเส้นจราจรบริเวณไหล่ทาง หรือบริเวณเส้นแบ่งทิศทางการจราจร เพื่อให้ผู้ขับขี่รู้สึกเสมือนว่ารถกำลังวิ่งในช่องจราจรที่เล็กลงและต้องชะลอความเร็ว การตีเส้นมีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบ Dragon’s tooth แบบ Optical speed bar (รูปที่ 2-34) เป็นต้น โดยรูปที่ 2-35 และรูปที่ 2-36 แสดงตัวอย่างขนาดของแถวชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar ในประเทศไทยและต่างประเทศ ตามลำดับ

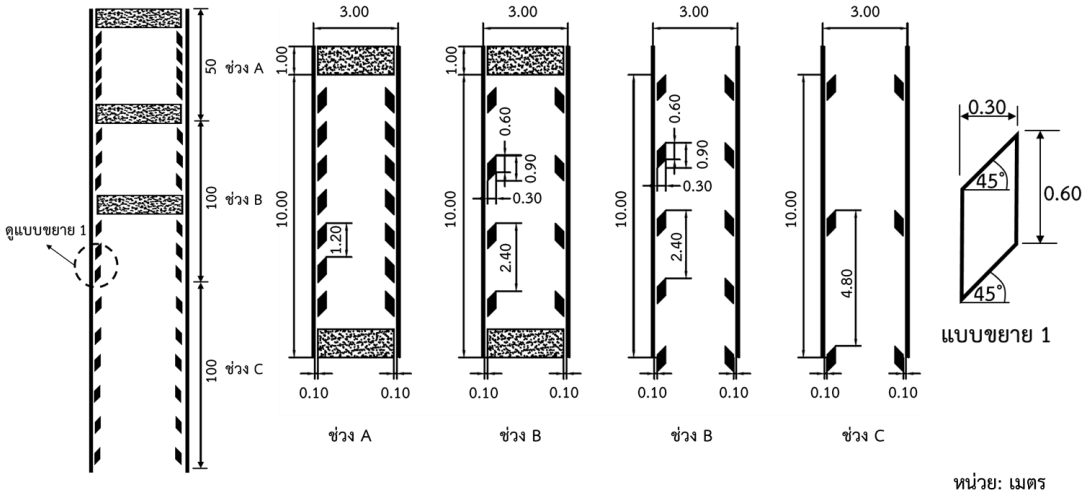
ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-34 ตัวอย่างแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar



ที่มา: กรมทางหลวง (ม.ป.ป.)

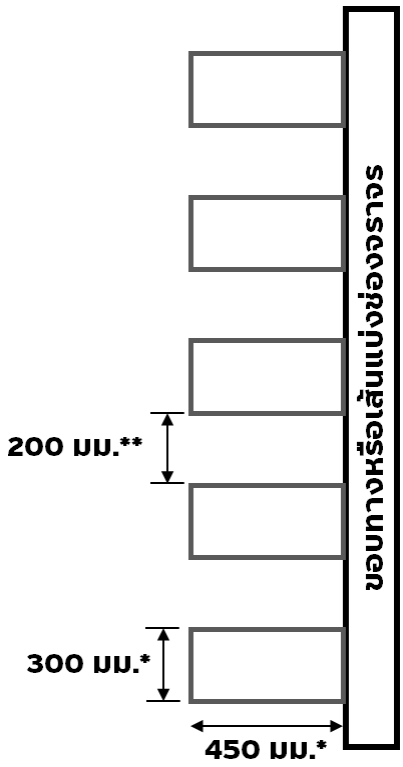
ก) ตัวอย่างรูปแบบของกรมทางหลวง



ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2560ข)

ข) ตัวอย่างรูปแบบของกรมทางหลวงชนบท

รูปที่ 2-35 ตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar ในประเทศไทย



ที่มา: *MUTCD (2009) หน้าที่ 394 รูปที่ 3B-28; **FHWA (2015)
รูปที่ 2-36 ตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar ในต่างประเทศ

จากตัวอย่างขนาดของแถบชะลอความเร็วตามขวางแบบ Optical speed bar ของทั้ง 2 หน่วยงานในประเทศไทยมีรูปแบบที่คล้ายกันคือมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน แต่ขนาดของกรมทางหลวง (0.80 เมตร) ยาวกว่าของกรมทางหลวงชนบท (0.60 เมตร) เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้ความเร็วบนถนนทางหลวงสูงกว่าถนนทางหลวงชนบท แถบของเส้นจึงมีขนาดที่ยาวกว่า และรูปแบบของกรมทางหลวงชนบทมีการทาแถบสีแดงเพิ่มเติม (แถบวัสดุสีแดงที่เคลือบผิวจราจรเพื่อต้านทานการลื่นไถลและเพิ่มจุดเด่นในการมองเห็น) ส่วนในต่างประเทศมีรูปแบบที่แตกต่างจากหน่วยงานในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดยาว 0.30 เมตร

2.3) การติดตั้งป้ายจราจร

การติดตั้งป้ายจราจร (Traffic Signs) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการจัดการความเร็วโดยป้ายจราจรที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะเป็นป้ายเพื่อบอกขีดจำกัดความเร็วบนถนน หรือเตือนสภาพการจราจรของทางข้างหน้า การติดตั้งป้ายจราจรที่นิยมใช้งานสรุปได้ดังตารางที่ 2-30

ตารางที่ 2-30 การจัดการความเร็วโดยการติดตั้งป้ายจราจร

ป้ายจราจร	พื้นที่ที่เหมาะสม[1)]			ตำแหน่งที่เหมาะสม[1)]			ประสิทธิผล[2)]	
	ใน เมือง	ชาน เมือง	ชน บท	ทาง แยก	ช่วง ถนน	ทาง โค้ง	ความเร็วที่ลดลง (กม./ชม.)	อุบัติเหตุที่ลดลง (ประมาณการ)
ป้ายบังคับและป้ายเตือน (Regulatory and Warning Signs)	✓	✓	✓	✓	✓	O	3.6	*
ป้ายเตือนแบบปรับเปลี่ยนข้อความ (Variable Message Sign)	✓	X	X	X	✓	X	1-2	10 %
ป้ายแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่ (Speed Feedback Sign)	✓	✓	✓	O	✓	O	3-8	*

*หมายเหตุ: ✓ คือ เหมาะสม O คือ อาจเหมาะสม X คือ ไม่เหมาะสม * คือ ไม่ระบุ*
ที่มา: ปรับปรุงจาก กรมทางหลวงชนบท (2562ข); 1) FHWA (2012B); 2) Austroads (2016A)

โดยมีรายละเอียดพอสังเขปของแต่ละป้ายจราจร มีดังนี้

- ป้ายบังคับและเตือน

ป้ายบังคับ เช่น ป้ายจำกัดความเร็ว (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-37) ติดตั้งเพื่อบังคับให้ผู้ขับขี่ปฏิบัติตามคำแนะนำในป้าย ส่วนป้ายเตือนติดตั้งเพื่อแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบและปฏิบัติตาม เช่น ป้ายเตือนขีดจำกัดความเร็ว (Speed limit signs) ป้ายเตือนลดความเร็ว (Slow signs) ในรูปที่ 2-38 ตัวอย่างป้ายเตือนลดความเร็ว เป็นต้น โดยรูปที่ 2-39 แสดงตัวอย่างรูปแบบของป้ายเตือนลดความเร็วแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign)

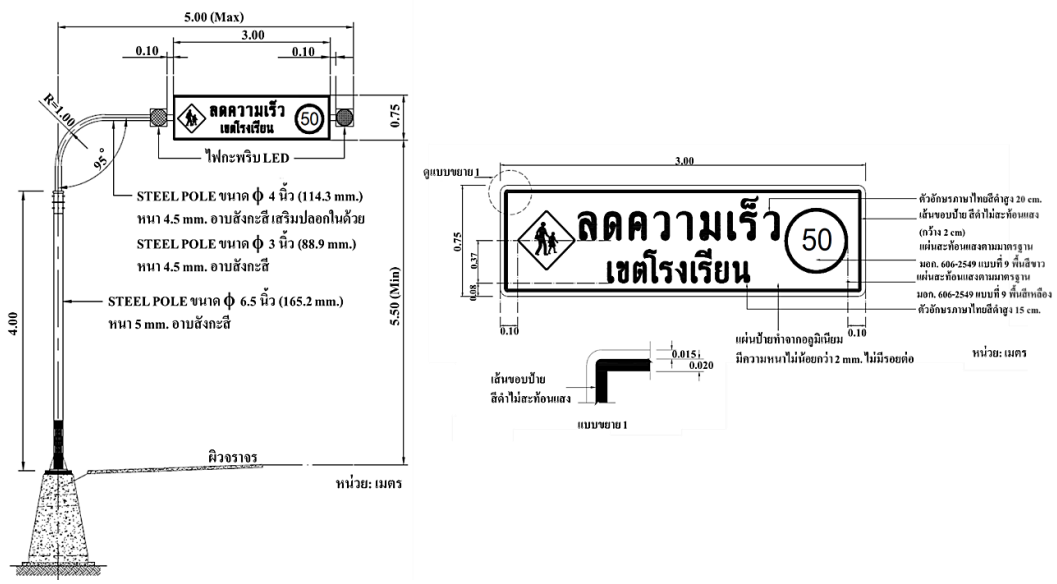
การติดตั้งป้ายบังคับและป้ายเตือน มีข้อดีด้านราคาและค่าบำรุงรักษาที่ค่อนข้างต่ำ และไม่ส่งผลกระทบต่อช่องจราจร แต่ประสิทธิภาพในการจัดการความเร็วอาจไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นควรใช้ป้ายดังกล่าวควบคู่กับมาตรการอื่น ๆ ด้วย

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-37 ตัวอย่างป้ายจำกัดความเร็ว

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-38 ตัวอย่างป้ายเตือนลดความเร็ว



ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2561ก)

รูปที่ 2-39 ตัวอย่างรูปแบบของป้ายแขวนสูงแบบแขนยื่น

- ป้ายเตือนแบบปรับเปลี่ยนข้อความ

ป้ายเตือนแบบปรับเปลี่ยนข้อความ (Variable Massage Sign) เป็นป้ายแจ้งเตือนสามารถปรับเปลี่ยนข้อความได้ตามสภาพการณ์ขณะนั้น (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-40) เช่น การแจ้งเตือนให้ลดความเร็วเมื่อทางข้างหน้ามีการก่อสร้างทาง การแจ้งเตือนให้ลดความเร็วเนื่องจากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นข้างหน้า หรือการแจ้งให้ใช้ความเร็วต่ำในช่วงฝนตก เป็นต้น

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-40 ตัวอย่างป้ายเตือนแบบปรับเปลี่ยนข้อความ

- ป้ายเตือนแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่

ป้ายแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่ (Speed Feedback Sign) ตัวอย่างดังรูปที่ 2-41 ใช้ระบบตรวจจับความเร็วรถ เช่น กล้องตรวจจับความเร็ว อุปกรณ์ Loop detector หรือเทคโนโลยีอื่น แล้วส่งข้อมูลความเร็วไปยังป้ายเตือน เพื่อแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบความเร็วที่ใช้ขณะนั้น มักติดตั้งคู่กับป้ายเตือนขีดจำกัดความเร็ว เพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถเปรียบเทียบความเร็วที่ใช้ และความเร็วตามที่กฎหมายกำหนด และใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลดความเร็ว โดยการติดตั้งป้ายแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่มีทั้งแบบติดตั้งถาวร (Stationary) และแบบติดตั้งชั่วคราว (Mobile)

ที่มา: ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 2-41 ตัวอย่างป้ายแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่

3) มาตรการด้านการบังคับใช้กฎหมาย

มาตรการการจัดการความเร็วโดยการบังคับใช้กฎหมาย อาจสรุปได้ 5 ด้าน ประกอบด้วย (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560)

3.1) การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว (Speed Limit) เป็นวิธีการที่ใช้ควบคุมและลดความเร็วของยานพาหนะบนถนนให้เหมาะสมกับลักษณะทางกายและสภาพแวดล้อม โดยสื่อสารให้ผู้ขับขี่ทราบถึงความเร็วสูงสุดที่สามารถขับขี่ได้อย่างปลอดภัย และไม่เกินที่กฎหมายกำหนดไว้สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภท โดยทั่วไปขีดจำกัดความเร็วมี 2 ประเภท ประกอบด้วย

- ป้ายเตือนแจ้งเตือนความเร็วในการขับขี่

การกำหนดขีดจำกัดความเร็วสูงสุดตามกฎหมาย (Statutory Speed Limits) เป็นอัตราความเร็วที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 และพระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2535 สรุปได้ในตารางที่ 2-31 เป็นขีดจำกัดความเร็วสูงสุดตามกฎหมายของประเทศไทย โดยถูกกำหนดตามลักษณะเขตการปกครอง ประเภทยานพาหนะ และลำดับชั้นของทางหลวงตามกฎหมาย

ตารางที่ 2-31 ขีดจำกัดความเร็วสูงสุดตามกฎหมายของประเทศไทยในปัจจุบัน

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับขีดจำกัดความเร็ว	ประเภทถนน					
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงชนบท	ทางหลวงท้องถิ่น	ทางหลวงสัมปทาน	ทางพิเศษ
พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522	80*/60**/45*** กม./ชม. สำหรับเขตเทศบาล กรุงเทพมหานคร และเมืองพัทยา 90*/80**/60*** กม./ชม. สำหรับเขตพื้นที่อื่น					
พระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2535	120*/100**/80*** กม./ชม.	ไม่กำหนด	90*/80**/60*** กม./ชม.	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	-

หมายเหตุ : ขีดจำกัดความเร็วบนทางหลวงพิเศษไม่รวมถึงรถจักรยานยนต์และรถสามล้อ ซึ่งไม่ได้รับอนุญาติให้ขับขี่บนถนนประเภทนี้

** คือ ขีดจำกัดความเร็วสำหรับรถยนต์และรถจักรยานยนต์*

*** คือ ขีดจำกัดความเร็วสำหรับรถบรรทุกหนักและรถประจำทาง*

**** คือ ขีดจำกัดความเร็วสำหรับรถพ่วงและรถสามล้อ*

ที่มา: มูลนิธิไทยโรดส์ (2560) หน้าที่ 50 ตารางที่ 1

- ขีดจำกัดความเร็วเฉพาะที่

ขีดจำกัดความเร็วเฉพาะที่เป็นความเร็วจำกัดที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อใช้เฉพาะที่ โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลถนนเป็นผู้กำหนดและออกแบบติดตั้งในกรณีที่ขีดจำกัดความเร็วสูงสุดตามกฎหมายมีอัตราที่สูงเกินไปและไม่เหมาะสมกับลักษณะกายภาพถนน สภาพจราจร และ

บริเวณโดยรอบ เช่น ถนนที่มีความกว้างไม่มากและตัดผ่านบริเวณชุมชน ย่านธุรกิจ หรือที่พักอาศัยหนาแน่น ควรกำหนดที่ขีดจำกัดความเร็วต่ำกว่า 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น เพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมทางถนนที่ปลอดภัย

การบังคับใช้ขีดจำกัดความเร็วเฉพาะที่เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการจัดการความเร็วบนถนนในประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตชุมชนและเทศบาล เนื่องจากอัตราขีดจำกัดความเร็วสูงสุดตามที่กำหนดไว้ไม่ได้พิจารณาจากความแตกต่างตามลักษณะกายภาพของถนนและการใช้ประโยชน์ที่ดินสองข้างทางของชุมชน ดังนั้น จึงอาจไม่เหมาะสมที่จะบังคับใช้กฎหมายขีดจำกัดความเร็วสูงสุดเป็นอัตราเดียวกันสำหรับถนนทุกประเภท

3.2) การบังคับใช้กฎหมายความเร็วให้มีประสิทธิภาพ

การบังคับใช้กฎหมายความเร็วจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการขับรถเร็วของผู้ขับขี่ใน 2 ลักษณะ คือ

- การยับยั้งพฤติกรรมการขับรถเร็วของผู้ขับขี่โดยทั่วไป (General Deterrence) เกิดจากการรับรู้ของผู้ขับขี่ว่ามีการตรวจจับความเร็ว หรือความเสี่ยงที่อาจถูกตรวจจับและได้รับบทลงโทษเมื่อกระทำความผิด
- การยับยั้งพฤติกรรมการขับรถเร็วของผู้ขับขี่เฉพาะราย (Specific Deterrence) เกิดจากประสบการณ์ตรงของผู้ขับขี่ที่เคยถูกตรวจจับและได้รับบทลงโทษมาแล้ว

อย่างไรก็ตาม การบังคับใช้กฎหมายความเร็วให้มีประสิทธิภาพนั้น ควรมีการสนับสนุนและได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน โดยเฉพาะภาคสังคมและประชาชน เน้นการตรวจจับความเร็ว ณ เวลาและสถานที่ที่มีการขับรถเร็วหรือมีอุบัติเหตุจากการใช้ความเร็วเป็นประจำ มีการดำเนินการอย่างจริงจังและต่อเนื่อง และควรมีการตรวจจับความเร็วที่ผสมผสานทั้งแบบที่เปิดเผยให้เห็นได้ชัดเจนและแบบไม่เปิดเผย

3.3) การตรวจจับความเร็วโดยใช้กำลังของเจ้าหน้าที่ตำรวจ

การตรวจจับความเร็วโดยใช้กำลังของเจ้าหน้าที่ตำรวจ (Physical Policing) เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย โดยเจ้าหน้าที่ตำรวจจะใช้อุปกรณ์หรือเทคนิคต่าง ๆ เช่น การซุ้มตรวจวัดความเร็วยานพาหนะบริเวณข้างถนน หรือการขับรถลาดตระเวน เป็นต้น เพื่อตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะ และเรียกหยุดผู้ที่กระทำผิดเพื่อดำเนินการตามกฎหมาย รวมถึงเป็นโอกาสให้เจ้าหน้าที่ตำรวจได้อธิบายถึงเหตุผลความจำเป็นของการตรวจจับความเร็ว อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้อาจต้องใช้เวลาและกำลังเจ้าหน้าที่ตำรวจในการปฏิบัติงานเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ครอบคลุมทุกพื้นที่และตลอดเวลา

3.4) การตรวจจับความเร็วด้วยระบบกล้องตรวจจับความเร็วแบบอัตโนมัติ

ระบบกล้องตรวจจับความเร็วแบบอัตโนมัติ (Automatic Speed Camera) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการบังคับใช้กฎหมาย ซึ่งนิยมใช้แพร่หลายในต่างประเทศ และเริ่มนำมาประยุกต์ใช้อย่างจริงจังในประเทศไทย นอกจากช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบังคับใช้กฎหมายให้กับเจ้าหน้าที่ตำรวจแล้ว ยังช่วยลดปัญหากำลังพลและการกระทบกระทั่งกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ ผลกระทบต่อการจราจร รวมทั้งความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อน ที่มาจากการตั้งด่านตรวจจับความเร็ว

ระบบกล้องตรวจจับความเร็วอัตโนมัติ จำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้

- แบบอยู่กับที่ (Stationary) โดยกล้องตรวจจับความเร็วจะถูกติดตั้งไว้กับที่ตามเส้นทางหรือบริเวณที่ต้องการตรวจจับความเร็ว แล้วเชื่อมต่อเข้ากับระบบประมวลผล ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลรูปถ่ายของรถ หมายเลขทะเบียน และความเร็วที่ตรวจพบ และส่งไปยังเจ้าหน้าที่เพื่อตรวจสอบและออกใบสั่งต่อไป
- แบบเคลื่อนที่ (Mobile) โดยตัวกล้องสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งหรือเปลี่ยนจุดตรวจจับได้ทำให้เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถสุ่มตรวจจับความเร็วตามเส้นทางหรือบริเวณต่าง ๆ ที่ต้องการได้

3.5) การควบคุมความเร็วเฉลี่ย

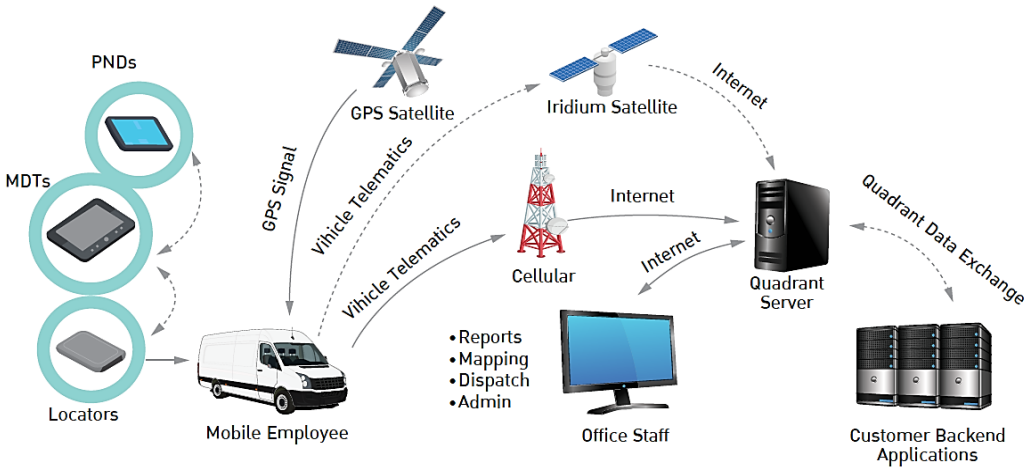
การควบคุมความเร็วเฉลี่ย (Average Speed Control) เป็นมาตรการด้านการบังคับใช้กฎหมายรูปแบบใหม่ที่ยังไม่แพร่หลายมากนัก โดยควบคุมการใช้ความเร็วของยานพาหนะบนเส้นทางที่มีการจำกัดความเร็วด้วยค่าความเร็วเฉลี่ย (Average Speed) แทนการวัดความเร็วเฉพาะจุด (Spot Speed) ของรถแต่ละคัน โดยรถแต่ละคันที่วิ่งผ่านบริเวณควบคุมจะถูกบันทึกเวลาเข้าออกแล้วนำระยะเวลาที่ได้มาคำนวณกับระยะทางวิ่งเพื่อหาค่าความเร็วเฉลี่ย และตรวจสอบว่าผู้ขับขี่ใช้ความเร็วเกินอัตราที่กำหนดไว้หรือไม่

4) มาตรการด้านยานพาหนะ

มาตรการการจัดการความเร็วด้านยานพาหนะ เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยให้การใช้ยานพาหนะมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น โดยมีตัวอย่าง 2 ระบบ ดังนี้ (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560)

- ระบบติดตามยานพาหนะภาคพื้นดินด้วยพิกัดจากดาวเทียม

ระบบติดตามยานพาหนะภาคพื้นดินด้วยพิกัดจากดาวเทียม (GPS Vehicle Tracking) เป็นมาตรการที่นิยมนำมาใช้ป้องกันอุบัติเหตุของยานพาหนะในภาคการขนส่ง เช่น รถบรรทุกสินค้า รถโดยสารประจำทาง เป็นต้น เพื่อตรวจสอบความเร็วของรถและพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ โดยติดตั้งอุปกรณ์เสริมภายในรถเพื่อรับสัญญาณ GPS และส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสื่อสารไปยังระบบคอมพิวเตอร์ของศูนย์ควบคุมและสั่งการ (ตัวอย่างดังรูปที่ 2-42) หากพบการกระทำผิด เช่น ขับเร็วเกินอัตราที่กฎหมายกำหนด ระบบจะแจ้งเตือนให้เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ควบคุมและสั่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ขับขี่ได้ทันที รวมทั้งอาจมีการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเจ้าหน้าที่ตำรวจที่บังคับใช้กฎหมายได้



ที่มา: มูลนิธิไทยโรดส์ (2560) หน้าที่ 69

รูปที่ 2-42 หลักการทำงานของระบบ GPS Vehicle Tracking

- ระบบเทคโนโลยีการปรับความเร็วอัจฉริยะ

ระบบเทคโนโลยีการปรับความเร็วอัจฉริยะ (Intelligent Speed Adaptation) เป็นระบบช่วยเหลือและให้ข้อมูลความเร็วที่เหมาะสมแก่ผู้ขับขี่ โดยอาศัยการเชื่อมต่อข้อมูล GPS กับระบบแผนที่สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในตัวรถที่มีฐานข้อมูลขีดจำกัดความเร็วของถนนแต่ละเส้นทาง หรือการสื่อสารโต้ตอบกับป้ายจำกัดความเร็วบนถนน ทำให้สามารถแจ้งเตือนผู้ขับขี่ หรือจำกัดความเร็วของยานพาหนะให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ เช่น ถนนเขตเมือง ถนนเขตนอกเมือง ถนนเส้นทางภูเขา โดยมีทั้งแบบส่งสัญญาณหรือปฏิกิริยาเตือน เพื่อแนะนำให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วแบบความสมัครใจ (Voluntary or Advisory) และแบบที่ควบคุมความเร็วของรถให้ช้าลงแบบอัตโนมัติ (Mandatory) ปัจจุบันเริ่มมีการนำระบบดังกล่าวมาใช้กับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในหลายประเทศของทวีปยุโรป

5) มาตรการด้านการรณรงค์ให้ความรู้

มาตรการการจัดการความเร็วโดยการรณรงค์ให้ความรู้ เป็นการให้ข้อมูลและความรู้แก่ผู้ขับขี่ให้ทราบถึงอันตรายจากการขับรถเร็ว สรุปได้เป็น 3 แนวทางหลัก ประกอบด้วย (มูลนิธิไทยโรดส์, 2560)

- การรณรงค์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

การรณรงค์ด้านความปลอดภัยทางถนนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Media) ที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในหลายประเทศทั่วโลก เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้สื่อสารกันได้ระหว่างบุคคลโดยไม่ต้องผ่านตัวกลางที่เป็นสื่อมวลชน ทำให้สื่อสารได้เป็นจำนวนมากในเวลาที่สั้น รวมถึงมีรูปแบบที่หลากหลายตลอดจนมีศักยภาพสูงในการกระจายข่าวสารและสร้างกระแสสังคม

- การปลุกกระแสสังคมผ่านกิจกรรมรณรงค์และสื่อสาธารณะ

การปลุกกระแสสังคมผ่านกิจกรรมรณรงค์และสื่อสาธารณะ (Raise awareness through social activities) เป็นวิธีการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสร้างความตระหนักเรื่องถนนปลอดภัย และการรับรู้ของประชาชนต่อปัญหาอุบัติเหตุทางถนนในระดับพื้นที่และระดับประเทศ รวมถึงเป็นการให้ความรู้ความเข้าใจเรื่องการใช้รถใช้ถนนอย่างปลอดภัย ซึ่งการดำเนินงานดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ หน่วยงานเอกชน สื่อมวลชน และประชาชน

- การให้ความรู้ด้านปลอดภัยทางถนนแก่เด็กและเยาวชน

การให้ความรู้ด้านความปลอดภัยแก่เด็กและเยาวชน (Road Safety Education for Children) เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยปลูกฝัง ขัดเกลาทัศนคติ และมุมมองของเด็กและเยาวชน รวมถึงการเสริมสร้างความรู้และทักษะการใช้รถใช้ถนนอย่างปลอดภัย เพื่อนำไปสู่การมีพฤติกรรมที่ปลอดภัยและเป็นผู้ใช้ทางที่ดีในอนาคต โดยเด็กและเยาวชนควรได้รับความรู้ด้านความปลอดภัยทางถนน ทั้งรูปแบบกิจกรรมหรือหลักสูตรการเรียนการสอนในโรงเรียน และรูปแบบการให้ความรู้นอกห้องเรียน เป็นประจำ สม่ำเสมอ และต่อเนื่อง

2.3.4 แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

โปรแกรม VISSIM เป็นแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคที่อาศัยพฤติกรรมการขับขี่ในการสร้างข้อมูลพื้นฐานของแบบจำลอง ซึ่งถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรในเขตเมืองและการทำงานของระบบขนส่งมวลชน โดยโปรแกรม VISSIM ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 2 โปรแกรม คือ 1) โปรแกรมสร้างแบบจำลองสภาพการจราจร เป็นแบบจำลองสภาพการเคลื่อนที่ของยานพาหนะหรือคนเดินเท้า ซึ่งแบบจำลองสภาพการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรประกอบด้วย พฤติกรรมการขับขี่ตามกัน และการเปลี่ยนช่องจราจร และ 2) โปรแกรมสร้างการควบคุมสัญญาณไฟจราจร เป็นโปรแกรมที่สร้างสภาวะสัญญาณไฟจราจร โดยจะตรวจจับข้อมูลสภาพการจราจรในทุก ๆ วินาที (Time Step) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์และส่งข้อมูลกลับไปยังโปรแกรมแบบจำลองสภาพการจราจร เพื่อใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่องในรูปแบบภาพสองมิติและสามมิติ และสามารถประเมินผลตัวชี้วัดต่าง ๆ ในแบบจำลอง เช่น เวลาและความล่าช้าในการเดินทาง ความยาวแถวคอย กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา เป็นต้น (PTV, 2015 อ้างอิงใน ปรัชญา อรัญเวศ, 2561)

แบบจำลองพฤติกรรมการขับขี่ในโปรแกรม VISSIM ประกอบด้วย แบบจำลองพฤติกรรมการขับขี่ตามกัน และแบบจำลองพฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจร โดยมีรายละเอียดดังนี้

- แบบจำลองพฤติกรรมการขับขี่ตามกัน

แบบจำลองพฤติกรรมการขับขี่ตามกัน (Car-Following Model) ในโปรแกรม VISSIM ใช้แบบจำลองการรับรู้ทางจิตของพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ขับขี่ (Psycho-Physical Perception Model) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Rainer Wiedemann ในปี ค.ศ. 1974 แนวคิดพื้นฐานของแบบจำลอง คือ พฤติกรรมการขับขี่จะเริ่มชะลอความเร็วลงในการรับรู้ของแต่ละบุคคล เมื่อรับรู้ระยะห่างของยานพาหนะที่เคลื่อนที่อยู่ข้างหน้าให้เข้าสู่สภาวะใดสถาวะหนึ่ง ประกอบด้วย 1) การขับขี่อิสระ เมื่อรับรู้ว่ามีระยะห่างที่มีความปลอดภัย 2) การลดความเร็ว เมื่อรับรู้ว่าระยะห่างจาก

ยานพาหนะข้างหน้าเริ่มลดความเร็วจนเข้าสู่ระยะห่างที่มีความปลอดภัย 3) การขับขี่ตามกัน เมื่อรับรู้ว่าระยะห่างจากยานพาหนะที่อยู่ข้างหน้าเท่ากับระยะห่างที่ปลอดภัย และ 4) การหยุดรถ เมื่อรับรู้ว่าระยะห่างลดลงอย่างรวดเร็วจนเข้าใกล้ระยะห่างที่ปลอดภัย (PTV, 2015 อ้างอิงใน ปรัชญา อรัญเวศ, 2561)

- แบบจำลองพฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจร

แบบจำลองพฤติกรรมการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane Changing Model) ในโปรแกรม VISSIM โดยพิจารณาจากการตัดสินใจเปลี่ยนช่องจราจรของผู้ขับขี่ที่ขับขี่ตามยานพาหนะข้างหน้า ซึ่งจะเปลี่ยนช่องจราจรก็ต่อเมื่อมีความจำเป็นที่จะเปลี่ยนไปยังช่องจราจรที่ต้องการ ถ้าผู้ขับขี่ที่ต้องการเปลี่ยนช่องจราจรจะพิจารณาจากตำแหน่ง และความเร็วของผู้ขับขี่ที่ตามหลังและนำหน้าภายในช่องจราจรเดียวกัน หากพิจารณาแล้วว่าปลอดภัยก็จะเปลี่ยนช่องจราจรได้ แต่ถ้าหากพบว่าไม่ปลอดภัยก็จะใช้พฤติกรรมการขับขี่ตามกัน (Kim, 2006 อ้างอิงใน ปวีร์ คูวิบูลย์, 2560)

ส่วนขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง คือ การเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อต้องการให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของแบบจำลองให้มีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ส่วนใหญ่มักใช้ตัวแปรที่มักใช้เป็นดัชนีตัวชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลองด้านปริมาณการจราจร ความเร็ว ความยาวแถวคอย ความล่าช้าและเวลาในการเดินทาง โดยที่ Austroad ได้เสนอหลักเกณฑ์ในการปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค (Ryder, 2001) ดังแสดงในตารางที่ 2-32

จากหลักเกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลองในตารางที่ 2-32 จะใช้ค่าทางสถิติ GEH เพื่อปรับเทียบแบบจำลอง โดยค่าทางสถิติดังกล่าว Geoffrey E. Havers (GEH) เป็นผู้พัฒนาสมการโดยเป็นการเปรียบเทียบค่าปริมาณการจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลองกับการสำรวจข้อมูลในสนาม ซึ่งหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค แสดงดังสมการที่ 2-7 (Highways Agency, 1996)

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \qquad \text{สมการที่ 2-7}$$

โดยที่ GEH คือ ค่าสถิติ GEH ระหว่างข้อมูลสองกลุ่ม
M คือ ค่าปริมาณจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง
C คือ ค่าปริมาณจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากการสำรวจข้อมูลในสนาม

หากค่าสถิติ GEH เมื่อมีค่าน้อยกว่า 5.0 แสดงว่า ปริมาณการจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบลำจองมีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนามอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อค่า GEH อยู่ระหว่าง 5.0 และ 10.0 แสดงว่า ปริมาณการจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบลำจองมีความสอดคล้องกับการสำรวจในสนามอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่หากค่า GEH มีค่ามากกว่า 10.0 แสดงว่าปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับการสำรวจในสนาม

ตารางที่ 2-32 หลักเกณฑ์การปรับเทียบแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

เกณฑ์และมาตรการ (ค่าแบบจำลองเมื่อเทียบกับค่าจากการสำรวจ)	เป้าหมายที่ยอมรับ	หมายเหตุ/ อ้างอิง
ปริมาณการเดินทางที่ผ่านเส้นขอบเขต (มีการนับมากกว่า 5)	ความถูกต้อง = 3%	
ปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นแบ่งเขต (มีการนับมากกว่า 5)	ความถูกต้อง = 5%	
การเชื่อมโยงของปริมาณการเดินทางที่ผ่านเส้นขอบเขต/ ปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นบางเขต		RTA NSW
ภายใน 20% หรือ 200 คันต่อชั่วโมง	95% ของการเชื่อมโยง	
ภายใน 10% หรือ 100 คันต่อชั่วโมง	90% ของการเชื่อมโยง	
ภายใน 5% หรือ 50 คันต่อชั่วโมง	80% ของการเชื่อมโยง	
การเชื่อมโยงปริมาณการจราจรของแต่ละสาย		
ภายใน 100 คัน/ชม. สำหรับการไหล <700 คัน/ชม.	> 85% ของตัวอย่าง	
ภายใน 15% สำหรับ 700 คัน/ชม. <การไหล <2,700 คัน/ชม	> 85% ของตัวอย่าง	FHWA (2004)
ภายใน 400 คัน/ชม. สำหรับการไหล <2,700 คัน/ชม.	> 85% ของตัวอย่าง	
จำนวนรวมของการเชื่อมโยงทั้งหมด	ความแม่นยำ = 5%	
สถิติ GEH < 5 สำหรับการเชื่อมโยงแต่ละรายการ	> 85% ของตัวอย่าง	
สถิติ GEH สำหรับผลรวมของการเชื่อมโยงทั้งหมด	< 4	
เวลาเดินทางสำหรับเส้นทางที่เลือก		
เวลามัธยฐานเทียบกับการสำรวจ	ภายใน 10%	RTA NSW
ค่าเฉลี่ยยกกำลัง 2 (บนพื้นฐานการจำลอง 5 ครั้ง)	90% ของทุกเส้นทาง	
ความเสถียรของรูปแบบ		
ความแปรผันของปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นแบ่งเขต ระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุด	ภายใน 5%	
การนับจำนวนการไหลสูงสุดและต่ำสุดของการเชื่อมโยงบนถนนแต่ละสายขอบเขตและแต่ละเส้นแบ่งเขตจะแตกต่างกันไปตามการเปลี่ยนแปลงของ 20% (หรือ 200 คัน/ชม.), 10% (หรือ 100 คัน/ชม.) และ 5% (หรือ 50 คัน/ชม.)	ตามความพึงพอใจของผู้สร้างแบบจำลอง	
รูปแบบการแออัด		
ตรวจสอบการกระจายของแถวคอย การกระจายความต้องการบนช่วงถนนและการจัดสรรเส้นทาง ฯลฯ	ตามความพึงพอใจของผู้สร้างแบบจำลอง	การกระจายจราจรบนถนนมีผลต่อความล่าช้าของเครือข่าย

ที่มา: ปรับปรุงจาก Ryder (2001) อ้างอิงใน นพดล กรประเสริฐ และคณะ (2561) ตารางที่ 2.4-2 หน้าที่ 2-11

2.3.5 สรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวทางการกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว แนวทางการจัดการความเร็ว และแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคมาประยุกต์ใช้

จากตารางที่ 2-33 แสดงข้อดีข้อเสียของแต่ละแนวทางการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว และตารางที่ 2-34 แสดงแนวทางการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนและในเขตชุมชน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 2-33 สรุปแนวทางการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

แนวทาง	ประเทศ	ข้อมูลการวิเคราะห์	ข้อดี	ข้อเสีย
วิศวกรรม (วิธีความเร็วในการขับขี่)	สหรัฐอเมริกา	ข้อมูลความเร็ว, ลักษณะทางกายภาพ, สภาพการจราจร, ข้อมูลอุบัติเหตุ เป็นต้น	การใช้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ เป็นการกำหนดความเร็วตามการบังคับใช้กฎหมาย	ผู้ขับขี่อาจจะไม่สามารถใช้ความเร็วในการเดินทางที่เหมาะที่สุดได้ เนื่องจากขีดจำกัดความเร็วมักต่ำกว่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์
วิศวกรรม (วิธีความเสี่ยงของถนน)	แคนาดา, นิวซีแลนด์	ลักษณะทางกายภาพ, การใช้พื้นที่, สภาพการจราจร, ข้อมูลอุบัติเหตุ เป็นต้น	ประเภทของถนนมีองค์ประกอบหลายปัจจัยในการกำหนดขีดความเร็ว	ขีดจำกัดความเร็วมักต่ำกว่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้มาตรการสบยความเร็ว
ระบบผู้เชี่ยวชาญ	สหรัฐอเมริกา, ออสเตรเลีย	ข้อมูลความเร็ว, ลักษณะทางกายภาพ, ปริมาณการจราจร, ข้อมูลอุบัติเหตุ เป็นต้น	เป็นวิธีที่มีระบบและความสม่ำเสมอในการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว	ผู้ใช้งานจำเป็นต้องใช้ขีดจำกัดความเร็วจากระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยไม่สามารถตรวจสอบขีดจำกัดความเร็วได้
การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด	-	เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ อุบัติเหตุทางถนน มลพิษทางเสียงและทางอากาศ เป็นต้น	เป็นแนวทางที่สมดุลในการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว เนื่องจากคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม	เป็นวิธีนี้ที่ไม่นิยมในการกำหนดขีดจำกัดความเร็วมากนัก เนื่องจากมีความยุ่งยากในการระบุตัวแปรต้นทุนต่าง ๆ
ระบบความปลอดภัย	สวีเดน, เนเธอร์แลนด์	รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ, ลักษณะทางกายภาพ เป็นต้น	มีการพิจารณาระหว่างขีดจำกัดความเร็วกับการป้องกันอุบัติเหตุ และให้ความสำคัญกับความปลอดภัยทางถนน	วิธีนี้มีพื้นฐานมาจากหลักความปลอดภัยทางถนน ซึ่งไม่ได้เป็นที่ยอมรับในบางประเทศ

ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 24 ตารางที่ 5

ตารางที่ 2-34 สรุปการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนและในเขตชุมชน

แนวทาง	วิธีการ	ช่วงก่อนเขตชุมชน[1)]	เขตชุมชน[2)]
การปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน	เนินชะลอความเร็ว (Speed Hump)	X	✓
	เนินชะลอความเร็วสำหรับคนข้าม (Raised Crosswalk)	X	✓
	เนินชะลอความเร็วแบบไม่ต่อเนื่อง (Speed Cushion)	X	✓
การใช้อุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	แถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง (Transverse Rumble Strips)	✓	✓
	ข้อความเตือนบนพื้นทาง (Warning Marking)	✓	✓
	การตีเส้นลดขนาดช่องจราจร (Pavement Marking used to Narrow Lane)	✓	✓
การติดตั้งป้ายจราจร	ป้ายบังคับและป้ายเตือน (Regulatory and Warning Signs)	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ คือ เหมาะสม X คือ ไม่ระบุ

ที่มา: 1) ปิติ จันทรุไทย (2560); Galante et al. (2010); 2) ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (2556)

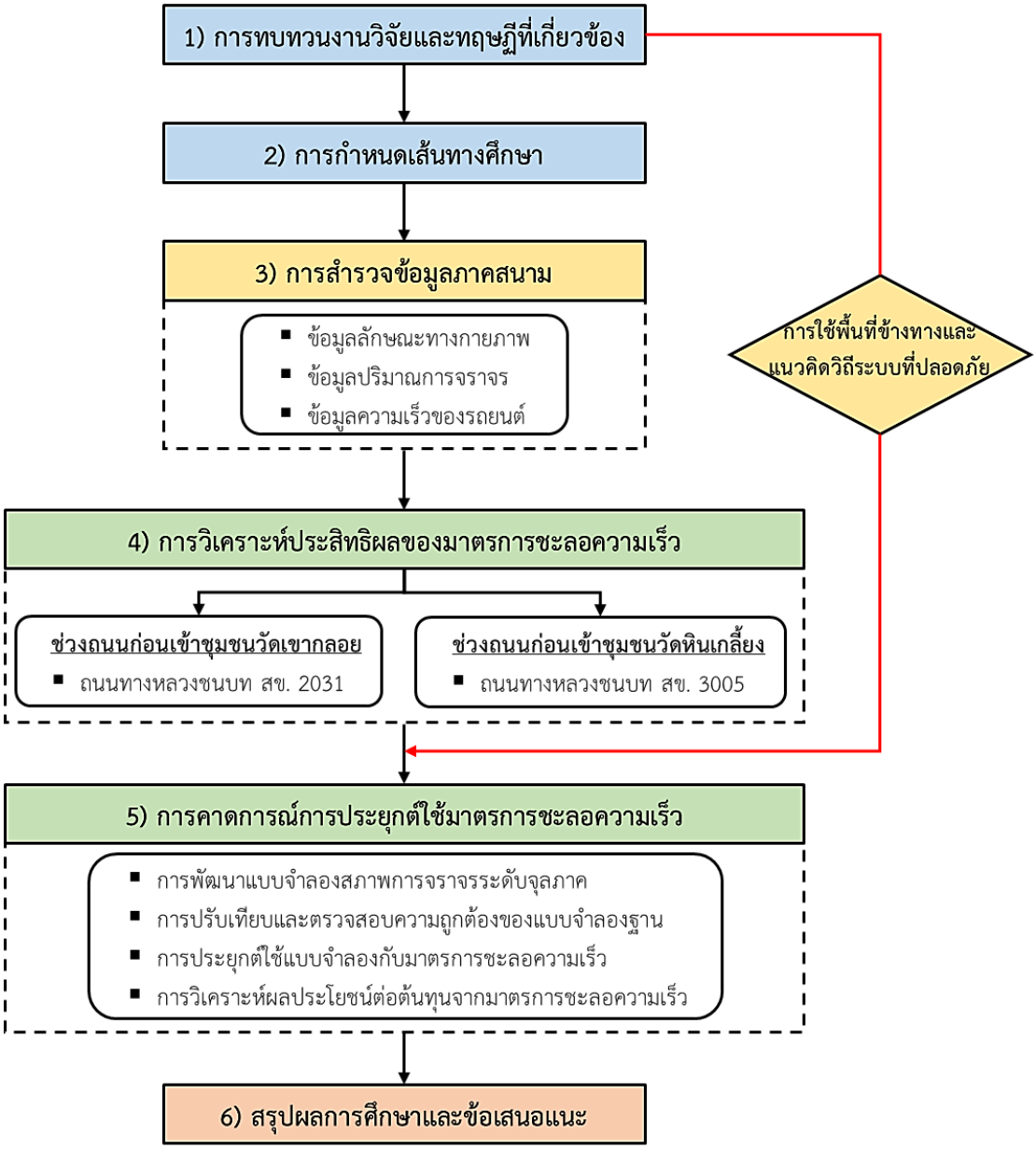
2.4 สรุปท้ายบท

บทนี้ได้เสนอปัญหาความปลอดภัยทางถนนจากการใช้ความเร็ว งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความเร็ว โดยงานวิจัยนี้จะใช้แนวทางงานวิจัยของปิติ จันทรุไทย (2560) การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว แนวทางการจัดการความเร็ว และแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคมาประยุกต์ใช้ สำหรับรายละเอียดของวิธีการดำเนินงานวิจัยจะกล่าวไว้ในบทที่ 3

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนของงานวิจัยได้ถูกสรุปไว้ดังรูปที่ 3-1 โดยจำแนกออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ โดยรายละเอียดแต่ละขั้นตอนของงานวิจัยอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3-1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

3.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการจัดการความเร็ว

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ถูกทบทวน ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มการทบทวนออกเป็น 4 หัวข้อ ประกอบด้วย 1) การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว 2) การกำหนดขีดจำกัดความเร็ว 3) แนวทางการจัดการความเร็ว และ 4) แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยได้กล่าวรายละเอียดของการทบทวนแต่ละกลุ่มไว้แล้วในบทที่ 2

3.3 การกำหนดเส้นทางศึกษา

งานวิจัยนี้ได้เลือกถนนทางหลวงชนบท สข.2031 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ถนนทางหลวงชนบท สข.3005 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา และถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3048 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ต.บ้านครัว อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี (แสดงดังรูปที่ 1-1)

สาเหตุที่เลือกช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยและชุมชนวัดหินเกลี้ยง เนื่องจากเป็นเส้นทางที่มีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วก่อนถึงชุมชน ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วได้ และนำค่าประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วมาประยุกต์ใช้กับช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ซึ่งเป็นชุมชนที่ยังไม่มีการจัดการความเร็ว มีเพียงแค่ซุ้มประตูก่อนเข้าเขตชุมชน ประกอบกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องการสนับสนุนในการจัดการความเร็วบนเส้นทางดังกล่าว

3.4 การสำรวจข้อมูลภาคสนามบนเส้นทางศึกษา

การสำรวจข้อมูลภาคสนามได้ถูกสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดการความเร็ว การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว และการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค ประกอบด้วย

1) การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ
2) การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร
3) การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์

โดยมีรายละเอียดของการสำรวจข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1 การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ

การสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพบนเส้นทางศึกษา โดยข้อมูลที่ต้องการประกอบด้วย จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร การเข้าออกพื้นที่ข้างทาง ประเภทของถนน และภาพถ่ายทางอากาศบริเวณช่วงเปลี่ยนแปลง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว และประยุกต์ใช้กับแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยรูปที่ 3-2 แสดงการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละเส้นทางศึกษา

ก) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (สำรวจเมื่อวันพุธที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2562)

ข) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (สำรวจเมื่อวันพุธที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2562)

ค) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน (สำรวจเมื่อวันพฤหัสบดี ที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562)

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 3-2 ตัวอย่างภาพถ่ายของการสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพของเส้นทางศึกษา

3.4.2 การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร

การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบนเส้นทางศึกษา เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค และเปรียบเทียบแบบจำลองฐานระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลจากการสำรวจให้ค่าที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งแบบฟอร์มที่ใช้ในการจดบันทึกข้อมูลแสดงดังภาคผนวก ก-1

3.4.3 การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์

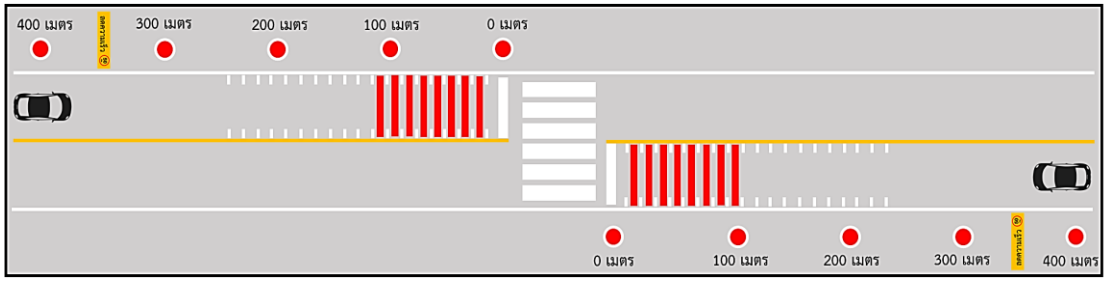
การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 วิธี ดังต่อไปนี้

- การสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด

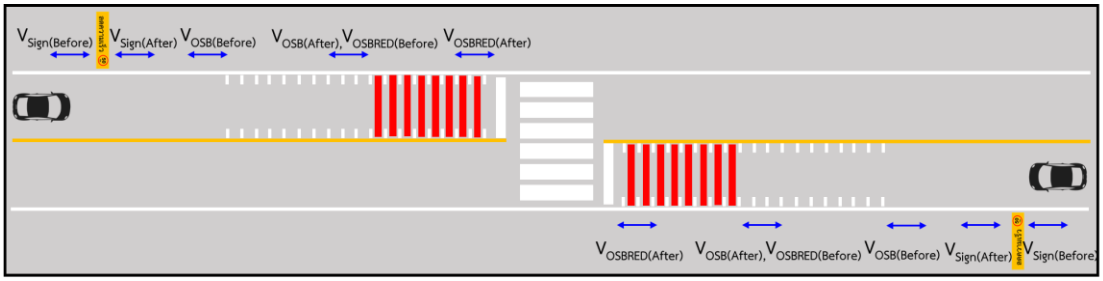
การสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) โดยใช้ปืนตรวจจับความเร็ว ซึ่งสำรวจข้อมูลความเร็วทุกระยะ 100 เมตร (ดังรูปที่ 3-3 ก) เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจมาได้จัดทำกราฟความเร็วตามระยะทาง ซึ่งแบบฟอร์มที่ใช้ในการจดบันทึกข้อมูลแสดงดังภาคผนวก ก-2

- การสำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน

การสำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) โดยใช้ข้อมูลภาพวีดิทัศน์จากอากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อสำรวจความเร็วของรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท (ดังรูปที่ 3-3 ข) ยกตัวอย่างเช่น $V_{Sign(Before)}$ และ $V_{Sign(After)}$ คือ ความเร็วรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านป้ายแขวนสูง ซึ่งแบบฟอร์มที่ใช้ในการจดบันทึกข้อมูลแสดงดังภาคผนวก ก-3



ก) การสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด



ข) การสำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์

3.5 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว

การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว (ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง) เป็นการวิเคราะห์จากเส้นทางศึกษาช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ถนนทางหลวงชนบท สข.2031) และช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ถนนทางหลวงชนบท สข.3005) โดยเปรียบเทียบความเร็วของรถยนต์ก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยคำนวณได้จากสมการที่ 3-1 (Garber & Hoel, 2009)

$$t = \frac{\left|\overline{u}_{Before} - \overline{u}_{After}\right|}{\sqrt{\frac{SD^2_{Before}}{n_{Before}} + \frac{SD^2_{After}}{n_{After}}}} \qquad \text{สมการที่ 3-1}$$

โดยที่ t คือ ค่าสถิติจากการทดสอบแบบที (t-test)

$\overline{u}_{Before}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วรถยนต์ก่อนตำแหน่งติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว (กม./ชม.)

$\overline{u}_{After}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วรถยนต์หลังตำแหน่งติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว (กม./ชม.)

SD_{Before} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วรถยนต์ก่อนตำแหน่งมาตรการชะลอความเร็ว (กม./ชม.)

SD_{After} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วรถยนต์หลังตำแหน่งมาตรการชะลอความเร็ว

n คือ จำนวนตัวอย่างความเร็วรถยนต์ (คัน)

จากสมการที่ 3-1 หากค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า ค่าสถิติวิกฤต (t_C) แสดงว่าข้อมูลความเร็วของรถยนต์ก่อนและหลังตำแหน่งติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากมีค่าน้อยกว่า t_C แสดงว่า ข้อมูลความเร็วของรถยนต์ก่อนและหลังตำแหน่งติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ค่า t_C หาได้จากตำราสถิติทั่วไป เช่น (Dougherty, 2002)

สำหรับรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ของแต่ละเส้นทางศึกษาได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 และบทที่ 5 ตามลำดับ

3.6 การวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วของยานพาหนะบนเส้นทางศึกษา พบว่า จำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทาง (ทางที่เชื่อมกับถนนที่ศึกษา) ส่งผลต่อการใช้ความเร็วของยานพาหนะ (FHWA, 2012A) โดยวิเคราะห์ได้จากจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่พิจารณา (Access Conflict Number, ACN) ค่า ACN คำนวณได้จากสมการที่ 3-2 ส่วนค่าขีดจำกัดความเร็วที่ควรลดลงแสดงใน

$$ACN = 1.61 \times \frac{N_s + 5N_m + 10N_i}{L} \qquad \text{สมการที่ 3-2}$$

โดยที่ ACN คือ จำนวนทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางศึกษา

N_S คือ จำนวนทางเข้าออกของที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว

N_m คือ จำนวนทางเข้าออกของพื้นที่เชิงพาณิชย์ขนาดเล็ก ที่อยู่อาศัยแบบหลายหลัง และทางแยกถนนสายรอง

N_i คือ จำนวนทางเข้าออกของพื้นที่เชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ ที่อยู่อาศัยแบบหมู่บ้านขนาดใหญ่ และทางแยกถนนสายหลัก

L คือ ความยาวของช่วงถนนที่พิจารณา (กิโลเมตร)

ตารางที่ 3-1 ค่าขีดจำกัดความเร็วที่ควรลดลงเมื่อมีทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางที่พิจารณา

จำนวนทางที่เชื่อมต่อ (Access Conflict Number, ACN)	ความเร็วที่ควรลดลง (%)
< 40	0
41 – 60	5
> 60	10

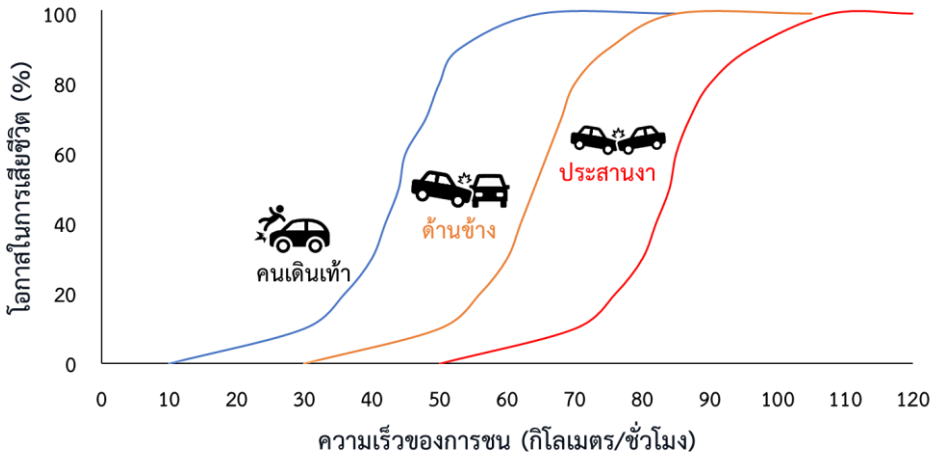
ที่มา: FHWA (2012A) หน้าที่ 82

จากสมการที่ 3-2 และตารางที่ 3-1 หากค่า ACN ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 40 จะไม่ส่งผลต่อความเร็วของยานพาหนะ หากมีค่าระหว่าง 40 – 60 จะส่งผลทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 5% และถ้ามีค่ามากกว่า 60 จะส่งผลทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10% (FHWA, 2012A)

สำหรับรายละเอียดของการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วบนเส้นทางศึกษาทั้ง 3 กรณี ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 ถึงบทที่ 6 ตามลำดับ

3.7 การประเมินโอกาสการเสียชีวิตด้วยแนวคิดวิถีระบบที่ปลอดภัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับแนวคิดวิถีระบบที่ปลอดภัย โดยแนวคิดนี้จะพิจารณาโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ ความรุนแรงอาจเกิดขึ้น และขีดจำกัดความสามารถของร่างกายมนุษย์ในการรับแรงกระทำจากอุบัติเหตุ ซึ่งจะประเมินโอกาสในการเสียชีวิตจากการชนรูปแบบต่าง ๆ (ดังรูปที่ 3-4) สำหรับรายละเอียดของการประเมินโอกาสการเสียชีวิต ได้กล่าวไว้ในบทที่ 6



ที่มา: ปรับปรุงจาก Wramborg (2005) อ้างอิงใน ปรเมศวร์ เหลือเทพ (2561)

รูปที่ 3-4 โอกาสในการเสียชีวิตจากการชนรูปแบบต่าง ๆ

3.8 การคาดการณ์จากการประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็ว

การคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ประกอบด้วย

1) การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค
2) การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน
3) การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว
4) การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว

โดยมีรายละเอียดของการคาดการณ์การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็วดังต่อไปนี้

3.8.1 การพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค

กระบวนการพัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรม VISSIM ได้ศึกษาแนวทางจากชัยวัฒน์ ใหญ่บก (2558) และปรัชญา อรัญเวศ (2561) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างองค์ประกอบของเส้นทางศึกษา 2) การจำลองตัวแทนยานพาหนะ 3) การนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรและกำหนดทิศทางของยานพาหนะ 4) การกำหนดความเร็วของยานพาหนะเป็นช่วง 5) การกำหนดค่าตัวแปรในการบันทึกผลแบบจำลอง และ 6) การกำหนดค่าตัวแปรและช่วงเวลาในการจำลองผล โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแสดงดังภาคผนวก ง

3.8.2 การปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐาน

การปรับเปรียบแบบจำลองฐานเป็นการปรับเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจให้ค่าที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยใช้ค่าทางสถิติ GEH ในการปรับเทียบแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 3-3 (Highways Agency, 1996) โดยทั่วไปการปรับเทียบสามารถพิจารณาจากตัวชี้วัด เช่น ปริมาณจราจร เวลาในการเดินทาง ความเร็ว เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ข้อมูลปริมาณจราจรช่วงเวลาปกติในการปรับเทียบแบบจำลอง เนื่องจากมีข้อจำกัดในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \qquad \text{สมการที่ 3-3}$$

โดยที่ GEH คือ ค่าสถิติ GEH ระหว่างข้อมูลสองกลุ่ม
M คือ ค่าปริมาณจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง
C คือ ค่าปริมาณจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากการสำรวจข้อมูลในสนาม

จากสมการที่ 3-3 หากค่า GEH มีค่าน้อยกว่า 5.0 แสดงว่า ปริมาณการจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบลำจองมีความสอดคล้องกับการสำรวจในสนามอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อค่า GEH อยู่ระหว่าง 5.0 - 10.0 แสดงว่า ปริมาณการจราจรรายชั่วโมงที่ได้จากแบบลำจองมีความสอดคล้องกับการสำรวจในสนามอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่หากค่า GEH มีค่ามากกว่า 10.0 แสดงว่า ปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับการสำรวจในสนาม

สำหรับรายละเอียดในการปรับเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองฐานได้กล่าวไว้ในบทที่ 6

3.8.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคกับมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากมาตรการชะลอความเร็วด้านการจราจร (เวลาในการเดินทาง) และด้านความปลอดภัย (ความเร็วในการเดินทาง) โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 แบบจำลอง ดังนี้ (รายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 6)

1) แบบจำลองสภาพปัจจุบัน (แบบจำลองฐาน)

แบบจำลองสภาพปัจจุบัน เป็นแบบจำลองที่ไม่มีการใช้มาตรการชะลอความเร็ว

2) แบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็ว

แบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็ว เป็นการนำผลการศึกษาความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วทั้งป้ายแขวนสูงแบบแขนยื่น แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง มาประยุกต์ใช้เพื่อให้รถยนต์

ชะลอความเร็วก่อนเข้าชุมชนท่าลาน โดยแบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็วแบ่งออกเป็น 7 แบบจำลอง ดังนี้

- แบบจำลองการใช้ป้ายแขวนสูง
- แบบจำลองการใช้ OSB
- แบบจำลองการใช้ OSBRED
- แบบจำลองการใช้ป้ายแขวนสูงกับ OSB
- แบบจำลองการใช้ป้ายแขวนสูงกับ OSBRED
- แบบจำลองการใช้ OSB กับ OSBRED
- แบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท

3.8.4 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ความคุ้มทุน โดยวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์ผลประโยชน์

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว จะพิจารณาจากเวลาและความเร็วในการเดินทางที่ได้จากแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบค่าปัจจุบันและค่าหลังจากการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3-4

$$\text{ผลประโยชน์ (บาท)} = [VOT(T_{Before} - T_{After})] + [VOD_{Before} - VOD_{After}] \quad \text{สมการที่ 3-4}$$

โดยที่ VOT = มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (บาท/นาที)

T_{Before} = เวลาในการเดินทางก่อนมีมาตรการ (วินาที)

T_{After} = เวลาในการเดินทางหลังมีมาตรการ (วินาที)

VOD_{Before} = มูลค่าความสูญเสียของการเสียชีวิตก่อนมีมาตรการ (บาท)

VOD_{After} = มูลค่าความสูญเสียของการเสียชีวิตหลังมีมาตรการ (บาท)

สำหรับรายละเอียดการวิเคราะห์ผลประโยชน์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ได้กล่าวไว้ในบทที่ 6

- การวิเคราะห์ต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุนเป็นการประมาณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว ซึ่งเป็นการคำนวณงบประมาณเบื้องต้น และอ้างอิงราคากลางจาก กลุ่มตรวจสอบแบบแปลนและประมาณราคา สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท พ.ศ. 2561 อย่างไรก็ตาม การคำนวณต้นทุนงบประมาณ เป็นเพียงการประมาณการเบื้องต้นเท่านั้น หากต้องการก่อสร้างควรวิเคราะห์โดยละเอียดอีกครั้ง

ทั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้กำหนดอายุการใช้งานของมาตรการชะลอความเร็วไว้ที่ 2 ปี (เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง) และ 5 ปี (ป้ายจราจร) ส่วนผลตอบแทนต่อช่วงเวลา 6% ต่อปี (กรมบัญชีกลาง, 2559) และนำค่าดังกล่าวมีคำนวณค่าการผ่อนชำระเงินเป็นงวด ๆ (Capital Recovery Factor หรือ CRF) ได้เท่ากับ 0.54544 และ 0.23739 ตามลำดับ จากนั้นนำค่า CRF คำนวณเงินลงทุนแต่ละปีในอนาคตจากเงินลงทุนปีปัจจุบัน

สำหรับรายละเอียดการวิเคราะห์ต้นทุนงบประมาณเบื้องต้นช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ได้กล่าวไว้ในบทที่ 6

3.9 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว และผลการคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็ว นำมาสรุปและเสนอแนะ โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 7

บทที่ 4
ผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

บทนี้นำเสนอผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ส่วนหลัก ประกอบด้วย ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพ ผลการสำรวจปริมาณการจราจร ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว และผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

4.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

การสำรวจข้อมูลกายภาพของถนนและตำแหน่งที่มีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (ข้อมูลสำรวจเมื่อวันพุธที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งตัดกันระหว่างถนนทางหลวงชนบท (ทช.) สข. 2031 กับถนนองค์การบริหารส่วนจังหวัดสงขลา (อบจ.) สข.ถ. 10085 โดยเป็นทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรอาจส่งผลต่อการหยุดก่อนผ่านทางแยก เส้นทางดังกล่าวได้มีการปรับปรุงสภาพเส้นทางและผิวจราจร พร้อมมาตรการชะลอความเร็วด้วยการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง (Optical Speed Bar, OSB) บนช่องทางซ้ายของถนนสาย สข. 2031 ในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาเข้าอำเภอนาหม่อม) และตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าเมืองสงขลา หรืออำเภอหาดใหญ่) แสดงดังรูปที่ 4-1 โดยผิวทางจราจรเป็นแอสฟัลต์คอนกรีตขนาด 2 ช่องจราจร (1 ช่องจราจรต่อทิศทาง) กว้างช่องละ 3 เมตร และมีไหล่ทางกว้าง 3 เมตรต่อทิศทาง (ดังรูปที่ 4-2) ทั้งนี้ถนน อบจ. สาย สข.ถ. 10085 ไม่ได้มีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาเฉพาะถนน ทช. สาย สข. 2031 เท่านั้น

เนื่องจากเส้นทางดังกล่าวได้เปิดให้บริการมาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ส่วนการสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ได้ดำเนินการในเดือนมิถุนายนของปีเดียวกัน โดยมีสมมติฐานว่าผู้ใช้ทางขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วที่คุ้นชินกับสภาพเส้นทางแล้ว อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่นำข้อมูลความเร็วของรถยนต์ที่แล่นผ่านถนนช่วงก่อนมีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วมาพิจารณา เนื่องจากมีการปรับปรุงสภาพผิวทางร่วมด้วย จึงอาจมีผลของการปรับปรุงสภาพผิวทางต่อความเร็วของรถยนต์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเน้นเปรียบเทียบประสิทธิผลระหว่างช่วงก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 4-1 โดยทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก ตำแหน่ง 0 เมตร คือ ทางแยกสัญญาณไฟจราจร ตำแหน่ง 0 ถึง 100 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ตำแหน่ง 100 ถึง 250 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบทั่วไป และ ตำแหน่ง 250 เมตร คือ ช่วงที่ป้ายจราจรแขวนสูง ส่วนทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ตำแหน่ง 0 เมตร คือ ทางแยกสัญญาณไฟจราจร ตำแหน่ง 0 ถึง 200 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ตำแหน่ง 200 ถึง 350 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบทั่วไป และตำแหน่ง 500 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูง

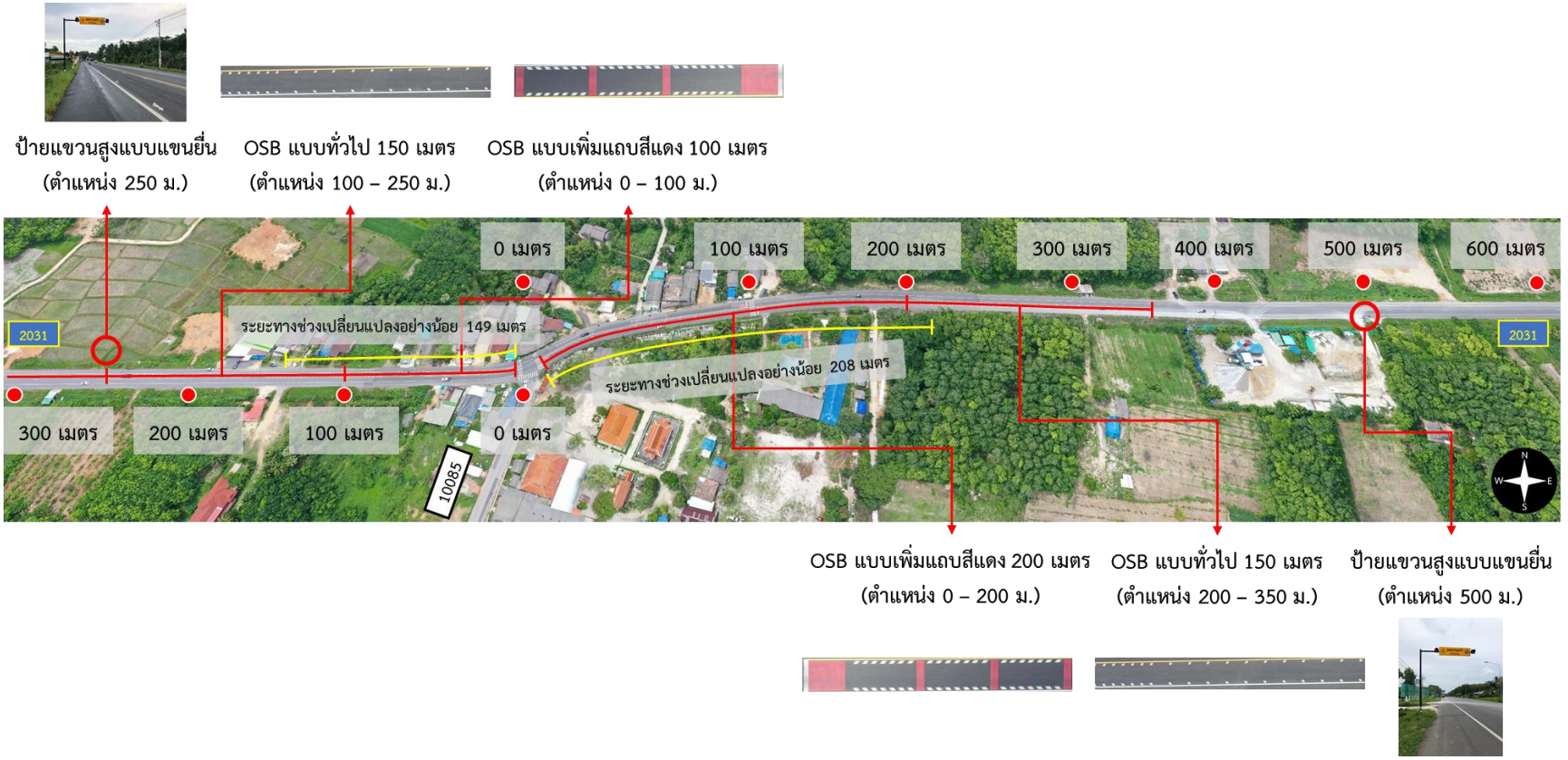
การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยได้ถูกคำนวณ โดยทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก พิจารณาความเร็วรถยนต์ที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ที่สำรวจเป็นระยะทาง 250 เมตร ก่อนถึงป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น มีค่าเท่ากับ 73 กม./ชม. และขีดจำกัดความเร็วที่ระบุไว้ในเขตชุมชน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 กม./ชม. จากนั้นนำค่าความเร็วทั้งสองข้างต้นมาคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว (รายละเอียดในการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงแสดงดังภาคผนวก ค-1) พบว่า ระยะทางช่วงที่ผู้ขับขี่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว มีค่าเท่ากับ 51 เมตร และระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน มีค่าเท่ากับ 98 เมตร รวมเป็นระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วทั้งหมดอย่างน้อย 149 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่น้อยกว่าระยะในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ 101 เมตร (ระยะทางจากตำแหน่งป้ายแขวนสูง ถึง จุดสิ้นสุด OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง)

ส่วนทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก พิจารณาความเร็วรถยนต์ที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ที่สำรวจเป็นระยะทาง 100 เมตร ก่อนถึงป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น มีค่าเท่ากับ 91 กม./ชม. และขีดจำกัดความเร็วที่ระบุไว้ในเขตชุมชน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 กม./ชม. จากนั้นนำค่าความเร็วทั้งสองข้างต้นมาคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว (รายละเอียดในการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงแสดงดังภาคผนวก ค-1) พบว่า ระยะทางช่วงที่ผู้ขับขี่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว มีค่าเท่ากับ 63 เมตร และระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน มีค่าเท่ากับ 145 เมตร รวมเป็นระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วทั้งหมดอย่างน้อย 208 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่น้อยกว่าระยะในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ 292 เมตร (ระยะทางจากตำแหน่งป้ายแขวนสูง ถึง จุดสิ้นสุด OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง)

ดังนั้น เมื่อพิจารณาระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยทั้งสองทิศทาง พบว่า ระยะในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบันครอบคลุมระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วน้อยที่สุดที่ควรจะมีจากการคำนวณ

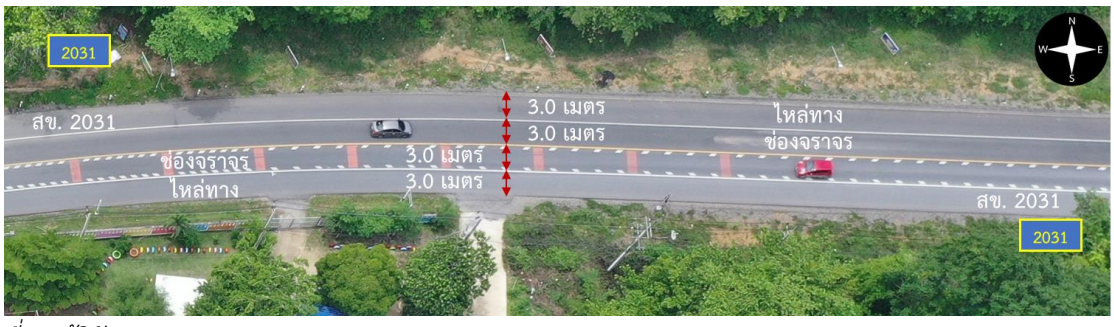
การกำหนดขีดจำกัดความเร็วบริเวณชุมชนวัดเขากลอยได้ถูกคำนวณ โดยใช้วิธีความเร็วในการขับขี่ ตามแนวทางของ Illinois Department of Transportation (FHWA, 2012A) รายละเอียดในการกำหนดขีดจำกัดความเร็วแสดงดังภาคผนวก ค-2 พบว่า ขีดจำกัดความเร็วในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก มีค่าเท่ากับ 60 กม./ชม. ส่วนทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก มีค่าเท่ากับ 75 กม./ชม. ซึ่งขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณมีค่ามากกว่าขีดจำกัดความเร็วที่กำหนดบนเส้นทางศึกษาซึ่งมีค่า 30 และ 45 กม./ชม. ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณทั้งสองทิศทาง พบว่า ขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณมีค่ามากกว่าขีดจำกัดความเร็วที่กำหนดไว้บริเวณชุมชนวัดเขากลอยค่อนข้างมาก อาจเป็นเพราะ การกำหนดขีดจำกัดความเร็วที่ต่ำ (30 กม./ชม.) เพื่อลดโอกาสความรุนแรงของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-1 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-2 ลักษณะทางกายภาพช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

4.2 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

ปริมาณการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยได้ถูกสำรวจ เมื่อวันพุธที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ในช่วงเวลาปกติ 11.00-12.00 น. (ดังรูปที่ 4-3) พบว่า ถนนองค์การบริหารส่วนจังหวัดสงขลา (อบจ.) สข.ถ. 10085 มีปริมาณการจราจร เท่ากับ 118 (เลี้ยวซ้าย) และ 98 (เลี้ยวขวา) PCU/ชั่วโมง และมีสัดส่วนยานพาหนะ (รถยนต์ : รถจักรยานยนต์ : รถบรรทุก) เท่ากับ 64 : 31 : 5 และถนนทางหลวงชนบท (ทช.) สข. 2031 ในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก มีปริมาณการจราจร เท่ากับ 62 (ตรงไป) และ 92 (เลี้ยวขวา) PCU/ชั่วโมง และมีสัดส่วนยานพาหนะ เท่ากับ 57 : 39 : 4 ส่วนในแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก มีปริมาณการจราจร เท่ากับ 104 (ตรงไป) และ 88 (เลี้ยวขวา) PCU/ชั่วโมง และมีสัดส่วนยานพาหนะ เท่ากับ 69 : 26 : 6

จากสัดส่วนยานพาหนะข้างต้น พบว่า ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยมีสัดส่วนยานพาหนะส่วนใหญ่ที่สัญจรผ่านเป็นรถยนต์ รองลงมาเป็นรถจักรยานยนต์ และรถบรรทุก งานวิจัยนี้จึงสำรวจความเร็วเฉพาะรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) เนื่องจาก ส่วนใหญ่รถจักรยานยนต์ขับขี่บนไหล่ทาง และมีจำนวนรถบรรทุกที่ค่อนข้างน้อย ดังนั้น การศึกษาในอนาคตอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในครอบคลุมทุกประเภทยานพาหนะ

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-3 ปริมาณการจราจรที่ผ่านทางแยกชุมชนวัดเขากลอย

4.3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

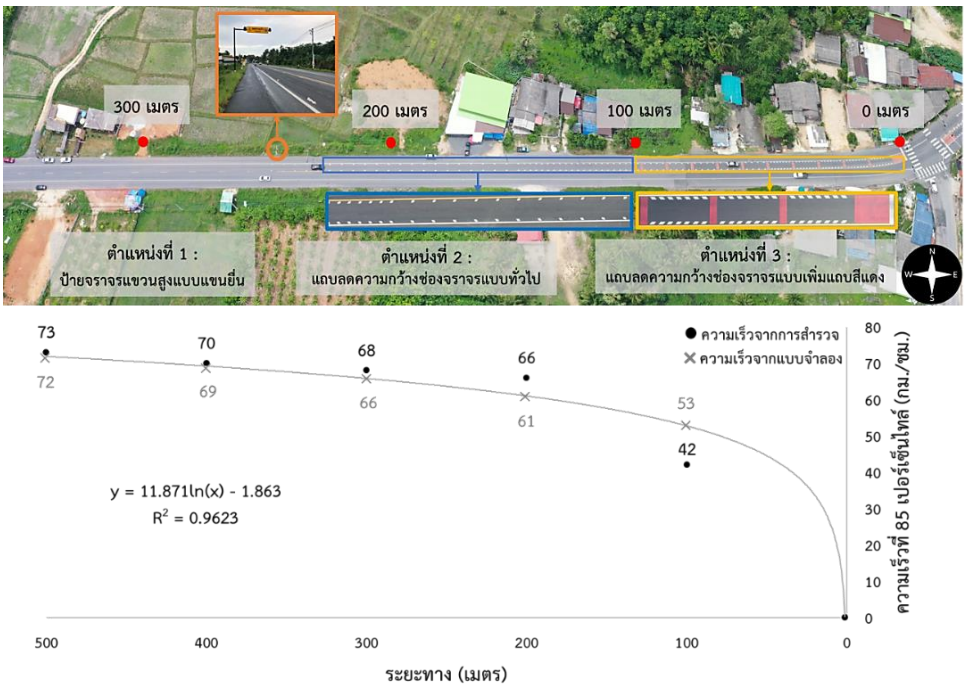
การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) ได้ถูกสำรวจและวิเคราะห์ โดยไม่พิจารณารถจักรยานยนต์เนื่องจากรถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่ขับขี่บนไหล่ทางที่ค่อนข้างกว้าง (ประมาณ 3 เมตร) ซึ่งได้ดำเนินการสำรวจในช่วงเวลาที่มีการไหลของกระแสจราจรเป็นแบบอิสระ ของวันศุกร์ที่ 7 และวันพฤหัสบดีที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2562 โดยใช้วิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) บริเวณก่อนและหลังผ่านตำแหน่งของมาตรการชะลอความเร็ว (ดังแสดงในรูปที่ 4-1) และกำหนดตำแหน่งจุดสำรวจข้อมูลความเร็วทุกระยะ 100 เมตร เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้ (400 ตัวอย่างต่อจุดสำรวจ) มาจัดทำกราฟความเร็วตามระยะทาง (Speed Profile) และวิเคราะห์หาสมการแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดช่วงถนนที่พิจารณา

ข้อมูลความเร็วรถยนต์ที่สำรวจถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ได้ดังรูปที่ 4-4 รวมทั้งแสดงแบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดเส้นทางศึกษาแบบลอการิทึม (Logarithmic Trendline) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9623 และ 0.9961 สำหรับเส้นแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาเข้าอำเภอนาหม่อม หรืออำเภอหาดใหญ่) และตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าเมืองสงขลา หรืออำเภอหาดใหญ่) ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวสูงเพียงพอที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อได้

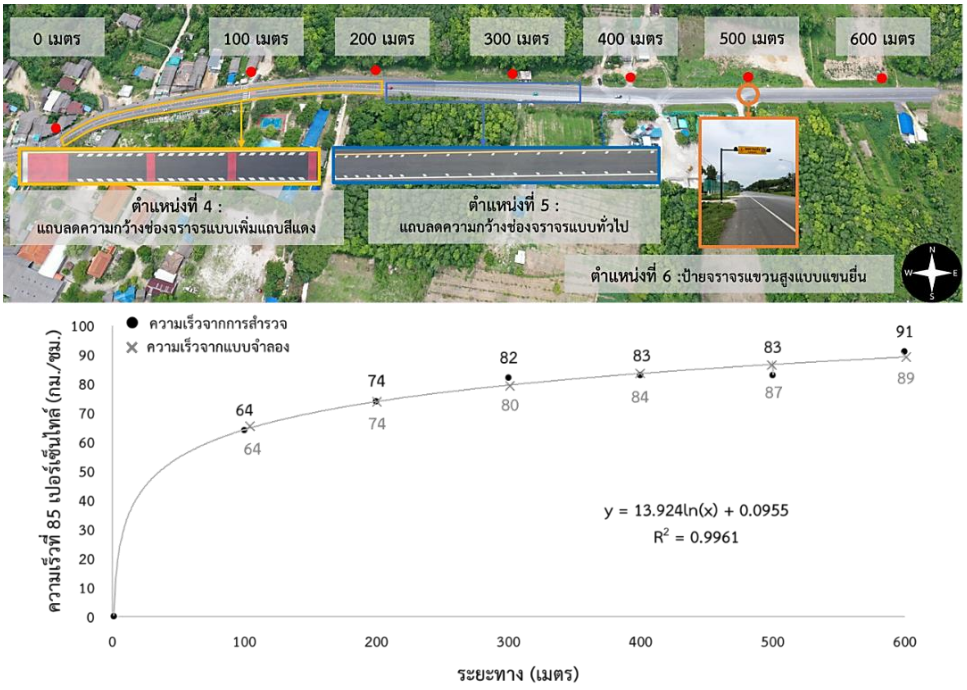
จากรูปที่ 4-4 ก) ภาพรวมของแนวโน้มการใช้ความเร็ว พบว่า ในช่วงระยะทางที่ไกลเกินกว่า 500 เมตร มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (มากกว่า 73 กม./ชม.) แต่เมื่อเดินทางในช่วง 500 ถึง 300 เมตร การใช้ความเร็วจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ คือ ลดจาก 73 กม./ชม. ที่ 500 เป็น 70 กม./ชม. ที่ 400 เมตร และลดจากระยะ 400 เมตร เป็น 68 กม./ชม. ที่ 300 เมตร ส่วนช่วง 300 ถึง 100 เมตร ซึ่งมีป้ายแขวนสูง และ OSB แบบทั่วไป ความเร็วลดลงจากระยะ 300 เมตร เป็น 66 กม./ชม. ที่ 200 เมตร และลดจากระยะ 200 เมตร เป็น 42 กม./ชม. ที่ 100 เมตร สุดท้ายความเร็วในช่วง 100 ถึง 0 เมตร (เส้นหยุด) ซึ่งมี OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ความเร็วลดลงอย่างชัดเจน จาก 42 กม./ชม. เหลือ 0.3 กม./ชม. (ประมาณการจากแบบจำลองที่ได้ในรูปที่ 4-4 ก) ที่ระยะทาง 1.1 เมตรจากเส้นหยุด

ส่วนรูปที่ 4-4 ข) พบว่า ระยะทางที่ไกลเกินกว่า 500 เมตร (ป้ายแขวนสูง) มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (มากกว่า 83 กม./ชม.) เมื่อเดินทางในช่วง 500 ถึง 300 เมตร การใช้ความเร็วลดลงเล็กน้อย คือ ลดจาก 83 กม./ชม. ที่ 500 และ 400 เมตร เป็น 82 กม./ชม. ที่ 300 เมตร ส่วนช่วง 300 ถึง 200 เมตร ซึ่งมี OSB แบบทั่วไป ความเร็วลดลง 8 กม./ชม. (74 กม./ชม. ที่ 200 เมตร) สำหรับช่วง 200 ถึง 100 เมตร ซึ่งมี OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ความเร็วลดลง 10 กม./ชม. (64 กม./ชม. ที่ 100 เมตร) สุดท้ายความเร็วในช่วง 100 ถึง 0 เมตร (เส้นหยุด) ลดลงอย่างชัดเจน จาก 64 กม./ชม. เหลือ 0.1 กม./ชม. (ประมาณการจากแบบจำลองที่ได้ในรูปที่ 4-4 ข) ที่ระยะทาง 1 เมตร

นอกจากนี้ ยังได้สำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) ของรถยนต์แต่ละคันที่ผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท โดยใช้ข้อมูลภาพวีดิทัศน์จากอากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในหัวข้อถัดไป



ก) แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก



ข) แนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-4 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

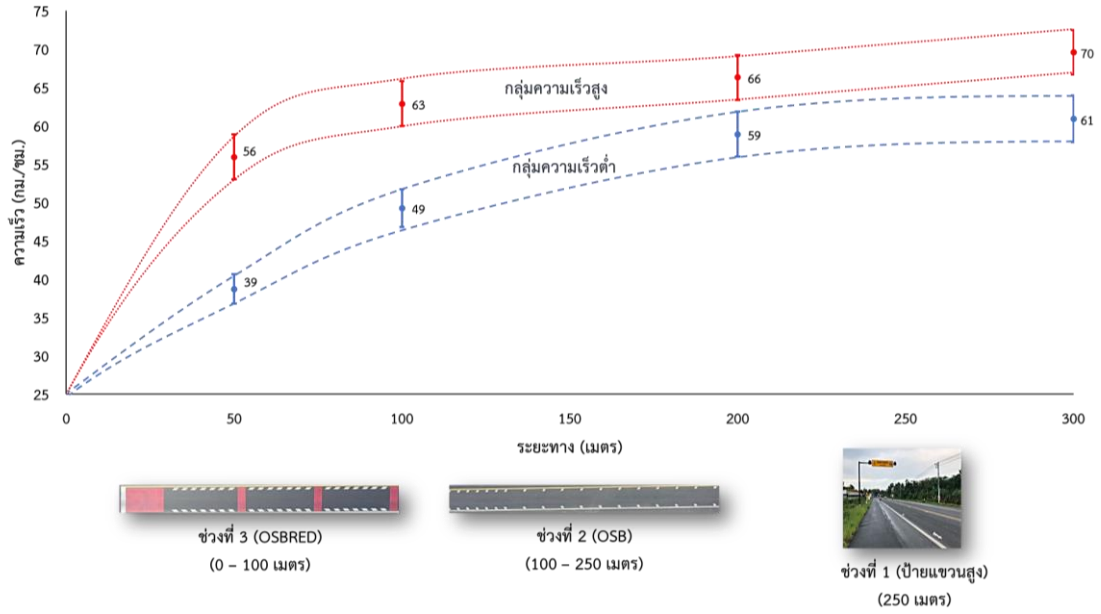
4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วพิจารณาจากความแตกต่างความเร็วของรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทรวม 6 ช่วง โดยช่วงที่ 1 และ 6 เป็นป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) ช่วงที่ 2 และ 5 เป็นช่วงถนนที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) และช่วงที่ 3 และ 4 เป็นช่วงถนนที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ซึ่งได้ข้อมูลจากภาพวีดิทัศน์ของโดรน (Drone) จำนวนรวม 34 ตัวอย่าง (คัน) คิดเป็นร้อยละ 12 ของปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วน โดยสามารถแบ่งกลุ่มความเร็วของรถยนต์ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มความเร็วสูง และต่ำ (ดังรูปที่ 4-5) จากนั้นนำกลุ่มความเร็วดังกล่าวมาวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว ผลการศึกษา พบว่า แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาเข้าอำเภอนาหม่อม) ของกลุ่มความเร็วสูง (73 – 65 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลังป้ายแขวนสูง ลดจาก 69.55 เหลือ 66.29 กม./ชม. (ลดลง 3.26 กม./ชม. หรือ 4.69 %) ช่วงที่ 2 (OSB) ลดจาก 66.29 เหลือ 58.88 กม./ชม. (ลดลง 7.41 กม./ชม. หรือ 11.18 %) และช่วงที่ 3 (OSBRED) ลดจาก 62.86 เหลือ 55.91 กม./ชม. (ลดลง 6.95 กม./ชม. หรือ 11.06 %) และกลุ่มความเร็วต่ำ (64 – 52 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 1 ลดจาก 60.85 เหลือ 58.88 กม./ชม. (ลดลง 1.97 กม./ชม. หรือ 3.24 %) ช่วงที่ 2 ลดจาก 58.88 เหลือ 49.26 กม./ชม. (ลดลง 9.29 กม./ชม. หรือ 15.78 %) และช่วงที่ 3 ลดจาก 49.26 เหลือ 38.69 กม./ชม. (10.57 กม./ชม. หรือ 21.46 %)

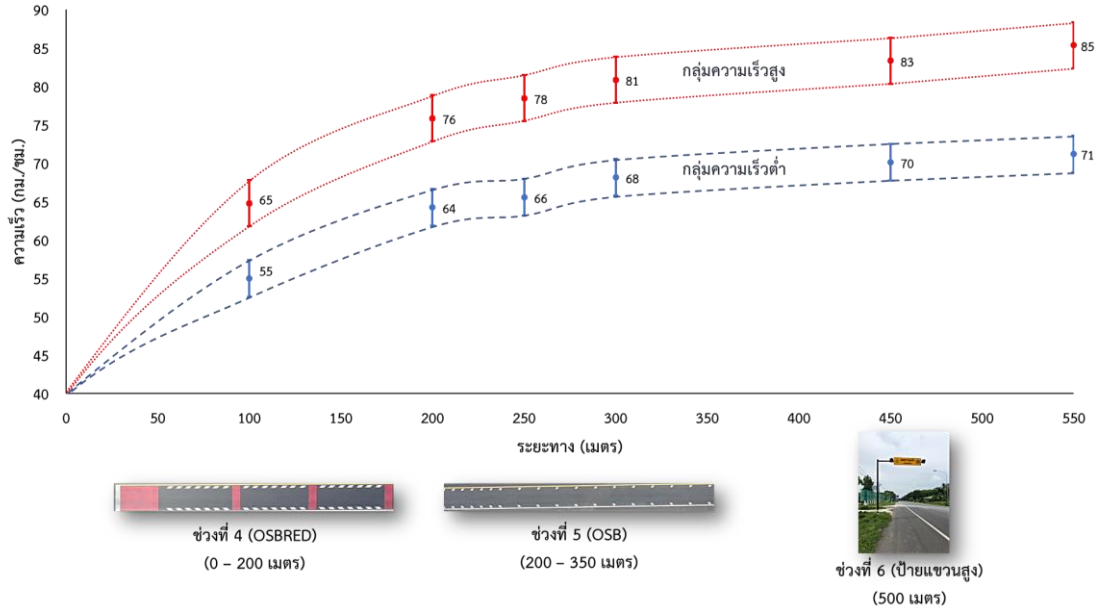
ส่วนแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าเมืองสงขลา หรืออำเภอหาดใหญ่) ของกลุ่มความเร็วสูง (87 – 78 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลัง OSBRED ลดลงจาก 75.84 เป็น 64.77 กม./ชม. (ลดลง 11.07 กม./ชม. หรือ 14.59 %) ส่วนช่วงที่ 5 (OSB) ความเร็วเฉลี่ยลดลงจาก 80.86 เป็น 75.84 กม./ชม. (ลดลง 5.02 กม./ชม. หรือ 6.21 %) และช่วงที่ 6 (ป้ายแขวนสูง) ความเร็วเฉลี่ยลดจาก 85.35 เหลือ 83.34 กม./ชม. (ลดลง 2.01 กม./ชม. หรือ 2.36 %) และกลุ่มความเร็วต่ำ (74 – 66 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลัง OSBRED ลดลงจาก 64.26 เหลือ 55.02 กม./ชม. (ลดลง 9.24 กม./ชม. หรือ 14.38 %) ส่วนช่วงที่ 5 (OSB) ความเร็วเฉลี่ยลดจาก 68.14 เหลือ 64.24 กม./ชม. (ลดลง 3.90 กม./ชม. หรือ 5.72 %) และช่วงที่ 6 (ป้ายแขวนสูง) ความเร็วเฉลี่ยลดจาก 71.20 เหลือ 70.10 กม./ชม. (ลดลง 1.10 กม./ชม. หรือ 1.54 %) จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า กลุ่มความเร็วสูงมีแนวโน้มเป็นผู้เดินทางผ่านชุมชน ส่วนกลุ่มความเร็วต่ำมีแนวโน้มเป็นผู้เดินทางย่านบริเวณศึกษา

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละตำแหน่งด้วยการวิเคราะห์ t-test (ผลแสดงในตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2) พบว่า แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก การใช้ความเร็วก่อนและหลังป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED สามารถลดความเร็วของรถยนต์กลุ่มความเร็วสูงได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ สำหรับกลุ่มความเร็วต่ำ ป้ายแขวนสูงสามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ OSB และ OSBRED สามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ส่วนแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก การใช้ความเร็วก่อนและหลังของกลุ่มความเร็วสูงและกลุ่มความต่ำ ป้ายแขวนสูงสามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ OSB และ OSBRED สามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

ดังนั้น การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยทั้ง 2 ทิศทาง อาจสรุปได้ว่า ป้ายแขวนสูงลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ OSB และ OSBRED สามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะรถยนต์ที่ใช้ความเร็วต่ำ



ก) แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก



ข) แนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-5 ความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยเมื่อจำแนกตามกลุ่มความเร็ว

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก

	ช่วงที่ 1 (ป้ายแขวนสูง)			**ช่วงที่ 2 (OSB)**			**ช่วงที่ 3 (OSBRED)**		
กลุ่มการใช้ความเร็ว (กม./ชม.)	**ก่อน** (ตำแหน่ง 300 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 200 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 200 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 100 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 100 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 50 เมตร)	**ค่า *t***
สูง	69.55	66.29	0.908	66.29	62.86	0.952	62.86	55.91	1.578
ต่ำ	60.85	58.88	0.502	58.88	49.26	3.237*	49.26	38.69	3.080*

*หมายเหตุ: * คือ มาตรการชะลอความเร็วส่งผลต่อความเร็วอย่างมีนัยสำคัญที่ 90%*
(กลุ่มความเร็วสูง และต่ำ มีค่า t_C เท่ากับ 1.812 และ 2.132)
ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก

	ช่วงที่ 4 (OSBRED)			**ช่วงที่ 5 (OSB)**			**ช่วงที่ 6 (ป้ายแขวนสูง)**		
กลุ่มการใช้ความเร็ว (กม./ชม.)	**ก่อน** (ตำแหน่ง 200 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 100 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 300 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 200 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 550 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 450 เมตร)	**ค่า *t***
สูง	75.84	64.77	7.619*	80.86	75.84	2.974*	85.35	83.34	0.832
ต่ำ	64.26	55.02	4.119*	68.14	64.24	1.757*	71.20	70.10	0.504

*หมายเหตุ: * คือ มาตรการชะลอความเร็วส่งผลต่อความเร็วอย่างมีนัยสำคัญที่ 90%*
(กลุ่มความเร็วสูง และต่ำ มีค่า t_C เท่ากับ 1.706 และ 1.725)
ที่มา: ผู้วิจัย

4.5 ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

ในการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วของรถยนต์บนเส้นทางศึกษา งานวิจัยนี้ได้พิจารณาจากจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ดังรูปที่ 4-6) โดยวิเคราะห์จำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่พิจารณา (Access Conflict Number, ACN; รายละเอียดวิธีคำนวณได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 3.6 ตารางที่ 3-1) ผลแสดงในตารางที่ 4-3 พบว่า ในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก ค่า ACN ของช่วงถนน OSBRED OSB และป้ายแขวนสูง มีค่าเท่ากับ 81 81 43 และ 32 ตามลำดับ ส่วนแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ค่า ACN ของช่วงถนน OSBRED OSB และป้ายแขวนสูง มีค่าเท่ากับ 99 169 11 และ 64 ตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก ค่า ACN ของช่วงถนนและ OSBRED มีค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % ส่วน OSB มีค่าอยู่ระหว่าง 41 – 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 5 % สำหรับป้ายแขวนสูง มีค่าน้อยกว่า 40 จึงไม่ส่งผลต่อความเร็ว และแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ค่า ACN ของช่วงถนนและ OSBRED มี

ค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % ส่วน OSB และป้ายแขวนสูง มีค่าน้อยกว่า 40 จึงไม่ส่งผลต่อความเร็ว (รายละเอียดเปอร์เซ็นต์ความเร็วที่ลดลงได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 3.6 ตารางที่ 3-1)

ดังนั้น การวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยทั้ง 2 ทิศทาง อาจสรุปได้ว่า จากจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนมีค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางทำให้รถยนต์ชะลอความเร็วเมื่อขับขี่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

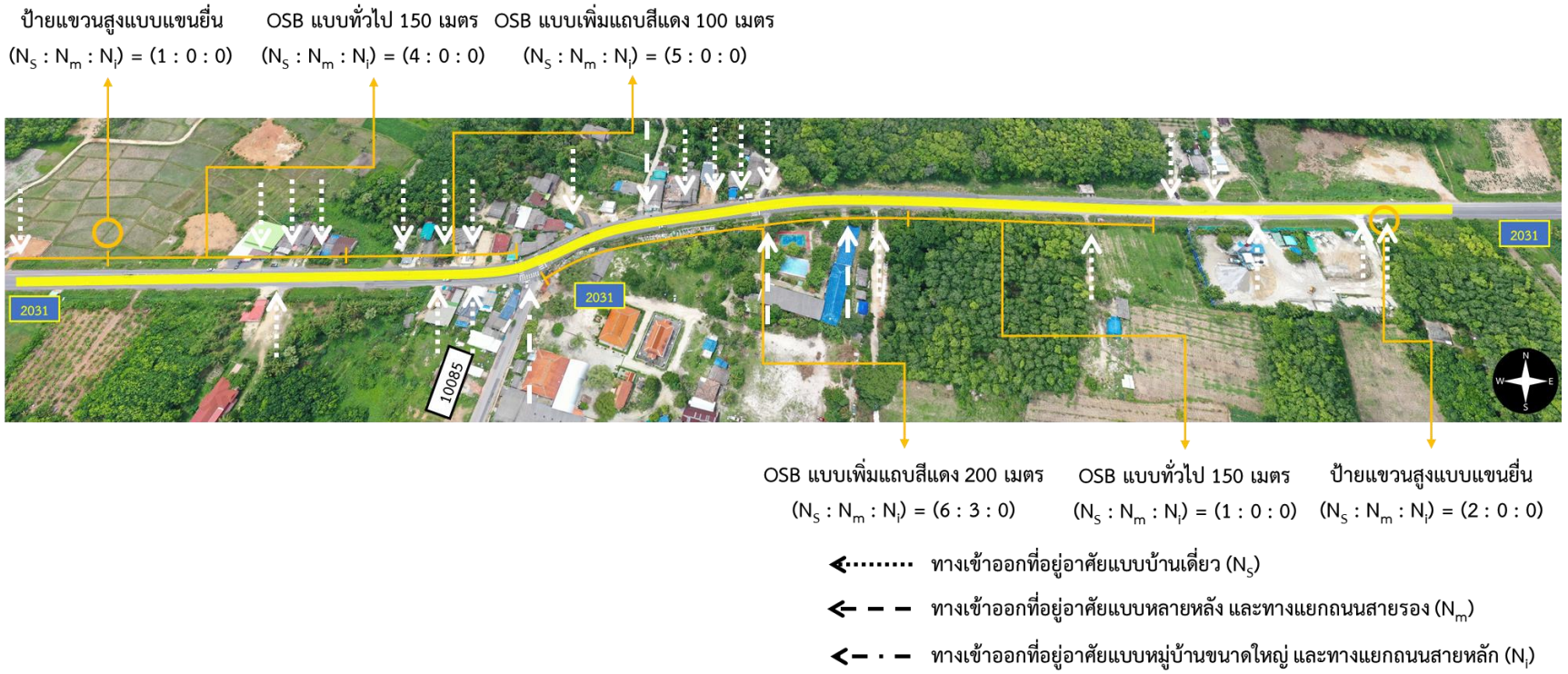
ทิศทาง		จำนวนทางเข้าออก (จุด)			ระยะทางที่พิจารณา (เมตร)	ACN
		ที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว	ที่อยู่อาศัยแบบหลายหลัง และทางแยกถนนสายรอง	ที่อยู่อาศัยแบบหมู่บ้านขนาดใหญ่ และทางแยกถนนสายหลัก		
ตะวันตกสู่ตะวันออก	ช่วงถนน	10	0	1	400	81
	OSBRED	5	0	0	100	81
	OSB	4	0	0	150	43
	ป้ายแขวนสูง	1	0	0	50	32
ตะวันออกสู่ตะวันตก	ช่วงถนน	12	3	1	600	99
	OSBRED	6	3	0	200	169
	OSB	1	0	0	150	11
	ป้ายแขวนสูง	2	0	0	50	64

ที่มา: ผู้วิจัย

หมายเหตุ: ตัวอย่างการคำนวณค่า ACN (ช่องถนนในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก)

$$ACN = 1.61 \times \frac{N_s + 5N_m + 10N_i}{L}$$

$$= 1.61 \times \left[\frac{10 + 5(0) + 10(1)}{0.4} \right] = 81$$

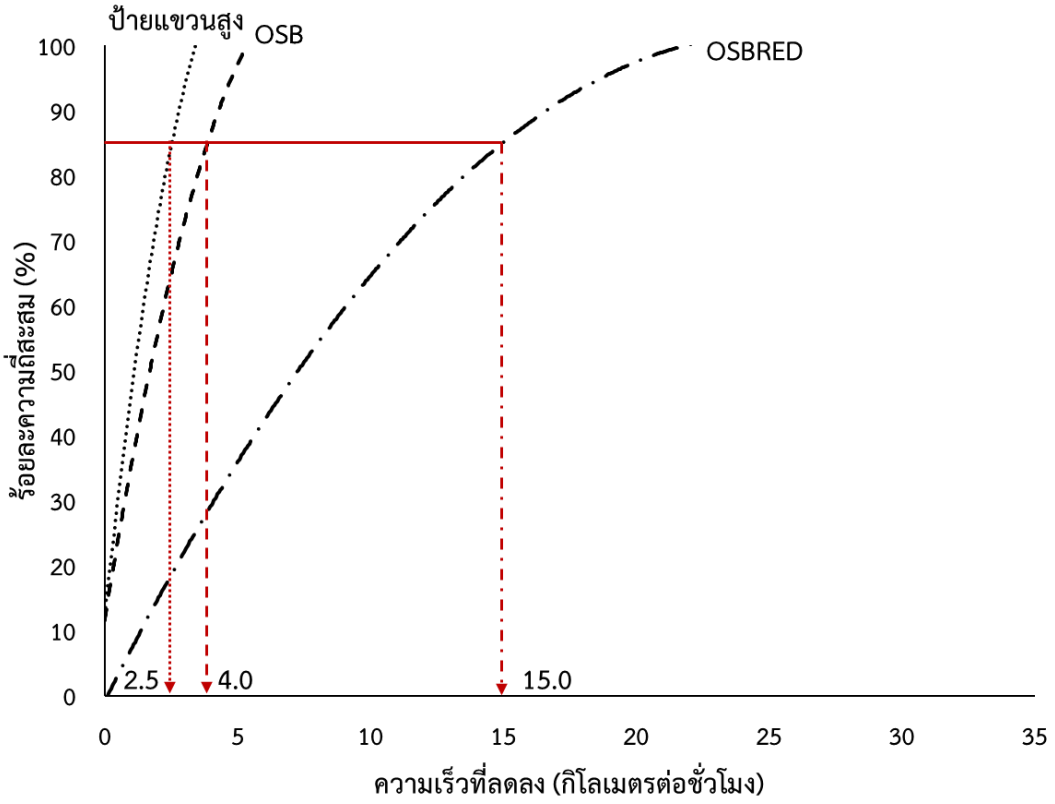


ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-6 ตำแหน่งและจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

4.6 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทดังอธิบายในหัวข้อย่อยก่อนหน้านี้ นำมาซึ่งคำถามที่ว่า มาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท สามารถลดความเร็วแตกต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ในงานวิจัยจึงได้แยกข้อมูลความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านมาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ซึ่งได้ข้อมูลจากภาพวีดิทัศน์ของโดรน (Drone) จำนวนรวม 126 ตัวอย่าง (คัน) คิดเป็นร้อยละ 47 ของปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วน และนำมาเขียนแผนภาพความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงดังรูปที่ 4-7 โดยพบว่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลง บริเวณที่ติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น เท่ากับ 2.5 กม./ชม. (ลดลง 3.52 %) ส่วนบริเวณที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและเพิ่มแถบสีแดง มีค่าเท่ากับ 4.0 (ลดลง 3.50 %) และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 14.82 %) ตามลำดับ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 4-7 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท

เมื่อเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงระหว่างมาตรการชะลอความเร็วแต่ละคู่ ซึ่งประกอบด้วย 1) ป้ายแขวนสูงกับ OSB 2) ป้ายแขวนสูงกับ OSBRED และ 3) OSB กับ OSBRED ผลการวิเคราะห์ t-test ของความเร็วที่ลดลง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-4 พบว่าป้ายแขวนสูงกับ OSB แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนป้ายแขวนสูงกับ OSBRED และ OSB กับ

OSBRED แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 กล่าวได้ว่า ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น ลดความเร็วของรถยนต์ได้ในทิศทางคล้ายกับการใช้แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป คือแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่จะให้ผลที่แตกต่างกับการใช้แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบระหว่างแถบลดความกว้างช่องจราจรทั้ง 2 รูปแบบ (OSB และ OSBRED) พบว่า แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง ทำให้ความเร็วลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วที่มีความเร็วที่ลดลง

	เปรียบเทียบคู่ที่ 1		**เปรียบเทียบคู่ที่ 2**		**เปรียบเทียบคู่ที่ 3**	
ตัวชี้วัด	**ป้ายแขวนสูง**	**OSB**	**ป้ายแขวนสูง**	**OSBRED**	**OSB**	**OSBRED**
ค่าเฉลี่ย (กม./ชม.)	2.93	2.90	2.93	11.05	2.90	11.05
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.)	2.94	2.11	2.94	5.78	2.11	5.78
จำนวนตัวอย่างข้อมูล (คัน)	21	43	21	64	43	64
ตรวจสอบความเร็วที่ลดลงของแต่ละประเภทจะให้ผลลัพธ์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่						
ค่า t	0.042		8.404		10.304	
ค่า t_C (ความเชื่อมั่นร้อยละ 90)	3.455		3.412		3.386	
ความเร็วที่ลดลงแตกต่างกัน	ไม่มีนัยสำคัญ		มีนัยสำคัญ		มีนัยสำคัญ	

ที่มา: ผู้วิจัย

หากเรียงลำดับประสิทธิผลในการลดความเร็วของมาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท ข้างต้น อาจสรุปได้ว่า OSBRED > OSB $\approx$ ป้ายแขวนสูง อย่างไรก็ตาม กรณีศึกษาในบทนี้อาจมีผลกระทบจากทางแยกและพื้นที่ข้างทางเข้ามามีส่วนต่อการลดความเร็วในช่วงปลายของแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง ดังนั้น ในบทถัดไปกล่าวถึงเส้นทางศึกษาอื่นที่ไม่มีผลกระทบของทางแยกมาเกี่ยวข้อง

บทที่ 5
ผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

บทนี้นำเสนอผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 ส่วนหลัก ประกอบด้วย ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพ ผลการสำรวจปริมาณการจราจร ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วระหว่างกรณีศึกษาสองชุมชน โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

5.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

การสำรวจข้อมูลกายภาพของถนนและตำแหน่งที่มีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (ข้อมูลสำรวจเมื่อวันพุธที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งเป็นถนนในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท (ทช.) สข. 3005 เส้นทางดังกล่าวได้มีการปรับปรุงสภาพเส้นทางและผิวจราจรพร้อมมาตรการชะลอความเร็วด้วยการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง (Optical Speed Bar, OSB) ในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาเข้าเมืองสงขลา) และตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่) แสดงดังรูปที่ 5-1 โดยผิวทางจราจรเป็นแอสฟัลต์คอนกรีตขนาด 2 ช่องจราจร (1 ช่องจราจรต่อทิศทาง) กว้างช่องละ 3.5 เมตร และมีไหล่ทางกว้าง 2.3 เมตรต่อทิศทาง (ดังรูปที่ 5-2) เนื่องจากเส้นทางดังกล่าวได้เปิดให้บริการมาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ส่วนการสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ได้ดำเนินการในเดือนธันวาคมของปีเดียวกัน โดยมีสมมติฐานว่าผู้ใช้ทางขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วที่คุ้นชินกับสภาพเส้นทางแล้ว

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่นำข้อมูลความเร็วของรถยนต์ที่แล่นผ่านถนนช่วงก่อนมีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วมาพิจารณา เนื่องจากมีการปรับปรุงสภาพผิวทางร่วมด้วย จึงอาจมีผลของการปรับปรุงสภาพผิวทางต่อความเร็วของรถยนต์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเน้นเปรียบเทียบประสิทธิผลระหว่างช่วงก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละตำแหน่งในรูปที่ 5-1 โดยสำหรับทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก ตำแหน่ง 0 เมตร คือ บริเวณทางเข้าโรงเรียนและวัดหินเกลี้ยง (ทางม้าลาย) ตำแหน่ง 0 ถึง 100 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ตำแหน่งที่ 100 ถึง 250 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบทั่วไป และตำแหน่ง 350 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้งป้ายแขวนสูง ส่วนทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ตำแหน่ง 0 เมตร คือ บริเวณทางเข้าโรงเรียนและวัดหินเกลี้ยง (ทางม้าลาย) ตำแหน่ง 0 ถึง 100 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ตำแหน่งที่ 100 ถึง 250 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้ง OSB แบบทั่วไป และตำแหน่ง 230 เมตร คือ ช่วงที่ติดตั้งป้ายแขวนสูง

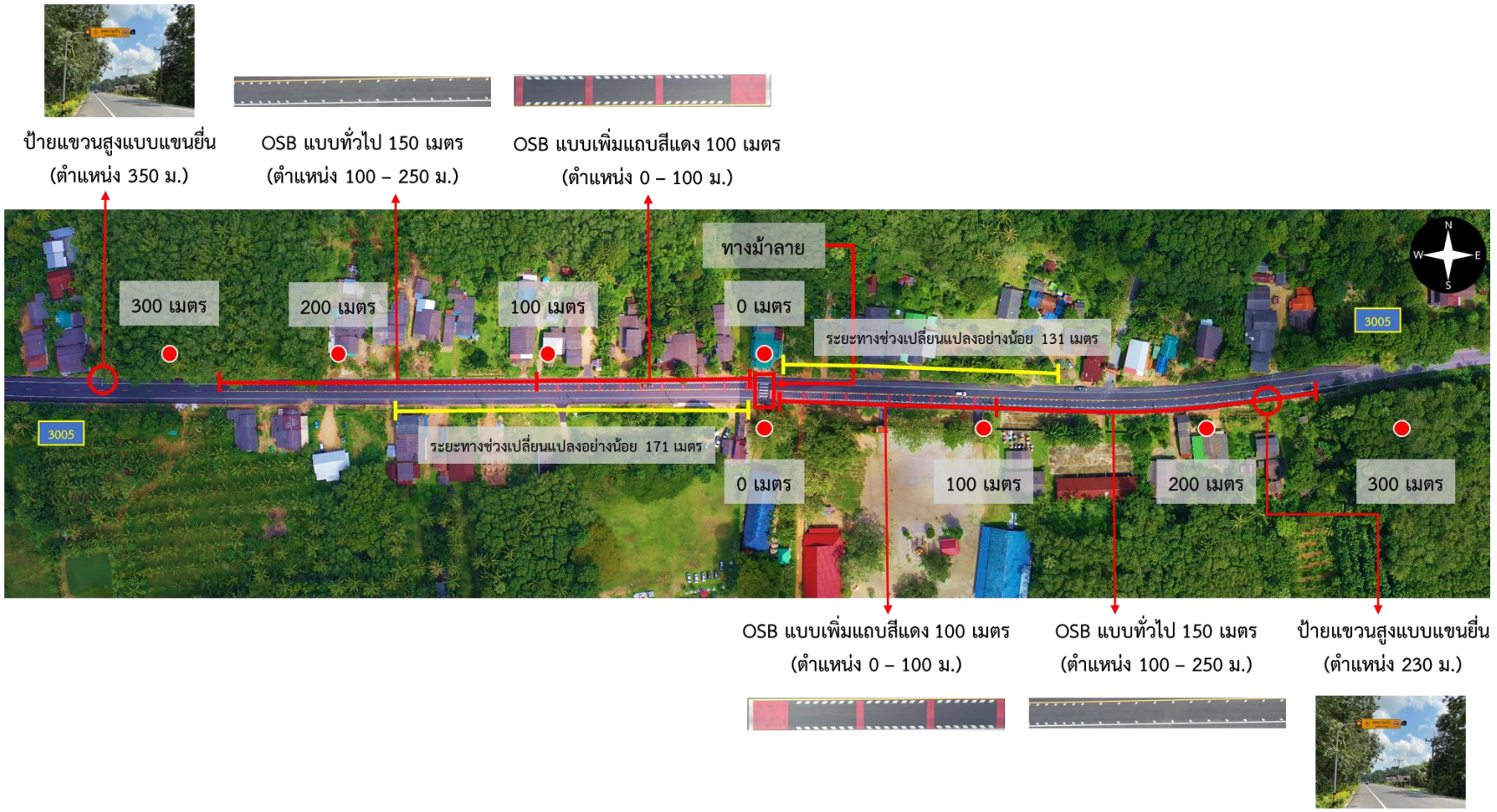
การกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงได้ถูกคำนวณ โดยทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก พิจารณาความเร็วรถยนต์ที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ที่สำรวจเป็นระยะทาง 50 เมตร ก่อนถึงป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น มีค่าเท่ากับ 80 กม./ชม. และขีดจำกัดความเร็วที่ระบุไว้ในเขตชุมชน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 กม./ชม. จากนั้นนำค่าความเร็วทั้งสองข้างต้นมาคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว (รายละเอียดในการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงแสดงดังภาคผนวก ค-1) พบว่า ระยะทางช่วงที่ผู้ขับขี่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว มีค่าเท่ากับ 56 เมตร และระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน มีค่าเท่ากับ 116 เมตร รวมเป็นระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วทั้งหมดอย่างน้อย 172 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่น้อยกว่าระยะในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ 178 เมตร (ระยะทางจากตำแหน่งป้ายแขวนสูง ถึง จุดสิ้นสุด OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง)

ส่วนทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก พิจารณาความเร็วรถยนต์ที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ที่สำรวจเป็นระยะทาง 70 เมตร ก่อนถึงป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น มีค่าเท่ากับ 67 กม./ชม. และขีดจำกัดความเร็วที่ระบุไว้ในเขตชุมชน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 กม./ชม. จากนั้นนำค่าความเร็วทั้งสองข้างต้นมาคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว (รายละเอียดในการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงแสดงดังภาคผนวก ค-1) พบว่า ระยะทางช่วงที่ผู้ขับขี่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว มีค่าเท่ากับ 47 เมตร และระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน มีค่าเท่ากับ 85 เมตร รวมเป็นระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วทั้งหมดอย่างน้อย 132 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่น้อยกว่าระยะในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ 118 เมตร (ระยะทางจากตำแหน่งป้ายแขวนสูง ถึง จุดสิ้นสุด OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง)

ดังนั้น เมื่อพิจารณาระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงทั้งสองทิศทาง พบว่า ระยะในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่มีอยู่ในปัจจุบันครอบคลุมระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วน้อยที่สุดที่ควรจะมีจากการคำนวณ

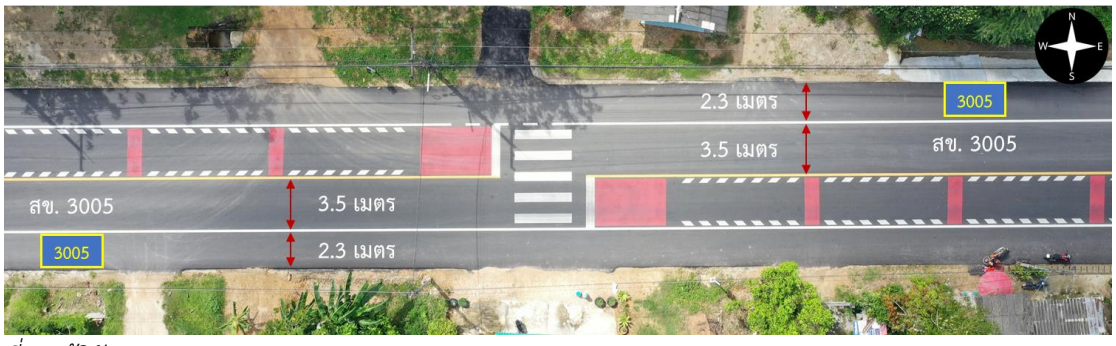
การกำหนดขีดจำกัดความเร็วบริเวณชุมชนวัดหินเกลี้ยงได้ถูกคำนวณ โดยใช้วิธีความเร็วในการขับขี่ ตามแนวทางของ Illinois Department of Transportation (FHWA, 2012A) รายละเอียดในการกำหนดขีดจำกัดความเร็วแสดงดังภาคผนวก ค-2 พบว่า ขีดจำกัดความเร็วในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก มีค่าเท่ากับ 70 กม./ชม. ส่วนทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก มีค่าเท่ากับ 50 กม./ชม. ซึ่งขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณมีค่ามากกว่าขีดจำกัดความเร็วที่กำหนดบนเส้นทางศึกษาซึ่งมีค่า 40 และ 20 กม./ชม. ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณทั้งสองทิศทาง พบว่าขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณมีค่ามากกว่าขีดจำกัดความเร็วที่กำหนดไว้บริเวณชุมชนวัดหินเกลี้ยงค่อนข้างมาก อาจเป็นเพราะ การกำหนดขีดจำกัดความเร็วที่ต่ำ (30 กม./ชม.) เพื่อลดโอกาสความรุนแรงของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-1 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง



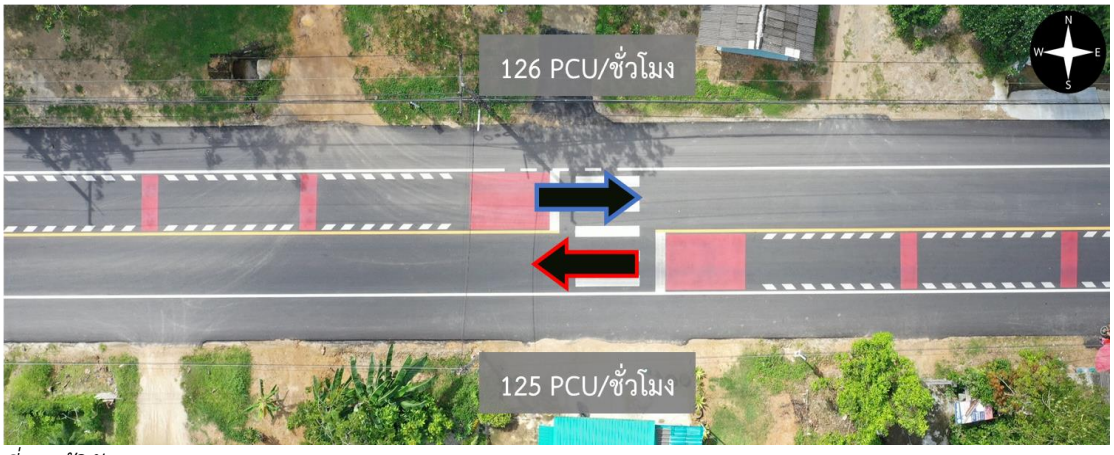
ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-2 ลักษณะทางกายภาพช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

5.2 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ปริมาณการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงได้ถูกสำรวจ เมื่อวันพุธที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ในช่วงเวลาปกติ 10.45-11.45 น. (ดังรูปที่ 5-3) พบว่า ถนนทางหลวงชนบท (ทช.) สข. 3005 ในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาเข้าเมืองสงขลา) มีปริมาณการจราจร เท่ากับ 126 PCU/ชั่วโมง และมีสัดส่วนยานพาหนะ (รถยนต์ : รถจักรยานยนต์ : รถบรรทุก) เท่ากับ 59 : 38 : 3 ส่วนในแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่) มีปริมาณการจราจร เท่ากับ 125 PCU/ชั่วโมง และมีสัดส่วนยานพาหนะ เท่ากับ 48 : 47 : 5

จากสัดส่วนยานพาหนะข้างต้น พบว่า ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงมีสัดส่วนยานพาหนะส่วนใหญ่ที่สัญจรผ่านเป็นรถยนต์ รองลงมาเป็นรถจักรยานยนต์ และรถบรรทุก งานวิจัยนี้จึงสำรวจความเร็วเฉพาะรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) เนื่องจาก ส่วนใหญ่รถจักรยานยนต์ขับขี่บนไหล่ทาง และมีจำนวนรถบรรทุกที่ค่อนข้างน้อย ดังนั้น การศึกษาในอนาคตอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในครอบคลุมทุกประเภทยานพาหนะ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-3 ปริมาณการจราจรที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

5.3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

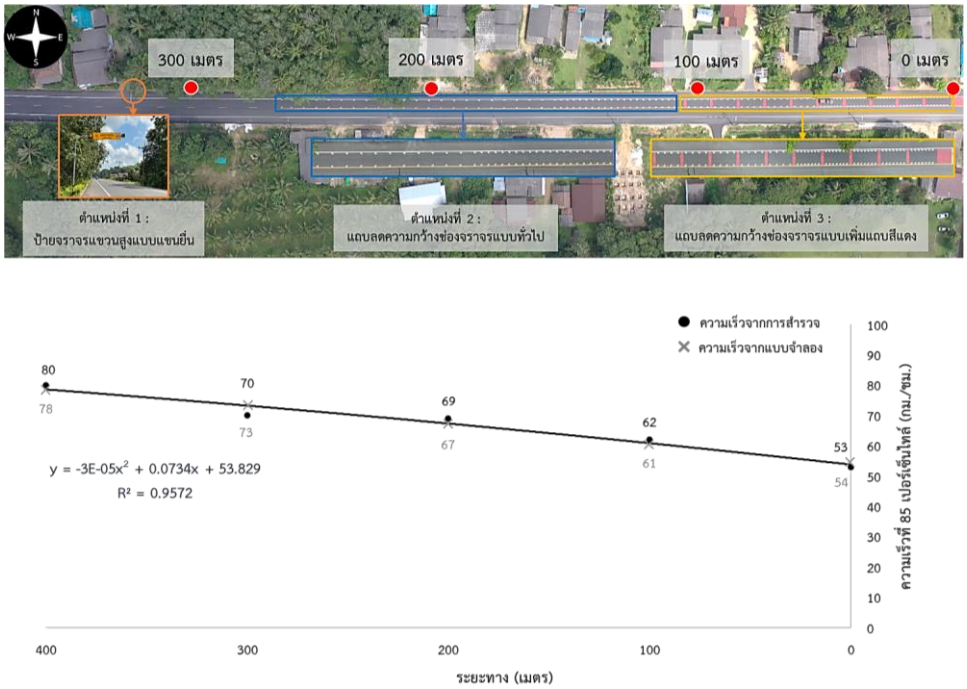
การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) ได้ถูกสำรวจและวิเคราะห์ โดยไม่พิจารณารถจักรยานยนต์เนื่องจากรถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่ขับขี่บนไหล่ทางที่ค่อนข้างกว้าง (ประมาณ 2.3 เมตร) โดยได้ดำเนินการสำรวจในช่วงเวลาที่มีการไหลของกระแสจราจรเป็นแบบอิสระ ของวันพุธที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2562 และวันพฤหัสบดีที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2563 โดยใช้วิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) บริเวณก่อนและหลังผ่านตำแหน่งของมาตรการชะลอความเร็ว (ดังแสดงในรูปที่ 5-1) และกำหนดตำแหน่งจุดสำรวจข้อมูลความเร็วทุกระยะ 100 เมตร เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้ (400 ตัวอย่างต่อจุดสำรวจ) มาจัดทำกราฟความเร็วตามระยะทาง (Speed Profile) และวิเคราะห์หาสมการแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดช่วงถนนที่พิจารณา

ข้อมูลความเร็วรถยนต์ที่สำรวจถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ได้ดังรูปที่ 5-4 รวมทั้งแสดงแบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดเส้นทางศึกษาแบบพหุนาม (Polynomial Trendline) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9572 และ 0.9618 สำหรับเส้นแนวทิศทางตะวันตก สู่ตะวันออก (ขาเข้าเมืองสงขลา) และตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่) ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวสูงเพียงพอที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อได้

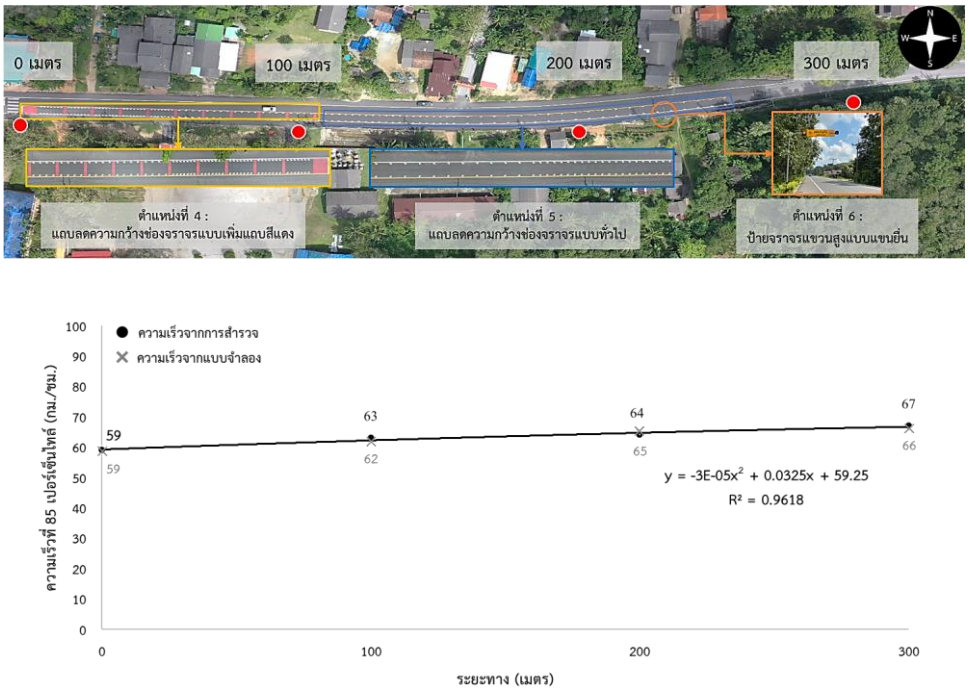
จากรูปที่ 5-4 ก) ภาพรวมของแนวโน้มการใช้ความเร็ว พบว่า ในช่วงระยะทางที่ไกลเกินกว่า 400 เมตร มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (มากกว่า 80 กม./ชม.) แต่เมื่อเดินทางในช่วง 400 ถึง 300 เมตร ซึ่งมีป้ายแขวนสูง ความเร็วลดลงจาก 80 กม./ชม. ที่ 400 เมตร เป็น 70 กม./ชม. ที่ 300 เมตร ส่วนช่วง 300 ถึง 100 เมตร ซึ่งมี OSB แบบทั่วไป ความเร็วลดลงตามลำดับจากระยะ 300 เมตร เป็น 69 กม./ชม. ที่ 200 เมตร และ 62 กม./ชม. ที่ 100 เมตร สุดท้ายความเร็วในช่วง 100 ถึง 0 เมตร ซึ่งมี OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ความเร็วลดลงจากระยะ 100 เมตร เหลือ 53 กม./ชม. ที่ 0 เมตร (ทางม้าลาย)

ส่วนจากรูปที่ 5-4 ข) พบว่า ในช่วงระยะทาง 300 ถึง 100 เมตร ซึ่งมีป้ายแขวนสูงและ OSB แบบทั่วไป ความเร็วลดลงจาก 67 กม./ชม. ที่ 300 เมตร เป็น 64 กม./ชม. ที่ 200 เมตร และ 63 กม./ชม. ที่ 100 เมตร สุดท้ายความเร็วในช่วง 100 ถึง 0 เมตร ซึ่งมี OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ความเร็วลดลงจากระยะ 100 เมตร เหลือ 59 กม./ชม. ที่ 0 เมตร (ทางม้าลาย)

นอกจากนี้ ยังได้สำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) ของรถยนต์แต่ละคันที่ผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท โดยใช้ข้อมูลภาพวีดิทัศน์จากอากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในหัวข้อถัดไป



ก) แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก



ข) แนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-4 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

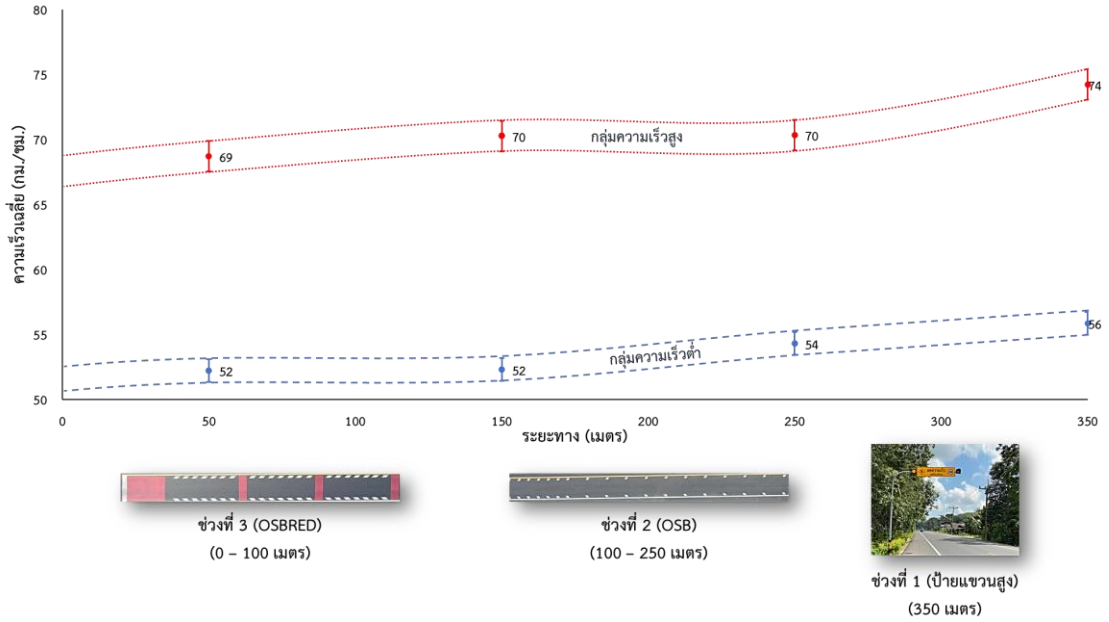
5.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วพิจารณาจากความแตกต่างความเร็วของรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทรวม โดยช่วงที่ 1 และ 6 เป็นป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) ช่วงที่ 2 และ 5 เป็นช่วงถนนที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) และช่วงที่ 3 และ 4 เป็นช่วงถนนที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ซึ่งได้ข้อมูลจากภาพวีดิทัศน์ของโดรน (Drone) จำนวนรวม 107 ตัวอย่าง (คัน) คิดเป็นร้อยละ 27 ของปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วน โดยสามารถแบ่งกลุ่มความเร็วออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มความเร็วสูง และต่ำ (ดังรูปที่ 5-5) จากนั้นนำกลุ่มความเร็วดังกล่าวมาวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว ผลการศึกษา พบว่า แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาเข้าเมืองสงขลา) ของกลุ่มความเร็วสูง (76 – 71 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลังป้ายแขวนสูงลดลงจาก 74.23 เหลือ 70.36 กม./ชม. (ลดลง 3.87 กม./ชม. หรือ 5.21 %) ส่วนช่วงที่ 2 (OSB) ความเร็วเฉลี่ยลดลงจาก 70.36 เหลือ 70.27 กม./ชม. (ลดลง 0.09 กม./ชม. หรือ 0.13 %) และช่วงที่ 3 (OSBRED) ความเร็วเฉลี่ยลดลงจาก 70.27 เหลือ 68.72 กม./ชม. (ลดลง 1.55 กม./ชม. หรือ 2.21 %) และกลุ่มความเร็วต่ำ (57 – 54 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลังป้ายแขวนสูงลดลงจาก 55.88 เหลือ 54.31 กม./ชม. (ลดลง 1.57 กม./ชม. หรือ 2.81 %) ส่วนช่วงที่ 2 (OSB) ความเร็วเฉลี่ยลดลงจาก 54.31 เหลือ 52.32 กม./ชม. (ลดลง 1.99 กม./ชม. หรือ 3.66 %) และช่วงที่ 3 (OSBRED) ความเร็วเฉลี่ยลดลงจาก 52.32 เหลือ 52.25 กม./ชม. (ลดลง 0.07 กม./ชม. หรือ 0.13 %)

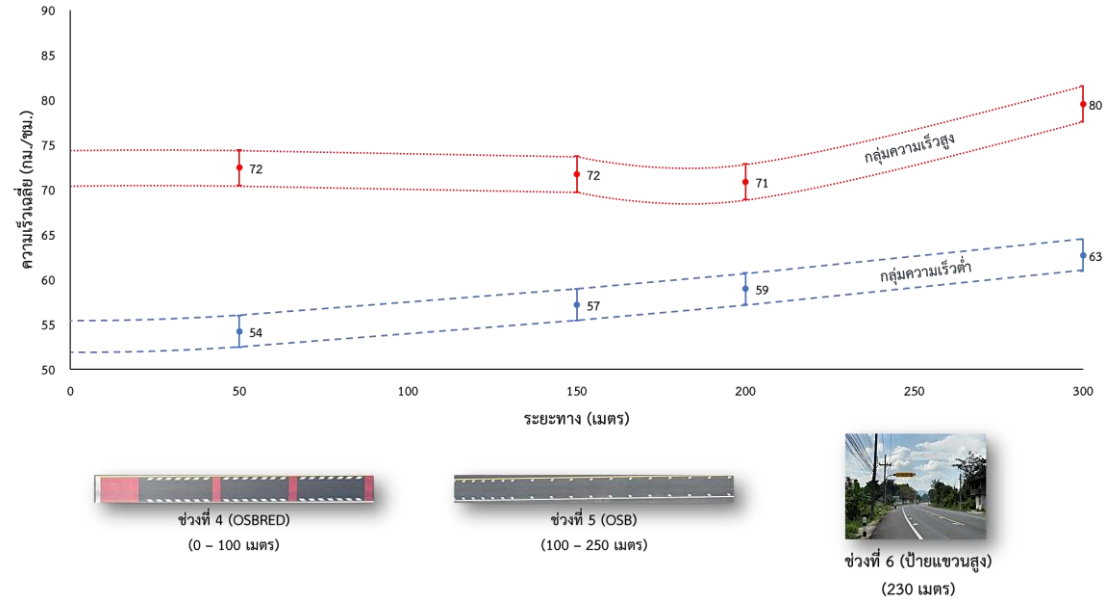
ส่วนแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่) ของกลุ่มความเร็วสูง (82 – 74 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลัง OSBRED เพิ่มขึ้นจาก 71.73 เป็น 72.45 กม./ชม. (เพิ่มขึ้น 0.72 กม./ชม. หรือ 1 %) ส่วนช่วงที่ 5 (OSB) ความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 70.89 เป็น 71.73 กม./ชม. (เพิ่มขึ้น 0.84 กม./ชม. หรือ 1.17 %) และช่วงที่ 6 (ป้ายแขวนสูง) ความเร็วเฉลี่ยลดจาก 79.55 เหลือ 70.89 กม./ชม. (ลดลง 8.66 กม./ชม. หรือ 10.89 %) และกลุ่มความเร็วต่ำ (64 – 58 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลัง OSBRED ลดลงจาก 57.19 เหลือ 54.22 กม./ชม. (ลดลง 2.97 กม./ชม. หรือ 5.19 %) ส่วนช่วงที่ 5 (OSB) ความเร็วเฉลี่ยลดจาก 58.98 เหลือ 57.19 กม./ชม. (ลดลง 1.79 กม./ชม. หรือ 3.03 %) และช่วงที่ 6 (ป้ายแขวนสูง) ความเร็วเฉลี่ยลดจาก 62.71 เหลือ 58.98 กม./ชม. (ลดลง 3.73 กม./ชม. หรือ 5.95 %) จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า กลุ่มความเร็วสูงมีแนวโน้มเป็นผู้เดินทางผ่านชุมชน ส่วนกลุ่มความเร็วต่ำมีแนวโน้มเป็นผู้เดินทางย่านบริเวณศึกษา

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละตำแหน่งด้วยการวิเคราะห์ t-test (ผลแสดงในตารางที่ 5-1 และตารางที่ 5-2) พบว่า แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก การใช้ความเร็วก่อนและหลังป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED สามารถลดความเร็วของรถยนต์กลุ่มความเร็วสูงและกลุ่มความเร็วต่ำได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก การใช้ความเร็วก่อนและหลังของกลุ่มความเร็วสูงและกลุ่มความเร็วต่ำ ป้ายแขวนสูง สามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 แต่ OSB และ OSBRED สามารถลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ

ดังนั้น การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงทั้ง 2 ทิศทาง อาจสรุปได้ว่า ป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ อาจเป็นเพราะพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรการชะลอความเร็ว หรืออาจไม่เข้าใจมาตรชะลอความเร็ว



ก) แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก



ข) แนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก

ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-5 ความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงเมื่อจำแนกตามกลุ่มความเร็ว

ตารางที่ 5-1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก

	ช่วงที่ 1 (ป้ายแขวนสูง)			**ช่วงที่ 2 (OSB)**			**ช่วงที่ 3 (OSBRED)**		
กลุ่มการใช้ความเร็ว (กม./ชม.)	**ก่อน** (ตำแหน่ง 350 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 250 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 250 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 150 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 150 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 50 เมตร)	**ค่า *t***
สูง	74.23	70.36	1.248	70.36	70.27	0.027	70.27	68.72	0.530
ต่ำ	55.88	54.31	0.703	54.31	52.32	0.989	52.32	53.25	0.029

*หมายเหตุ: * คือ มาตรการชะลอความเร็วส่งผลต่อความเร็วอย่างมีนัยสำคัญที่ 90%*
(กลุ่มความเร็วสูง และต่ำ มีค่า t_C เท่ากับ 1.680 และ 1.674)
ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 5-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วในทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก

	ช่วงที่ 4 (OSBRED)			**ช่วงที่ 5 (OSB)**			**ช่วงที่ 6 (ป้ายแขวนสูง)**		
กลุ่มการใช้ความเร็ว (กม./ชม.)	**ก่อน** (ตำแหน่ง 150 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 50 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 200 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 150 เมตร)	**ค่า *t***	**ก่อน** (ตำแหน่ง 300 เมตร)	**หลัง** (ตำแหน่ง 200 เมตร)	**ค่า *t***
สูง	71.73	72.45	0.279	70.89	71.73	0.316	79.55	70.89	2.738*
ต่ำ	57.19	54.22	1.639	58.98	57.19	0.873	62.71	58.98	1.770*

*หมายเหตุ: * คือ มาตรการชะลอความเร็วส่งผลต่อความเร็วอย่างมีนัยสำคัญที่ 90%*
(กลุ่มความเร็วสูง และต่ำ มีค่า t_C เท่ากับ 1.670 และ 1.679)
ที่มา: ผู้วิจัย

5.5 ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ในการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วของรถยนต์บนเส้นทางศึกษา ซึ่งพิจารณาจากจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทาง (ทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่ศึกษา) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ดังรูปที่ 5-6) โดยวิเคราะห์จำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่พิจารณา (Access Conflict Number หรือ ACN; รายละเอียดวิธีคำนวณได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 3.6 ตารางที่ 3-1) ผลแสดงในตารางที่ 5-3 พบว่า ในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก ค่า ACN ของช่วงถนน OSBRED OSB และป้ายแขวนสูง มีค่าเท่ากับ 97 145 86 และ 97 ตามลำดับ ส่วนแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ค่า ACN ของช่วงถนน OSBRED OSB และป้ายแขวนสูง มีค่าเท่ากับ 182 225 215 และ 64 ตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออกและทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ค่า ACN ของช่วงถนน OSBRED OSB และป้ายแขวนสูง มีค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % (รายละเอียดเปอร์เซ็นต์ความเร็วที่ลดลงได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 3.6 ตารางที่ 3-1)

ดังนั้น การวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงทั้ง 2 ทิศทาง อาจสรุปได้ว่า จากจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนมีค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางทำให้รถยนต์ชะลอความเร็วเมื่อขับขี่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ตารางที่ 5-3 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

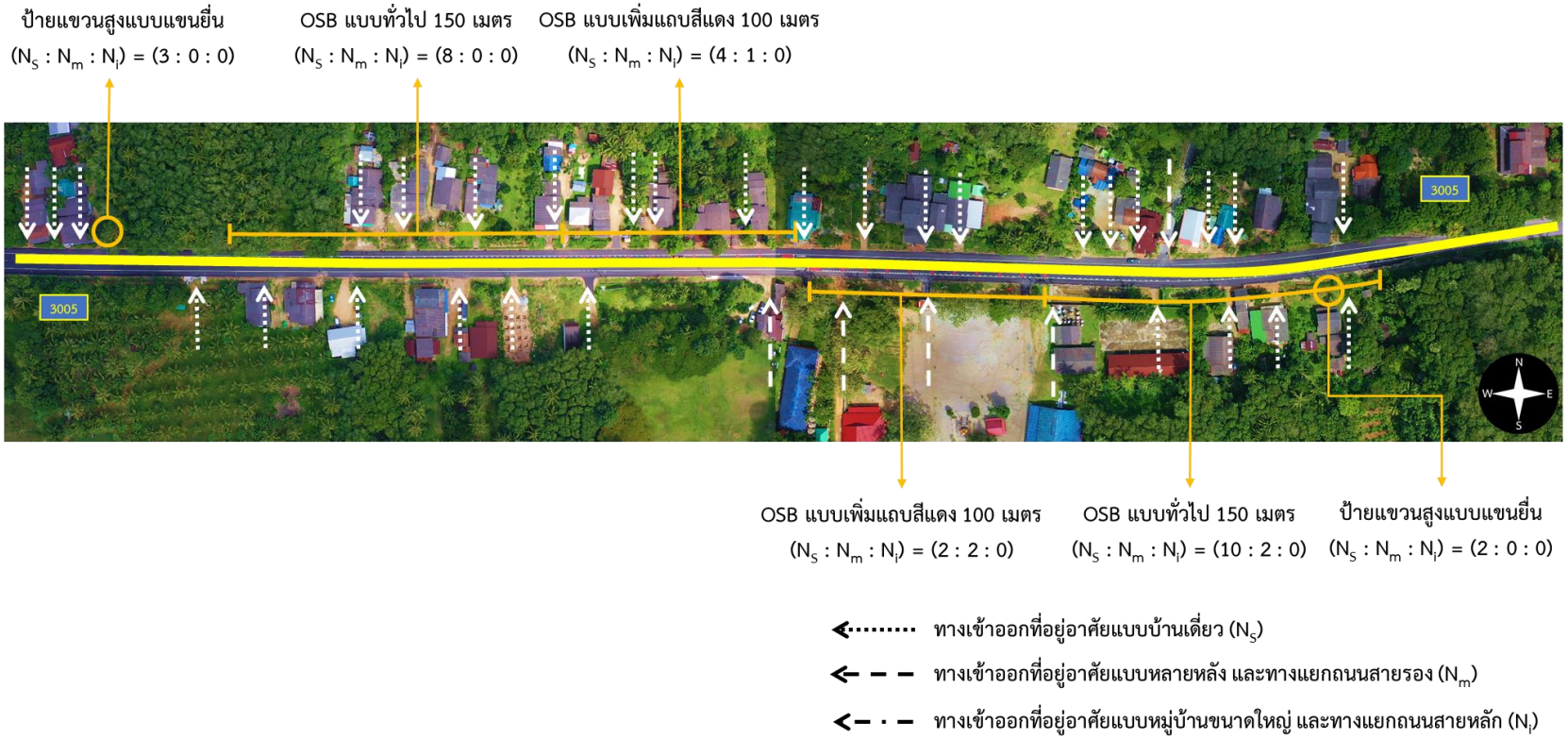
ทิศทาง		จำนวนทางเข้าออก (จุด)			ระยะทางที่พิจารณา (เมตร)	ACN
		ที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว	ที่อยู่อาศัยแบบหลายหลัง และทางแยกถนนสายรอง	ที่อยู่อาศัยแบบหมู่บ้านขนาดใหญ่ และทางแยกถนนสายหลัก		
ตะวันตกสู่ตะวันออก	ช่วงถนน	16	1	0	350	97
	OSBRED	4	1	0	100	145
	OSB	8	0	0	150	86
	ป้ายแขวนสูง	3	0	0	50	97
ตะวันออกสู่ตะวันตก	ช่วงถนน	14	4	0	300	182
	OSBRED	4	2	0	100	225
	OSB	10	2	0	150	215
	ป้ายแขวนสูง	2	0	0	50	64

ที่มา: ผู้วิจัย

หมายเหตุ: ตัวอย่างการคำนวณค่า ACN (ช่วงถนนในทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก)

$$ACN = 1.61 \times \frac{N_s + 5N_m + 10N_i}{L}$$

$$= 1.61 \times \left[\frac{16 + 5(1) + 10(0)}{0.35} \right] = 97$$

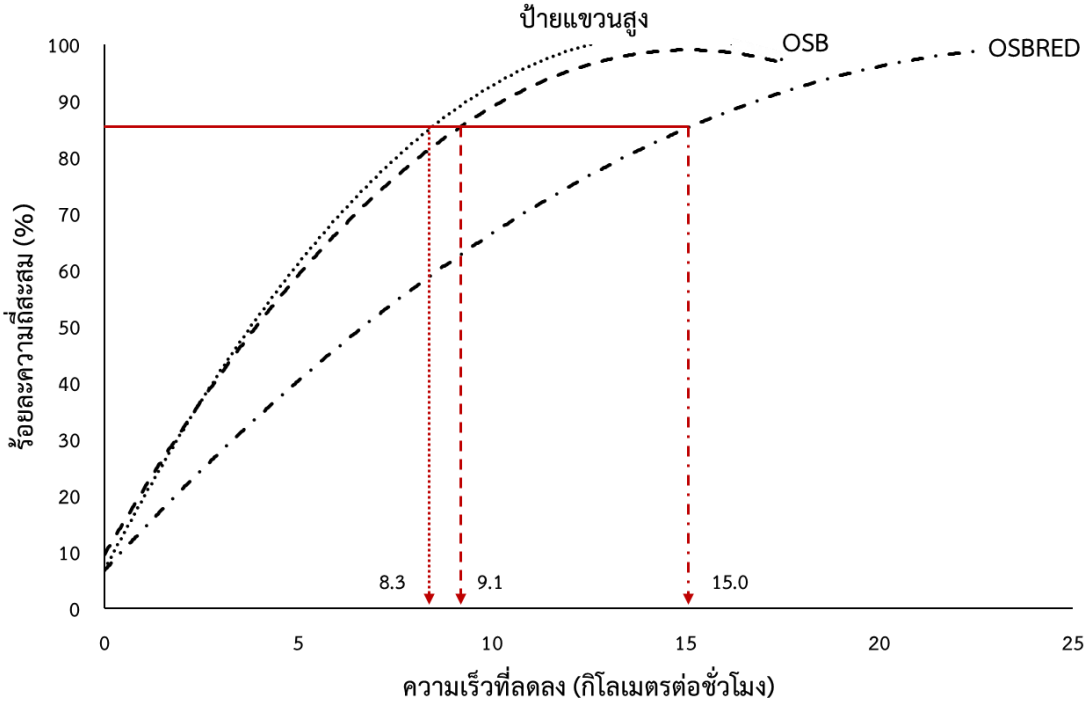


ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-6 ตำแหน่งและจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

5.6 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทดังอธิบายในหัวข้อย่อยก่อนหน้านี้ นำมาซึ่งคำถามมาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท สามารถลดความเร็วแตกต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ในงานวิจัยจึงได้แยกข้อมูลความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านมาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ซึ่งได้ข้อมูลจากภาพวีดิทัศน์ของ Drone จำนวนรวม 152 ตัวอย่าง (คัน) คิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วน จากผลการศึกษาสามารถวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ลดลงกับความถี่สะสมได้ดังรูปที่ 5-7 โดยพบว่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลง บริเวณที่ติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น เท่ากับ 8.3 กม./ชม. (ลดลง 8.70 %) ส่วนบริเวณที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและเพิ่มแถบสีแดง มีค่าเท่ากับ 9.1 (ลดลง 9.60 %) และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 13.00 %) ตามลำดับ



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-7 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท

เมื่อเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงระหว่างมาตรการชะลอความเร็วแต่ละคู่ ซึ่งประกอบด้วย 1) ป้ายแขวนสูงกับ OSB 2) ป้ายแขวนสูงกับ OSBRED และ 3) OSB กับ OSBRED ผลการวิเคราะห์ t-test ของความเร็วที่ลดลง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-4 พบว่า ป้ายแขวนสูงกับ OSB แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนป้ายแขวนสูงกับ OSBRED และ OSB กับ OSBRED แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวได้ว่า ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นลดความเร็วของรถยนต์ได้ ในทิศทางคล้ายกับการใช้แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป คือ

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่จะให้ผลที่แตกต่างกับการใช้แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบระหว่างแถบลดความกว้างช่องจราจรทั้ง 2 รูปแบบ (OSB และ OSBRED) พบว่า แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง ทำให้ความเร็วลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป

ตารางที่ 5-4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วที่มีความเร็วที่ลดลง

	เปรียบเทียบคู่ที่ 1		**เปรียบเทียบคู่ที่ 2**		**เปรียบเทียบคู่ที่ 3**	
ตัวชี้วัด	**ป้ายแขวนสูง**	**OSB**	**ป้ายแขวนสูง**	**OSBRED**	**OSB**	**OSBRED**
ค่าเฉลี่ย (กม./ชม.)	6.45	6.69	6.45	9.85	6.69	9.85
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.)	4.59	5.18	4.59	6.81	5.18	6.81
จำนวนตัวอย่างข้อมูล (คัน)	19	31	19	51	31	51
ตรวจสอบความเร็วที่ลดลงของแต่ละประเภทจะให้ผลลัพธ์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่						
ค่า t	0.171		2.393		2.372	
ค่า t_C (ความเชื่อมั่นร้อยละ 95)	2.009		1.994		1.989	
ความเร็วที่ลดลงแตกต่างกัน	ไม่มีนัยสำคัญ		มีนัยสำคัญ		มีนัยสำคัญ	

ที่มา: ผู้วิจัย

หากเรียงลำดับประสิทธิผลในการลดความเร็วของมาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท ข้างต้น อาจสรุปได้ว่า OSBRED > OSB $\approx$ ป้ายแขวนสูง อย่างไรก็ตาม กรณีศึกษาในบทนี้อาจมีผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว ดังนั้น การศึกษาในอนาคตอาจเปลี่ยนพื้นที่ศึกษาเป็นการประเมินประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วก่อนและหลังเป็นกรณีศึกษา

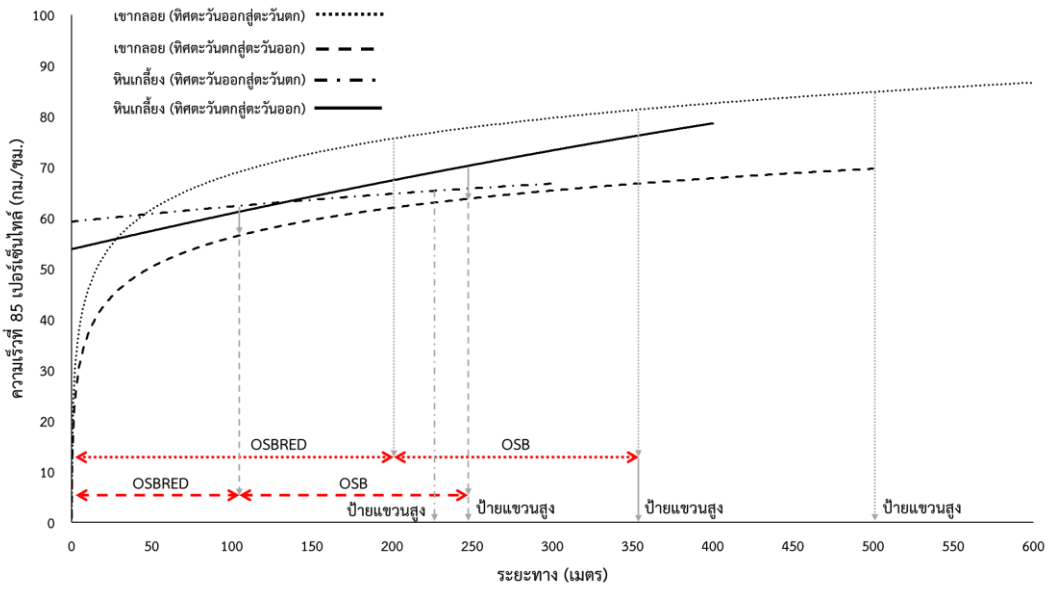
5.7 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วระหว่างกรณีศึกษาสองชุมชน

การเปรียบเทียบมาตรการชะลอความเร็วระหว่าง 2 กรณีศึกษา คือ ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (บทที่ 4) กับช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (บทที่ 5) แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย การเปรียบเทียบเส้นแนวโน้มการใช้ความเร็ว ผลจากพื้นที่ข้างทาง ความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็ว และเปรียบเทียบมาตรการชะลอความเร็วระหว่างประเทศไทยกับต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

5.7.1 ผลการเปรียบเทียบแนวโน้มของการใช้ความเร็ว

จากการเปรียบเทียบแนวโน้มของการใช้ความเร็วระหว่างช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยและช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงดังแสดงในรูปที่ 5-8 พบว่า กรณีชุมชนวัดเขากลอย การใช้ความเร็วทั้ง 2 ทิศทาง ของช่วงถนนที่ไกลเกินกว่า 500 เมตร ค่อนข้างสูง (มากกว่า 73 และ 83 กม./ชม. สำหรับทิศตะวันตกสู่ตะวันออกและทิศตะวันออกสู่ตะวันตก ตามลำดับ) แต่ความเร็วจะลดลงตามลำดับ ในช่วง 500 ถึง 100 เมตร จนกระทั่งลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนในช่วง 100 ถึง 0 เมตร เนื่องจากรถยนต์ชะลอความเร็วก่อนเข้าทางแยก ส่วนกรณีชุมชนวัดหินเกลี้ยง การใช้ความเร็วของทั้ง 2 ทิศทาง มีการใช้ความเร็วในลักษณะคล้ายกันกับกรณีชุมชนวัดเขากลอย โดยในช่วงระยะทางไกลเกินกว่า 400 เมตร มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (มากกว่า 80 และ 67 กม./ชม. สำหรับทิศตะวันตกสู่ตะวันออกและทิศตะวันออกสู่ตะวันตก ตามลำดับ) แต่ความเร็วจะลดลงตามลำดับ ในช่วง 300 ถึง 100 เมตร จนระยะทาง 100 ถึง 0 เมตร ความเร็วลดลงในอัตราที่มากกว่าช่วงก่อนหน้าเล็กน้อย

จากรูปที่ 5-8 พบว่า กรณีชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ระยะทางที่ 0 เมตร) มีทางม้าลายหน้าโรงเรียนวัดหินเกลี้ยง ซึ่งมีลักษณะเป็นทางตรงรถยนต์ที่ผ่านเพียงชะลอความเร็ว แต่ไม่หยุด เหมือนกับกรณีชุมชนวัดเขากลอย ซึ่งมีลักษณะเป็นทางแยก



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 5-8 เส้นแนวโน้มการใช้ความเร็วของแต่ละเส้นทางศึกษา

5.7.2 ผลการเปรียบเทียบผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว

จากผลการเปรียบเทียบผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยและช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์ของแต่ละชุมชนได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 4.5 และ 5.5 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนน (ACN) ของทั้งสองชุมชน ผลแสดงในตารางที่ 5-5 พบว่า ค่า ACN ของกรณีชุมชนวัดหินเกลี้ยงมีค่ามากกว่ากรณีชุมชนวัดเขากลอยอยู่ 60 ส่งผลทำให้พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางกรณีชุมชน

วัดหินเกลี้ยงชะลอความเร็วในอัตราที่มากกว่ากรณีชุมชนวัดเขากลอย โดยสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลง

ตารางที่ 5-5 ผลการเปรียบเทียบผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางของแต่ละเส้นทางศึกษา

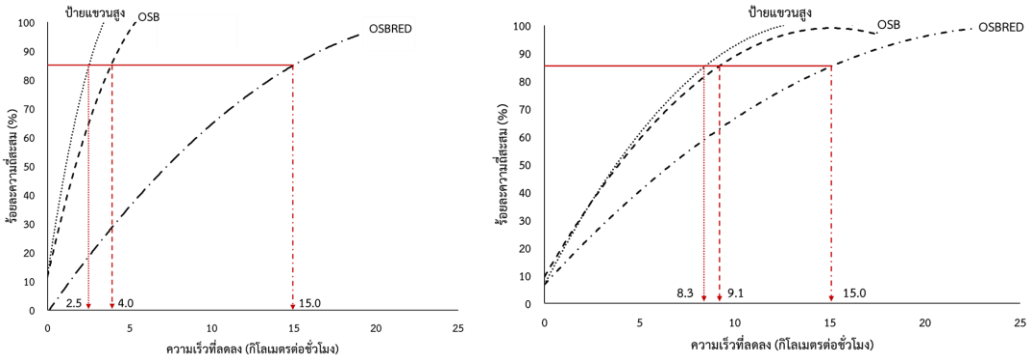
ชุมชน	จำนวนทางเข้าออก (จุด)			ระยะทางที่พิจารณา (เมตร)	ACN
	ที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว	ที่อยู่อาศัยแบบหลายหลัง และทางแยกถนนสายรอง	ที่อยู่อาศัยแบบหมู่บ้านขนาดใหญ่ และทางแยกถนนสายหลัก		
วัดเขากลอย	22	3	1	1,000	76
วัดหินเกลี้ยง	30	5	0	650	136

ที่มา: ผู้วิจัย

5.7.3 ผลการเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลง

การเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงระหว่างช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยและช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง จากความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท (ดังรูปที่ 5-9) พบว่า ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นของกรณีชุมชนวัดเขากลอยสามารถลดความเร็วได้น้อยกว่ากรณีชุมชนวัดหินเกลี้ยง 5.8 กม./ชม. ส่วนแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปของกรณีชุมชนวัดเขากลอยสามารถลดความเร็วได้น้อยกว่ากรณีชุมชนวัดหินเกลี้ยง 5.1 กม./ชม. และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดงของกรณีชุมชนวัดเขากลอยสามารถลดความเร็วได้ใกล้เคียงกับกรณีชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ดังนั้น จากการเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงระหว่างสองชุมชน สรุปได้ว่า ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงมาตรการชะลอความเร็วสามารถลดความเร็วได้ในอัตราที่มากกว่าช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย โดยสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว



ที่มา: ผู้วิจัย

ก) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย ข) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

รูปที่ 5-9 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท

5.7.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยในต่างประเทศ

จากผลการศึกษาความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยและช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 4.5 และ 5.5 ตามลำดับ) เมื่อนำความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในต่างประเทศ เช่น Austroads (รายละเอียดได้กล่าวไว้ในข้อหัว 2.3.3) แสดงในตารางที่ 5-6 พบว่า ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) ของกรณีศึกษาชุมชนวัดเขากลอยและชุมชนวัดหินเกลี้ยง สามารถลดความเร็วได้น้อยกว่า 1.1 กม./ชม. และมากกว่า 4.7 กม./ชม. ตามลำดับ ส่วนแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) สามารถลดความเร็วได้น้อยกว่า 4.0 และ 1.9 กม./ชม. ตามลำดับ สำหรับแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ เนื่องจาก ไม่ปรากฏข้อมูลการใช้งานมาตรการดังกล่าวใน Austroads

จากการเปรียบความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท อาจกล่าวได้ว่า ป้ายแขวนสูงและ OSB ของกรณีศึกษาชุมชนวัดเขากลอย และ OSB ของกรณีศึกษาชุมชนวัดหินเกลี้ยง มีค่าความเร็วที่ลดลงใกล้เคียงแต่ยังน้อยกว่าผลการศึกษาในต่างประเทศ อาจเป็นเพราะพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรการชะลอความเร็วเท่าที่ควร หรือ อาจไม่เข้าใจมาตรการดังกล่าว ส่วนป้ายแขวนสูงของกรณีศึกษาชุมชนวัดหินเกลี้ยง มีค่าความเร็วลดลงมากกว่าผลการศึกษาในต่างประเทศ ทั้งนี้อาจเนื่องจากพื้นที่บริเวณข้างทางของเส้นทางศึกษา (ชุมชนวัดหินเกลี้ยง) ทำให้ผู้ขับขี่ชะลอความเร็ว

ตารางที่ 5-6 ผลการเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท

มาตรการชะลอความเร็ว	ความเร็วที่ลดลง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)		
	ชุมชนวัดเขากลอย (ทางแยก)	ชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ช่วงถนน)	Austroads
ป้ายแขวนสูง	2.5	8.3	3.6
OSB	4.0	9.1	8* / 11**
OSBRED	15.0	15.0	-

*หมายเหตุ: * คือ ทางแยก; ** คือ ช่วงถนน*
ที่มา: ผู้วิจัย

บทที่ 6
ผลคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

บทนี้นำเสนอผลการคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็ว ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ส่วนหลัก ประกอบด้วย ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพ ผลการสำรวจความเร็วของรถยนต์ ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็ว ผลการคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์เมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง ผลการพัฒนาแบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว และผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

6.1 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ลักษณะทางกายภาพของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลานได้ถูกสำรวจเมื่อวันพฤหัสบดี ที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ซึ่งตั้งอยู่ที่ถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3048 ต.บ้านครัว อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี (ดังรูปที่ 6-1) ผิวทางจราจรเป็นแอสฟัลต์คอนกรีตขนาด 2 ช่องจราจร (1 ช่องจราจรต่อทิศทาง) กว้างช่องละ 3.5 เมตร และมีไหล่ทางกว้าง 2.0 เมตรต่อทิศทาง (ดังรูปที่ 6-2) ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนที่ยังไม่มีการจัดการความเร็ว มีเพียงแค่ซุ้มประตูเข้าเขตชุมชน (ทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก) ประกอบกับมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนับสนุนในการจัดการความเร็วบริเวณดังกล่าว

ที่มารูป: Google Earth

รูปที่ 6-1 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ที่มา: ผู้วิจัย

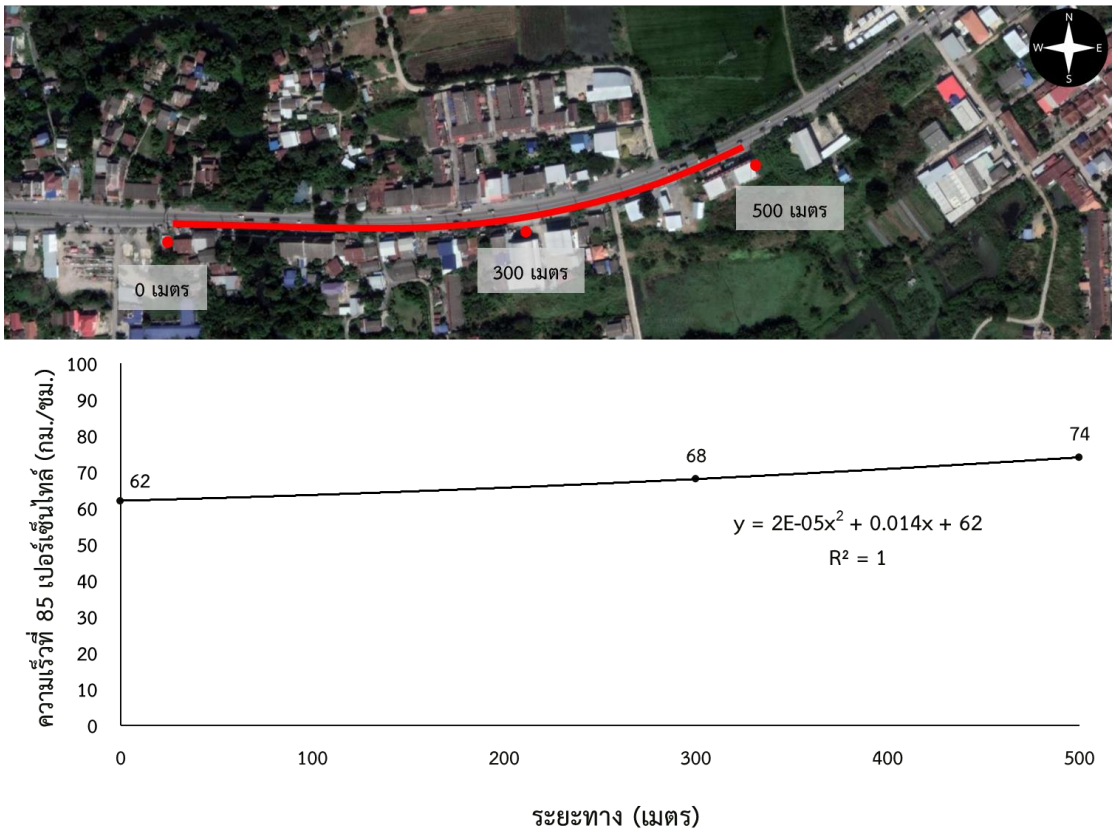
รูปที่ 6-2 ลักษณะทางกายภาพช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

6.2 ผลการสำรวจความเร็วของรถยนต์ช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) ได้ถูกสำรวจและวิเคราะห์ โดยได้ดำเนินการสำรวจในช่วงเวลาที่มีการไหลของกระแสจราจรเป็นแบบอิสระ ของวันพฤหัสบดี ที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 โดยใช้วิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) บริเวณช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน และกำหนดตำแหน่งจุดสำรวจข้อมูลความเร็วที่ระยะ 0 300 และ 500 เมตร เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้ มาจัดทำกราฟความเร็วตามระยะทาง (Speed Profile) และวิเคราะห์หาสมการแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดช่วงถนนที่พิจารณา

ข้อมูลความเร็วรถยนต์ที่สำรวจถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของแต่ละจุดสำรวจ และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ได้ดังรูปที่ 6-3 รวมทั้งแสดงแบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดเส้นทางศึกษาแบบพหุนาม (Polynomial Trendline) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 1 สำหรับเส้นแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ซึ่งค่าดังกล่าวสูงเพียงพอที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อได้

จากรูปที่ 6-3 ภาพรวมของแนวโน้มการใช้ความเร็ว พบว่า ในช่วงระยะทางที่ไกลเกินกว่า 500 เมตร มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (มากกว่า 74 กม./ชม.) แต่เมื่อเดินทางในช่วง 500 ถึง 300 เมตร การใช้ความเร็วจะลดลงตามลำดับ คือ ลดจาก 74 กม./ชม. ที่ 500 เป็น 68 กม./ชม. ที่ 300 เมตร สุดท้ายในช่วง 300 ถึง 0 เมตร ความเร็วลดลงในอัตราที่มากกว่าช่วงก่อนหน้าเล็กน้อย



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 6-3 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

6.3 ผลการวิเคราะห์ผลจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ในการวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วของรถยนต์บนเส้นทางศึกษา ซึ่งพิจารณาจากจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทาง (ทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่ศึกษา) ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน (ดังรูปที่ 6-4) โดยวิเคราะห์จำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่พิจารณา (Access Conflict Number, ACN) โดยรายละเอียดวิธีคำนวณได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 3.6 ตารางที่ 3-1)

อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว (ดังรูปที่ 6-7) ในแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าชุมชน) ผลแสดงในตารางที่ 6-1 พบว่า ค่า ACN ของช่วงถนน OSBRED OSB และป้ายแขวนสูง มีค่าเท่ากับ 177 48 279 และ 193 ตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก จำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนของช่วงถนน OSB และป้ายแขวนสูง มีค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % ส่วน OSBRED มีค่าอยู่ระหว่าง 41 – 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 5 %

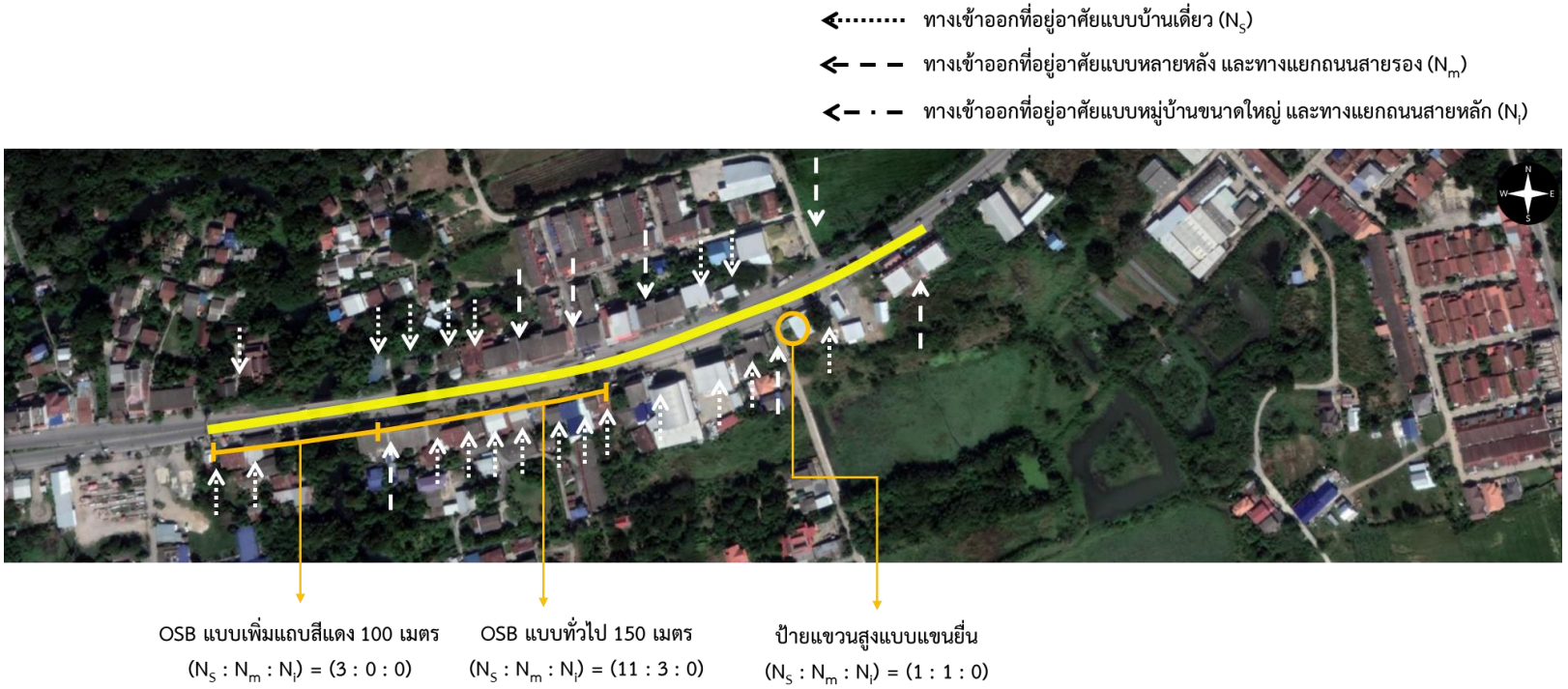
ดังนั้น การวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วช่วงก่อนเข้าชุมชนท่าลานในแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก อาจสรุปได้ว่า จากจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนมีค่ามากกว่า 60 ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง 10 % ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางทำให้รถยนต์ชะลอความเร็วเมื่อขับขี่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ทั้งนี้ เมื่อนำผลการพิจารณาของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน มาเปรียบเทียบผลการศึกษาของชุมชนวัดเขากลอยและชุมชนวัดหินเกลี้ยง (รายละเอียดได้กล่าวไว้ในข้อหัวที่ 5.7.2) พบว่า ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน มีค่าจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนนที่ใกล้เคียงกับช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง ประกอบกับลักษณะทางกายภาพเป็นช่วงถนนเหมือนกัน ดังนั้น ผู้วิจัยนำผลการศึกษาความเร็วที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงมาประยุกต์ใช้กับช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ตารางที่ 6-1 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้พื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ทิศทาง		จำนวนทางเข้าออก (จุด)			ระยะทางที่พิจารณา (เมตร)	ACN
		ที่อยู่อาศัยแบบบ้านเดี่ยว	ที่อยู่อาศัยแบบหลายหลัง และทางแยกถนนสายรอง	ที่อยู่อาศัยแบบหมู่บ้านขนาดใหญ่ และทางแยกถนนสายหลัก		
ตะวันออกสู่ตะวันตก	ช่วงถนน	20	7	0	500	177
	OSBRED	3	0	0	100	48
	OSB	11	3	0	150	279
	ป้ายแขวนสูง	1	1	0	50	193

ที่มา: ผู้วิจัย



ที่มารูป: Google Earth

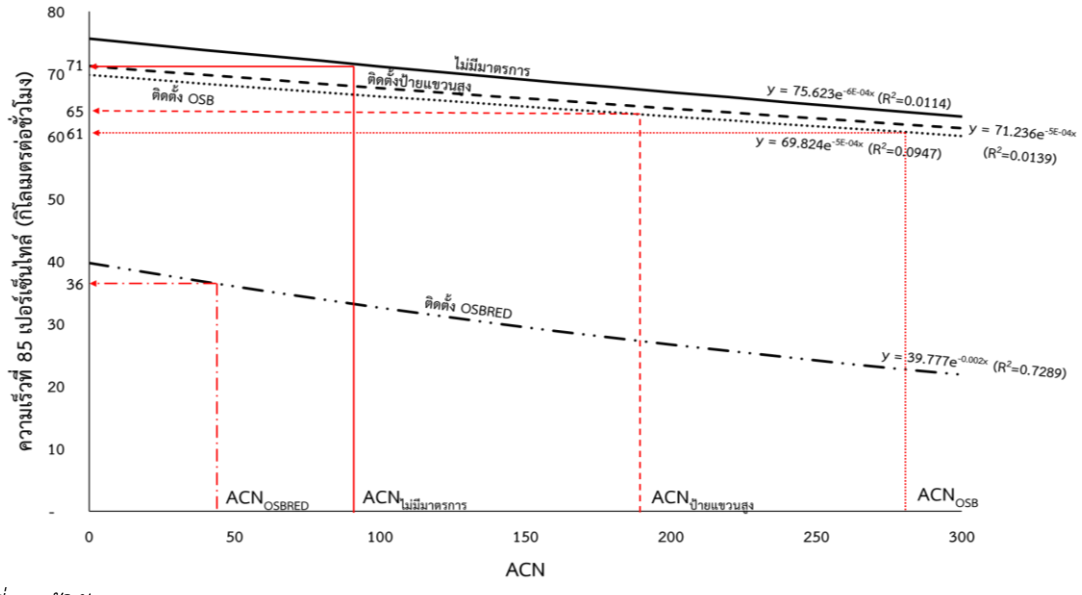
รูปที่ 6-4 ตำแหน่งและจำนวนทางเข้าออกพื้นที่ข้างทางช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

6.4 ผลการคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์เมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง

จากข้อมูลความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ และค่าจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนน (ACN) ที่วิเคราะห์ได้จากกรณีศึกษาชุมชนวัดเขากลอย (หัวข้อที่ 4.3 และ 4.5 ตามลำดับ) และกรณีศึกษาชุมชนวัดหินเกลี้ยง (หัวข้อที่ 5.3 และ 5.5 ตามลำดับ) สามารถนำมาสร้างกราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองข้างต้น กรณีไม่มีมาตรการชะลอความเร็ว กรณีติดตั้งป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ตามลำดับ ได้ดังรูปที่ 6-5 สำหรับรายละเอียดได้กล่าวไว้ในภาคผนวก ค-3

ภาพรวมแนวโน้มการใช้ความเร็ว จากรูปที่ 6-5 พบว่า กรณีค่า ACN = 0 ช่วงที่ไม่มีมาตรการชะลอความเร็ว ช่วงที่มีการติดตั้งป้ายแขวนสูง และช่วงที่มี OSB มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (60 ถึง 76 กม./ชม.) แต่เมื่อค่า ACN เพิ่มขึ้นความเร็วจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ ส่วนช่วงที่มี OSBRED การใช้ความเร็วค่อนข้างต่ำอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อค่า ACN เพิ่มขึ้นความเร็วจะค่อย ๆ ลดลง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม สมการความสัมพันธ์ข้างต้นเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้นเท่านั้น เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีน้อย (4 ตัวอย่างต่อสมการ) ส่งผลให้ค่า R^2 ของแต่ละสมการค่อนข้างน้อย (0.0114 - 0.7289) ส่วนช่วงที่ไม่มาตรการชะลอความเร็ว ผู้วิจัยได้กำหนดระยะทาง 100 เมตร ก่อนถึงช่วงป้ายแขวนสูง เพื่อหาค่าความเร็วของรถยนต์และค่า ACN

จากความสัมพันธ์ในรูปที่ 6-5 เมื่อนำมาคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน พบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ในการเดินทางช่วงที่ไม่มีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว (ค่า ACN จากการสำรวจ = 97) เท่ากับ 71 กม./ชม. สำหรับช่วงที่ติดตั้งป้ายแขวนสูง (ค่า ACN จากการสำรวจ = 193) เท่ากับ 65 กม./ชม. ส่วนช่วงที่ติดตั้ง OSB และ OSBRED (ค่า ACN จากการสำรวจ = 279 และ 48 ตามลำดับ) เท่ากับ 61 และ 36 กม./ชม. ตามลำดับ จากนั้นนำค่าความเร็วของรถยนต์ข้างต้น (พิจารณาค่า ACN แล้ว) มาปรับเทียบกับความเร็วที่ได้จากการสำรวจเพื่อคาดการณ์การใช้ความเร็วหลังจากติดตั้งป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ที่พิจารณาผลกระทบจากการเข้าออกพื้นที่ข้างทาง (ค่า ACN)



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 6-5 แบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ ACN

จากผลการคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน โดยนำค่าความเร็วของรถยนต์ (พิจารณาค่า ACN แล้ว) มาปรับเทียบกับความเร็วที่ได้จากการสำรวจเพื่อคาดการณ์การใช้ความเร็วหลังจากติดตั้งป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ผลแสดงในตารางที่ 6-2 พบว่า ความเร็วของรถยนต์ที่ปรับเทียบแล้วสำหรับช่วงที่ติดตั้งป้ายแขวนสูง มีค่าเท่ากับ 63 กม./ชม. ส่วนช่วงที่ติดตั้ง OSB และ OSBRED มีค่าเท่ากับ 56 และ 32 กม./ชม. ตามลำดับ จากนั้นนำความเร็วของรถยนต์ที่ปรับเทียบแล้วมาพัฒนาต่อในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในข้อหัวถัดไป

ตารางที่ 6-2 ผลการวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์เมื่อใช้มาตรการชะลอความเร็ว

มาตรการชะลอความเร็ว	ACN	**ความเร็วจากสมการแนวโน้ม* (กม./ชม.)**	**ความเร็วจากการสำรวจ** (กม./ชม.)**	**ความเร็วปรับเทียบ (กม./ชม.)**
ไม่มีมาตรการ	97	71	71	71
ป้ายแขวนสูง	193	65	69	63
OSB	279	61	66	56
OSBRED	48	36	63	32

*หมายเหตุ: * คือ ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ที่ได้จากสมการแนวโน้ม*
*** คือ ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ที่ได้จากการสำรวจ*
ที่มา: ผู้วิจัย

หมายเหตุ: ตัวอย่างการคำนวณความเร็วใของรถยนต์ที่ปรับเทียบ (ป้ายแขวนสูง)

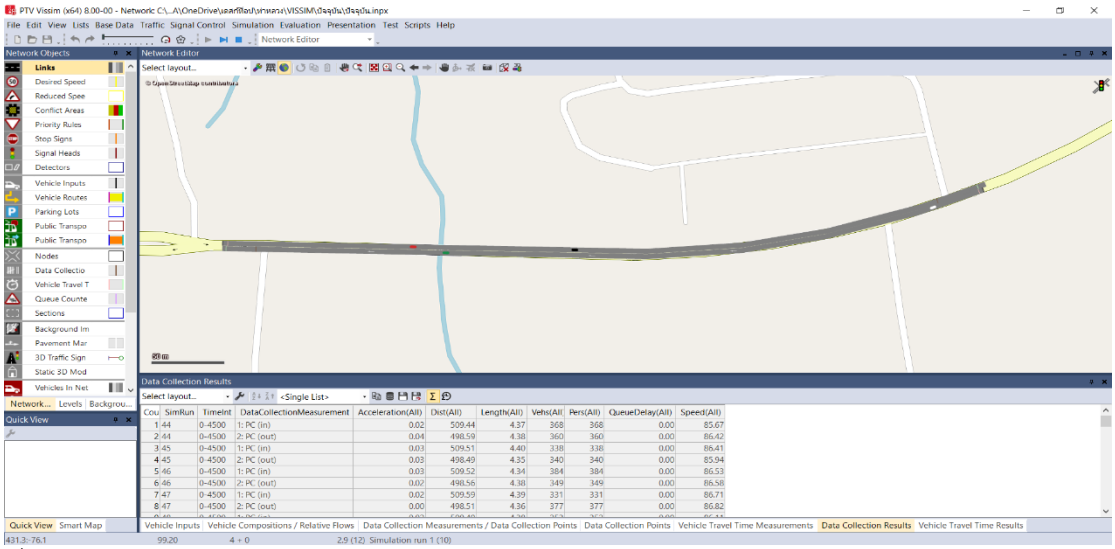
$$\text{ความเร็วปรับเทียบ} = \frac{V_{\text{สำรวจ}} \times V_{\text{สมการแนวโน้ม}}}{V_{\text{ไม่มีมาตรการ}}}$$

$$= \frac{69 \times 65}{71}$$

$$= 63 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง}$$

6.5 ผลการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

การพัฒนาแบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม VISSIM รุ่น 8 โดยพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรปัจจุบัน (แบบจำลองฐาน) และนำข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณยานพาหนะ และความเร็วของยานพาหนะ มาสร้างแบบจำลองช่วงถนนเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 6-6 โดยรายละเอียดการพัฒนาแบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็วแสดงในภาคผนวก ง



ที่มา: ผู้วิจัย

รูปที่ 6-6 แบบจำลองสภาพการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

6.5.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

การปรับเทียบแบบจำลองช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน โดยนำข้อมูลปริมาณจราจรในช่วงเวลาปกติ 09.00-10.00 น. ที่สำรวจได้จากภาคสนามเป็นข้อมูลสำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง (เนื่องจากมีข้อจำกัดในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม) ซึ่งเปรียบเทียบผลต่างระหว่างปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจกับแบบจำลอง หากผลที่เปรียบเทียบแบบจำลองมีค่า GEH ไม่เกิน 5 แสดงว่าปริมาณจราจรที่ได้จากแบบลำจองมีความสอดคล้องกับปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในสนามอยู่ในเกณฑ์ที่ดี (รายละเอียดได้กล่าวไว้ในข้อหัว 2.3.4)

จากตารางที่ 6-3 พบว่า แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความแตกต่างของปริมาณจราจรในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก (ขาออกจากชุมชน) เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 และแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าชุมชน) เพิ่มขึ้นร้อยละ 26 ส่วนค่าความคลาดเคลื่อน GEH เฉลี่ย เท่ากับ 4.02 แสดงว่า แบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนามอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 6-3 ผลการปรับเทียบแบบจำลองช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ทิศทาง	ปริมาณจราจร		ความแตกต่าง	GEH	ผลการตรวจสอบแบบจำลอง
	การสำรวจ (คัน/ชั่วโมง)	แบบจำลอง (คัน/ชั่วโมง)	คัน/ชั่วโมง		
ตะวันตกสู่ตะวันออก	292	364	72 (เพิ่มขึ้น 25%)	3.98	ผ่าน
ตะวันออกสู่ตะวันตก	280	352	72 (เพิ่มขึ้น 26%)	4.05	ผ่าน
	เฉลี่ย		72 (เพิ่มขึ้น 26%)	4.02	ผ่าน

ที่มา: ผู้วิจัย

6.5.2 ผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคกับมาตรการชะลอความเร็วบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากมาตรการชะลอความเร็ว โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 แบบจำลอง ดังนี้

1) แบบจำลองสภาพปัจจุบัน (แบบจำลองฐาน)

แบบจำลองสภาพปัจจุบัน คือ แบบจำลองที่มีสภาพสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อเป็นแบบจำลองฐานในการประยุกต์กับมาตรการชะลอความเร็ว

2) แบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็ว

แบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็ว เป็นการนำผลการศึกษาความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ที่ลดลงของมาตรการชะลอความเร็วทั้งป้ายแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) และแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ของช่วงถนนหน้าวัดหินเกลี้ยง และจากเส้นแนวโน้มการใช้ความเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ ACN มาประยุกต์ใช้เพื่อให้รถยนต์ชะลอความเร็วก่อนเข้าชุมชนท่าลาน โดยแบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็วแบ่งออกเป็น 7 แบบจำลอง ดังนี้

- แบบจำลองการใช้ป้ายแขวนสูง
- แบบจำลองการใช้ OSB
- แบบจำลองการใช้ OSBRED
- แบบจำลองการใช้ป้ายแขวนสูงกับ OSB
- แบบจำลองการใช้ป้ายแขวนสูงกับ OSBRED
- แบบจำลองการใช้ OSB กับ OSBRED
- แบบจำลองการใช้มาตรการชะลอความเร็วทั้ง 3 ประเภท

ในงานวิจัยนี้ การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็วได้พิจารณาเฉพาะทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก (ขาเข้าชุมชนท่าลาน) เพราะ เป็นทิศทางที่มุ่งเข้าสู่ชุมชนท่าลาน โดยตำแหน่งการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท แสดงดังรูปที่ 6-7 อย่างไรก็ตาม จากการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว (รายละเอียดในการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงแสดงดังภาคผนวก ค-1) พบว่า ระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วทั้งหมดควรมีอย่างน้อย 152 เมตร ซึ่งน้อยกว่าระยะทางที่จะติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วตามแนวทางของกรมทางหลวงชนบทที่มีระยะรวม 198 เมตร ดังนั้น ระยะที่จะติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วครอบคลุมระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วน้อยที่สุดที่ควรจะมีจากการคำนวณ จึงถือได้ว่ามีความเหมาะสม

การกำหนดขีดจำกัดความเร็วบริเวณชุมชนท่าลานได้ถูกคำนวณ โดยใช้วิธีความเร็วในการขับขี่ แนวทางของ Illinois Department of Transportation (รายละเอียดในการกำหนดขีดจำกัดความเร็วแสดงดังภาคผนวก ค-2) พบว่า ขีดจำกัดความเร็ว มีค่าเท่ากับ 65 กม./ชม. ซึ่งขีดจำกัดความเร็วจากการคำนวณมีค่ามากกว่าขีดจำกัดความเร็วที่กำหนดไว้อยู่ 35 กม./ชม. อาจเป็นเพราะ การกำหนดขีดจำกัดความเร็วที่ต่ำ (30 กม./ชม.) เพื่อลดโอกาสความรุนแรงของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น

ที่มารูป: Google Earth

รูปที่ 6-7 ตำแหน่งการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว

ผลจากการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจร (เวลาในการเดินทาง) และด้านความปลอดภัย (ความเร็วในการเดินทาง) โดยการประยุกต์ใช้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ที่ลดลงในการเดินทางจากผลการศึกษามาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ไม่พิจารณาผลกระทบจากทางเชื่อม) และผลการวิเคราะห์เส้นแนวโน้มการใช้ความเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ ACN (พิจารณาผลกระทบจากทางเชื่อม) ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังตารางที่ 6-4 และตารางที่ 6-5

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจร (ดังตารางที่ 6-4) เป็นการประยุกต์ใช้ความเร็ว โดยไม่พิจารณาค่า ACN พบว่า มาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED เพิ่มเวลาในการเดินทางได้จากสภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการ) 13% 17% และ 18% ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED ยิ่งเพิ่มเวลาในการเดินทาง 13% 21% และ 18% ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED เพิ่มเวลาในการเดินทาง 21% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่พิจารณาค่า ACN พบว่า มาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED เพิ่มเวลาในการเดินทาง 16% 20% และ 27% ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED ยิ่งเพิ่มเวลาในการเดินทาง 16% 29% และ 21% ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED เพิ่มเวลาในการเดินทาง 29% อาจกล่าวได้ว่า ยิ่งมีการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วร่วมกันหลายประเภท จะยิ่งทำให้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเร็วในการเดินทางลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็ว อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่า ACN จะยิ่งทำให้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า ACN ส่งผลต่อการชะลอความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านช่วงถนนที่พิจารณา

ตารางที่ 6-4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจร

การใช้มาตรการชะลอความเร็ว	**เวลาในการเดินทาง (วินาที/คัน)**		**ความแตกต่าง**	
	ไม่พิจารณา ACN	**พิจารณา ACN**	**ไม่พิจารณา ACN**	**พิจารณา ACN**
สภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการ)	25.23	26.25	-	-
ป้ายแขวนสูง	28.40	30.42	-3.17 (13 %)	-4.17 (16%)
OSB	29.68	31.63	-4.45 (17 %)	-5.38 (20%)
OSBRED	29.86	33.36	-4.63 (18 %)	-7.11 (27%)
ป้ายแขวนสูง+OSB	28.47	30.47	-3.24 (13 %)	-4.22 (16%)
ป้ายแขวนสูง+OSBRED	30.44	33.81	-5.21 (21 %)	-7.56 (29%)
OSB+OSBRED	29.75	31.72	-4.52 (18 %)	-5.47 (21%)
ป้ายแขวนสูง+OSB+OSBRED	30.45	33.78	-5.22 (21 %)	-7.53 (29%)

ที่มา: ผู้วิจัย

ส่วนผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย (ดังตารางที่ 6-5) เป็นการประยุกต์ใช้ความเร็ว โดยไม่พิจารณาค่า ACN พบว่า มาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ลดความเร็วในการเดินทางจากสภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการ) 19% 15% และ 29% ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED ยิ่งลดความเร็วในการเดินทาง 14% 39% และ 21% ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED ลดความเร็วในการเดินทาง 38% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่พิจารณาค่า ACN พบว่า มาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ลดความเร็วในการเดินทาง 25% 25% และ 51% ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED ยิ่งลดความเร็วในการเดินทาง 25% 50% และ 26% ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED สามารถลดความเร็วในการเดินทาง 50%

ผลจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจรและความปลอดภัย จะนำไปวิเคราะห์ผลประโยชน์ในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว เพื่อวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 6-5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย

การใช้มาตรการชะลอความเร็ว	**ความเร็วในการเดินทาง (กม./ชม.)**		**ความแตกต่าง**	
	ไม่พิจารณา ACN	**พิจารณา ACN**	**ไม่พิจารณา ACN**	**พิจารณา ACN**
สภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการ)	74.76	71.95	-	-
ป้ายแขวนสูง	60.51	53.99	14.25 (19%)	17.96 (25%)
OSB	59.75	53.61	15.01 (15%)	18.34 (25%)
OSBRED	45.73	35.61	29.03 (29%)	36.34 (51%)
ป้ายแขวนสูง+OSB	60.49	54.00	14.27 (14%)	17.95 (25%)
ป้ายแขวนสูง+OSBRED	45.71	35.63	29.05 (39%)	36.32 (50%)
OSB+OSBRED	59.31	52.95	15.45 (21%)	19.00 (26%)
ป้ายแขวนสูง+OSB+OSBRED	46.02	35.98	28.74 (38%)	35.97 (50%)

ที่มา: ผู้วิจัย

6.6 ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว

ผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองกับมาตรการชะลอความเร็ว พบว่า มาตรการชะลอความเร็วในแต่ละประเภทสามารถช่วยชะลอความเร็วของรถยนต์ลงได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพอาจมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ความคุ้มทุน โดยวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนของการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.6.1 ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว ของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ผลประโยชน์ด้านการจราจร (เวลาในการเดินทางที่ลดลง) และผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย (ความสูญเสียจากอุบัติเหตุที่ลดลง) โดยเปรียบเทียบค่าปัจจุบันและค่าหลังติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วที่ได้จากแบบจำลอง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6-1

$$\text{ผลประโยชน์ของการปรับปรุง (บาท)} = [VOT(T_{Before} - T_{After})] + [VOD_{Before} - VOD_{After}]$$

สมการที่ 6-1

โดยที่ VOT = มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (บาท/นาที)

T_{Before} = เวลาในการเดินทางก่อนมีมาตรการ (วินาที)

T_{After} = เวลาในการเดินทางหลังมีมาตรการ (วินาที)

VOD_{Before} = มูลค่าความสูญเสียของการเสียชีวิตก่อนมีมาตรการ (บาท)

VOD_{After} = มูลค่าความสูญเสียของการเสียชีวิตหลังมีมาตรการ (บาท)

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้มูลค่าของเวลาในเดินทาง จากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรดังตารางที่ 6-6 ซึ่งแสดงมูลค่าของเวลาในเดินทางของปี พ.ศ. 2560 (ทั้งประเทศ) จากนั้นนำมูลค่าดังกล่าว มาเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือนของทั้งประเทศและจังหวัดสระบุรี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2562) เพื่อหามูลค่าเวลาในการเดินทางของจังหวัดสระบุรี และปรับแก้มูลค่าของเวลาในเดินทางปี พ.ศ. 2560 (สระบุรี) เป็น ปี พ.ศ. 2562 (สระบุรี) โดยใช้ข้อมูลสถิติค่าอัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน 0.5 % (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2562) ในการปรับแก้

ตารางที่ 6-6 มูลค่าของเวลาในเดินทาง

ประเภทยานพาหนะ	มูลค่าเวลาในการเดินทาง (บาท/นาที)		
	พ.ศ. 2560 (ทั้งประเทศ)*	พ.ศ. 2560 (สระบุรี)	พ.ศ. 2562 (สระบุรี)
รถจักรยานยนต์	1.39	1.82	1.84
รถยนต์	2.34	3.08	3.11

*ที่มา: *สนข. (2562)*

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้มูลค่าความสูญเสีย จากการประมาณการมูลค่าความสูญเสียของอุบัติเหตุทางถนน (กรมทางหลวง, 2562ข) ดังตารางที่ 6-7 ซึ่งได้นำข้อมูลมูลค่าความสูญเสียของอุบัติเหตุทางถนนจำแนกตามความรุนแรงในปี พ.ศ. 2561 เพื่อปรับแก้มูลค่าความสูญเสียตามมูลค่าเงินในปี พ.ศ. 2562 โดยใช้ข้อมูลสถิติค่าอัตราเงินเฟ้อพื้นฐาน 0.5 % (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2562)

ตารางที่ 6-7 มูลค่าความสูญเสียของอุบัติเหตุทางถนน

กรณี	มูลค่าความสูญเสีย	
	พ.ศ. 2561	**พ.ศ. 2562**
เสียชีวิต	11,200,000 บาท/ราย	11,256,000 บาท/ราย
บาดเจ็บสาหัสและพิการ	4,100,000 บาท/ราย	4,120,500 บาท/ราย
บาดเจ็บเล็กน้อย	80,000 บาท/ราย	80,400 บาท/ราย
ทรัพย์สินเสียหายเท่านั้น	100,000 บาท/ครั้ง	100,500 บาท/ครั้ง

ที่มา: กรมทางหลวง (2562ข)

ผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ด้านการจราจร (ดังตารางที่ 6-8) เป็นการประยุกต์ใช้ความเร็ว โดยไม่พิจารณาค่า ACN พบว่า ผลประโยชน์จากติดตั้งมาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED เท่ากับ -11,962 -16,792 และ -17,471 บาท/ปี ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED เท่ากับ -12,226 -19,660 และ -17,056 บาท/ปี ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED เท่ากับ -19,697 บาท/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่พิจารณาค่า ACN พบว่า ผลประโยชน์จากติดตั้งมาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED เท่ากับ -15,735 -20,301 และ -26,829 บาท/ปี ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED เท่ากับ -15,924 -28,527 และ -20,641 บาท/ปี ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED เท่ากับ -28,414 บาท/ปี

จากผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ด้านการจราจร พบว่า ผลประโยชน์มีค่าเป็นลบ เนื่องจาก ความเร็วในการเดินทางลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วทำให้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการชะลอความเร็ว)

ตารางที่ 6-8 ผลประโยชน์ด้านการจราจร

การใช้มาตรการชะลอความเร็ว	ผลต่างของเวลาในการเดินทาง (วินาที/คัน)		ผลประโยชน์จากเวลาในการเดินทาง (บาท/ปี)	
	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN
ป้ายแขวนสูง	-3.17	-4.17	-11,962	-15,735
OSB	-4.45	-5.38	-16,792	-20,301
OSBRED	-4.63	-7.11	-17,471	-26,829
ป้ายแขวนสูง+OSB	-3.24	-4.22	-12,226	-15,924
ป้ายแขวนสูง+OSBRED	-5.21	-7.56	-19,660	-28,527
OSB+OSBRED	-4.52	-5.47	-17,056	-20,641
ป้ายแขวนสูง+OSB+OSBRED	-5.22	-7.53	-19,697	-28,414

ที่มา: ผู้วิจัย

ตัวอย่างการคำนวณผลประโยชน์ด้านการจราจร (ป้ายแขวนสูงที่ไม่พิจารณา ACN) ผู้วิจัยได้คาดการณ์ปริมาณจราจรรายปี ซึ่งนำปริมาณจราจรช่วงเช้าที่สำรวจได้ (280 คันต่อชั่วโมง) คูณด้วย 1 ชั่วโมง (ช่วงเวลาที่พิจารณา) และจำนวนวันทำงานใน 1 ปี (260 วัน) จากนั้นคูณด้วยผลต่างระหว่างเวลาในการเดินทางของสภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการชะลอความเร็ว) กับมาตรการป้ายแขวนสูง และคูณด้วยมูลค่าในการเดินทาง จะได้ว่า

$$(280 \times 1 \times 260) \times (25.23 - 28.40) \times (3.11/60) = -11{,}962 \text{ บาท/ปี}$$

อย่างไรก็ตาม หากต้องการผลประโยชน์ด้านการจราจร (เวลาในการเดินทาง) ให้เสมือนกับความเป็นจริง ควรพัฒนาแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลปริมาณจราจร 24 ชั่วโมง หรือช่วงเวลาที่ต้องพิจารณา

ส่วนผลการวิเคราะห์ผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย (ดังตารางที่ 6-9) เป็นการประยุกต์ใช้ความเร็ว โดยไม่พิจารณาค่า ACN พบว่า ผลประโยชน์จากติดตั้งมาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED เท่ากับ 21,596 22,891 และ 48,671 บาท/ปี ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED เท่ากับ 21,630 48,710 และ 23,645 บาท/ปี ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED เท่ากับ 48,101 บาท/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่พิจารณาค่า ACN พบว่า ผลประโยชน์จากติดตั้งมาตรการป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED เท่ากับ 30,391 31,517 และ 69,507 บาท/ปี ตามลำดับ ส่วนมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB ป้ายแขวนสูง + OSBRED และ OSB + OSBRED เท่ากับ 29,266 69,464 และ 34,947 บาท/ปี ตามลำดับ และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED เท่ากับ 68,712 บาท/ปี

ตารางที่ 6-9 ผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย

การใช้มาตรการชะลอความเร็ว	**มูลค่าความสูญเสียของการเสียชีวิต (โอกาสในการเสียชีวิตของคนเดินเท้า) (บาท/ราย)**		**ผลประโยชน์จากความเร็วในการเดินทาง* (บาท/ปี)**	
	ไม่พิจารณา ACN	**พิจารณา ACN**	**ไม่พิจารณา ACN**	**พิจารณา ACN**
สภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการ)	80,400 (100%)	80,400 (100%)	-	-
ป้ายแขวนสูง	64,974 (81%)	58,692 (73%)	21,596	30,391
OSB	64,049 (80%)	57,888 (72%)	22,891	31,517
OSBRED	45,635 (57%)	30,752 (38%)	48,671	69,507
ป้ายแขวนสูง+OSB	64,950 (81%)	59,496 (74%)	21,630	29,266

*หมายเหตุ: * พิจารณาอัตราของผู้บาดเจ็บ 1.4 ราย/ปี (ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ, 2563)*
ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 6-9 ผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย (ต่อ)

การใช้มาตรการชะลอความเร็ว	มูลค่าความสูญเสียของการเสียชีวิต (โอกาสในการเสียชีวิตของคนเดินเท้า) (บาท/ราย)		ผลประโยชน์จากความเร็วในการเดินทาง* (บาท/ปี)	
	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN
ป้ายแขวนสูง+OSBRED	45,607 (57%)	30,783 (38%)	48,710	69,464
OSB+OSBRED	63,510 (79%)	55,438 (69%)	23,645	34,947
ป้ายแขวนสูง+OSB+OSBRED	46,042 (57%)	31,320 (39%)	48,101	68,712

*หมายเหตุ: * พิจารณาอัตราของผู้บาดเจ็บ 1.4 ราย/ปี (ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ, 2563)*
ที่มา: ผู้วิจัย

ตัวอย่างการคำนวณผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย (ป้ายแขวนสูงที่ไม่พิจารณา ACN) ผู้วิจัยได้นำความเร็วในการเดินทางของสภาพปัจจุบัน (ไม่มีมาตรการชะลอความเร็ว) มาพิจารณาโอกาสในการเสียชีวิตของคนเดินเท้า พบว่า โอกาสในการเสียชีวิต 100% ซึ่งคิดเป็นมูลค่าในการเสียชีวิต เท่ากับ 80,400 บาท/ราย และนำความเร็วในการเดินทางของมาตรการป้ายแขวนสูงมาพิจารณาโอกาสในการเสียชีวิตของคนเดินเท้า พบว่า โอกาสในการเสียชีวิต 81% ซึ่งคิดเป็นมูลค่าในการเสียชีวิต เท่ากับ 64,974 บาท/ราย จากนั้นคำนวณผลต่างระหว่างมูลค่าของสภาพปัจจุบันกับมาตรการป้ายแขวนสูง และคูณด้วยอัตราของผู้บาดเจ็บบริเวณชุมชนท่าลาน จะได้ว่า

$$(80{,}400 - 64{,}974) \times 1.4 = 21{,}596 \text{ บาท/ปี}$$

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้กำหนดมูลค่าความสูญเสียของการบาดเจ็บเล็กน้อยแทนการเสียชีวิต (เนื่องจากถนนทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 3048 มีแต่จำนวนผู้บาดเจ็บ) และโอกาสในการเสียชีวิตสามารถดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.7

6.6.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุน

การวิเคราะห์ต้นทุนเป็นการประมาณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วโดยคำนวณงบประมาณเบื้องต้น และอ้างอิงราคากลางจาก กลุ่มตรวจสอบแบบแปลนและประมาณราคา สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท พ.ศ. 2561 ซึ่งต้นทุนงบประมาณเบื้องต้นในการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลานแสดงดังตารางที่ 6-10

ทั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้กำหนดอายุการใช้งานของมาตรการชะลอความเร็วไว้ที่ 2 ปี (เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง) และ 5 ปี (ป้ายจราจร) ส่วนผลตอบแทนต่อช่วงเวลา 6% ต่อปี (กรมบัญชีกลาง, 2559) และนำค่าดังกล่าวมีคำนวณค่าการผ่อนชำระเงินเป็นงวด ๆ (Capital Recovery Factor หรือ CRF) ได้เท่ากับ 0.54544 และ 0.23739 ตามลำดับ จากนั้นนำค่า CRF คำนวณเงินลงทุนแต่ละปีในอนาคตจากเงินลงทุนปีปัจจุบัน

ตารางที่ 6-10 ต้นทุนงบประมาณเบื้องต้นช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ประเภทงาน		ราคาต่อหน่วย	ป้ายแขวนสูง	OSB	OSBRED	รวมทุกมาตรการ
งานเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง (อายุการใช้งาน 2 ปี)	สีเทอร์โมพลาสติกสีขาว	290 บาท/ตร.ม.	-	2,320	2,610	4,930
	วัสดุเคลือบผิวจราจรเพื่อลดการลื่นไถลสีแดง	1,000 บาท/ตร.ม.	-	-	52,500	52,500
	สีเทอร์โมพลาสติกสีขาวและสีเหลือง (บนผิวทางเดิม รวมค่ากะเทาะสีเดิม)	300 บาท/ตร.ม.	-	-	-	90,000
งานป้ายจราจร (อายุการใช้งาน 5 ปี)	สัญญาณไฟกระพริบ + ป้ายบังคับ (ขนาดป้ายจราจร 2)	18,080 บาท/ชุด	18,080	-	-	18,080
	เสาไฟสัญญาณแบบสูง (MAST ARM) และฐานราก*	22,000 บาท/ต้น	22,000	-	-	22,000
รวม (บาท)			40,080	2,320	54,660	187,510

หมายเหตุ: ไม่รวมค่าแรง

*ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2561ข); * คือ กรมทางหลวง (2562ก)*

6.6.3 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

การวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนแต่ละปีของการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว สามารถคำนวณจากได้สมการที่ 6-2

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

$$= \frac{\text{ผลประโยชน์จากเวลา} + \text{ผลประโยชน์จากความเร็ว}}{\text{ต้นทุนในการปรับปรุง}} \quad \text{สมการที่ 6-2}$$

ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนแต่ละปีของมาตรการต่าง ๆ (ดังตารางที่ 6-11) พบว่า มาตรการป้ายแขวนสูง มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่ในช่วง 1.01 ถึง 1.54 มาตรการ OSB มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่อยู่ในช่วง 4.82 ถึง 8.86 มาตรการ OSBRED มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่อยู่ในช่วง 1.05 ถึง 1.43 มาตรการป้ายแขวนสูง + OSB มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่อยู่ในช่วง 0.87 ถึง 1.24 มาตรการป้ายแขวนสูง + OSBRED มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่อยู่ในช่วง 0.74 ถึง 1.04 มาตรการ OSB + OSBRED มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่อยู่ในช่วง 0.21 ถึง 0.46 และมาตรการป้ายแขวนสูง + OSB + OSBRED มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่อยู่ในช่วง 0.32 ถึง 0.45

จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุน สรุปได้ว่า อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนแต่ละปี จากมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน โดยการติดตั้งมาตรการ OSB มีความเหมาะสมในการติดตั้งเป็นลำดับแรก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลประโยชน์จากการติดตั้ง พบว่า การติดตั้งมาตรการ OSBRED ให้ผลประโยชน์สูงสุด ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และต้นทุนมีผลต่อการเลือกลำดับความเหมาะสมของการติดตั้งมาตรการ เนื่องจากมาตรการ OSBRED ใช้งบประมาณในการติดตั้งค่อนข้างสูง

ดังนั้น การติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน หากหน่วยงานที่รับผิดชอบมีข้อจำกัดด้านงบประมาณสามารถเลือกลำดับการติดตั้งตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ข้างต้น แต่หากหน่วยงานไม่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณอาจเลือกตามลำดับความเหมาะสมของผลประโยชน์ที่ได้รับในแต่ละมาตรการ เพื่อติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ผลจากการศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาใช้มาตรการชะลอความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชนต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 6-11 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนจากมาตรการชะลอความเร็ว

การใช้มาตรการชะลอความเร็ว	ผลประโยชน์ด้านการจราจร (บาท/ปี)		ผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย (บาท/ปี)		ผลประโยชน์รวม (บาท/ปี)		ต้นทุนค่าก่อสร้าง* เฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี)	สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	
	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN	ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN		ไม่พิจารณา ACN	พิจารณา ACN
ป้ายแขวนสูง	-11,962	-15,735	21,596	30,391	9,634	14,656	9,515	1.01	1.54
OSB	-16,792	-20,301	22,891	31,517	6,099	11,216	1,265	4.82	8.86
OSBRED	-17,471	-26,829	48,671	69,507	31,200	42,678	29,814	1.05	1.43
ป้ายแขวนสูง+OSB	-12,226	-15,924	21,630	29,266	9,404	13,342	10,780	0.87	1.24
ป้ายแขวนสูง+OSBRED	-19,660	-28,527	48,710	69,464	29,050	40,937	39,328	0.74	1.04
OSB+OSBRED	-17,056	-20,641	23,645	34,947	6,589	14,306	31,079	0.21	0.46
ป้ายแขวนสูง+OSB+OSBRED	-19,697	-28,414	48,101	68,712	28,404	40,298	89,929	0.32	0.45

*หมายเหตุ: * คือ ต้นทุนของเครื่องหมายจราจรและป้ายจาจร (อายุการใช้งาน 2 ปี และ 5 ปี) 147,430 บาท และ 40,080 บาท*
ที่มา: ผู้วิจัย

บทที่ 7
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน โดยวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วทั้งการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น และการติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง ที่มีต่อการลดความเร็วของรถยนต์ก่อนเข้าเขตชุมชน โดยเลือกถนนทางหลวงชนบท สข. 2031 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย และถนนทางหลวงชนบท สข. 3005 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง เป็นเส้นทางศึกษา จากนั้นนำค่าประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วที่วิเคราะห์ได้จากทั้งสองชุมชนข้างต้นไปประยุกต์ใช้กับถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3048 ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน ซึ่งอยู่ระหว่างการวางแผนติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว

จากผลการศึกษาส่วนแรก สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย พบว่า รถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอยสามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มความเร็ว (สูงและต่ำ) โดยในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก การใช้ความเร็วก่อนและหลังป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดงลดความเร็วของรถยนต์กลุ่มความเร็วสูง (65 – 73 กม./ชม.) อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มความเร็วต่ำ (52 – 64 กม./ชม.) ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นลดความเร็วของรถยนต์อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดงลดความเร็วของรถยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 สำหรับแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นลดความเร็วของรถยนต์กลุ่มความเร็วสูง (78 – 87 กม./ชม.) และกลุ่มความเร็วต่ำ (66 – 74 กม./ชม.) อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดงลดความเร็วของรถยนต์ทั้งสองกลุ่มความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วทั้ง 2 ทิศทาง พบว่า จำนวนทางเชื่อมต่อกับถนน จะส่งผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางทำให้ชะลอความเร็วเมื่อขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย สุดท้ายเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วที่เปลี่ยนแปลงก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท พบว่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลง มีค่าเท่ากับ 2.5 กม./ชม. (ลดลง 3.52 %) สำหรับกรณีป้ายแขวนสูง 4.0 กม./ชม. (ลดลง 3.50 %) สำหรับกรณีแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 14.82 %) สำหรับกรณีแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง

สำหรับผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง พบว่า รถยนต์ที่ผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยงสามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มความเร็ว (สูงและต่ำ) โดยในแนวทิศทางตะวันตกสู่ตะวันออก การใช้ความเร็วก่อนและหลังป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดงลดความเร็วของรถยนต์กลุ่มความเร็วสูง (71 – 76 กม./ชม.) และกลุ่มความเร็วต่ำ (54 – 57 กม./ชม.) อย่างไม่มีนัยสำคัญ สำหรับแนวทิศทางตะวันออกสู่ตะวันตก ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นลดความเร็วของรถยนต์กลุ่มความเร็วสูง (74 – 82 กม./ชม.) และกลุ่มความเร็วต่ำ (58 – 64 กม./ชม.)

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 แต่แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดงลดความเร็วของรถยนต์ทั้งสองกลุ่มความเร็วอย่างไม่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากพื้นที่ข้างทางต่อการใช้ความเร็วทั้ง 2 ทิศทาง พบว่า จำนวนทางเชื่อมต่อกับถนน ส่งผลต่อพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางทำให้มีการชะลอความเร็วเมื่อขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง สุดท้ายเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วที่เปลี่ยนแปลงก่อนและหลังผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภท พบว่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลง มีค่าเท่ากับ 8.3 กม./ชม. (ลดลง 8.70 %) สำหรับกรณีป้ายแขวนสูง 9.1 กม./ชม. (ลดลง 9.60 %) สำหรับกรณีแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 13.00 %) สำหรับกรณีแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง

จากผลการศึกษาความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทของกรณีศึกษาชุมชนวัดเขากลอย (ทางแยก) และชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ช่วงถนน) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในต่างประเทศ (Austroads) พบว่า ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นของกรณีศึกษาชุมชนวัดเขากลอยและชุมชนวัดหินเกลี้ยง สามารถลดความเร็วได้น้อยกว่า 1.1 กม./ชม. และมากกว่า 4.7 กม./ชม. ตามลำดับ ส่วนแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปสามารถลดความเร็วได้น้อยกว่า 4.0 และ 1.9 กม./ชม. ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากพฤติกรรมการขับขี่และพื้นที่ในการติดตั้งที่อาจแตกต่างกัน สำหรับแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ เนื่องจากไม่ปรากฏข้อมูลการใช้งานมาตรการดังกล่าวใน Austroads

สุดท้ายผลจากการคาดการณ์การประยุกต์ใช้มาตรการชะลอความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน พบว่า การติดตั้งมาตรการแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปมีความเหมาะสมในการติดตั้งเป็นลำดับแรก โดยให้อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนอยู่ในช่วง 4.82 (ไม่พิจารณาผลกระทบจากทางเชื่อม) ถึง 8.86 (พิจารณาผลกระทบจากทางเชื่อม) แต่หากพิจารณาเฉพาะผลประโยชน์จากการติดตั้ง พบว่า แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดงให้ผลประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตาม ต้นทุนการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วมีผลต่อการเลือกลำดับความเหมาะสมของมาตรการชะลอความเร็ว หากหน่วยงานที่รับผิดชอบมีข้อจำกัดด้านงบประมาณสามารถเลือกลำดับตามอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุนในการติดตั้งได้ แต่หากหน่วยงานไม่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณอาจเลือกตามลำดับของผลประโยชน์ที่ได้รับ เพื่อติดตั้งมาตรการชะลอความเร็วให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ผลจากการศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาใช้มาตรการชะลอความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชนต่อไปในอนาคต

7.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำเสนอการจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน โดยวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชน และนำประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็วมาประยุกต์ใช้งาน โดยงานวิจัยมีข้อเสนอแนะ 2 ประเด็นหลักดังนี้

7.2.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งานวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางและข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้งานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น ไม่สามารถเตือนให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญ
2) แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง สำหรับลักษณะทางกายภาพถนนที่เป็นทางแยก สามารถเตือนให้ผู้ขับขี่กลุ่มความเร็วต่ำลดความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่สามารถเตือนให้ผู้ขับขี่กลุ่มความเร็วสูงลดความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญ
3) แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง สำหรับลักษณะทางกายภาพถนนที่เป็นช่วงถนน ไม่สามารถเตือนให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ต้องเพิ่มมาตรการอื่นในการลดความเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถที่ใช้ความเร็วสูงที่เป็นช่วงถนน
4) สามารถคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์เมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทางได้ โดยใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ กับจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนน แต่ควรระมัดระวังเนื่องจากมีจำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ค่อนข้างน้อย
5) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจนำแนวทางของการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการความเร็วช่วงเปลี่ยนแปลงก่อนเข้าเขตชุมชนบริเวณอื่น ๆ ได้ และควรมีการจัดสรรงบประมาณตามลำดับของผลประโยชน์ในแต่ละมาตรการ

7.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ควรศึกษาประสิทธิผลของมาตรการชะลอความเร็ว โดยประเมินประสิทธิผลก่อนและหลังการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว
2) ควรเพิ่มพื้นที่ศึกษาการประเมินประสิทธิผลก่อนและหลังการติดตั้งมาตรการชะลอความเร็ว รวมทั้งพิจารณายานพาหนะให้ครอบคลุมทุกประเภท
3) ควรเพิ่มองค์ประกอบของตัวแทนยานพาหนะในแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคให้ครอบคลุมทั้งรถจักรยานยนต์ และรถขนาดใหญ่
4) ควรพิจารณาหามาตรการเพิ่มเติมที่สามารถการจัดการความเร็วในช่วงเปลี่ยนแปลงบนถนนชนบทก่อนเข้าเขตชุมชนได้ เช่น การขยายขอบคันหินบริเวณชุมชน การติดตั้งเกาะกลางถนน เป็นต้น
5) ควรมีการประยุกต์ใช้แนวทางการประเมินประสิทธิผลของมาตรการอื่น ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับประเทศไทย

6) ควรเพิ่มเติมการศึกษาความเข้าใจและการปฏิบัติตามมาตรการชะลอความเร็วแต่ละประเภทของผู้ใช้ทาง

บรรณานุกรม

กรมทางหลวง. 2557. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2556. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. 2558. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2557. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. 2559. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2558. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. 2560. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน 2559. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. 2561. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2560. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. 2562ก. ราคากลางงานจ้างเหมาทำการติดตั้งสัญญาณไฟกะพริบโซล่าเซล (Solar Cell) บนเสาไฟสัญญาณแบบสูง (MAST ARM) ปี 2562. แขวงทางหลวงลพบุรีที่ 1 หน่วยอำนวยความปลอดภัย.

กรมทางหลวง. 2562ข. โครงการตรวจสอบความปลอดภัยบนโครงข่ายทางหลวงแผ่นดิน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทาง (ระยะที่ 1).

กรมทางหลวง. ม.ป.ป. ตัวอย่างการติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรทางตรง. สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวงชนบท. 2556. แบบมาตรฐานงานทาง. สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท.

กรมทางหลวงชนบท. 2560ก. ระบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบท. http://arms.drr.go.th/report. (สืบค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2562).

กรมทางหลวงชนบท. 2560ข. แบบแนะนำงานปรับปรุงความปลอดภัยบริเวณหน้าโรงเรียน. สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท.

กรมทางหลวงชนบท. 2561ก. แบบมาตรฐานงานทาง. สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท.

กรมทางหลวงชนบท. 2561ข. ราคามาตรฐานเครื่องหมายจราจร. สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท.

กรมทางหลวงชนบท. 2562ก. รายงานจำนวนอุบัติเหตุจำแนกตามมูลเหตุสันนิษฐานด้านผู้ขับขี่ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2560. http://arms.drr.go.th/report. (สืบค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2562).

กรมทางหลวงชนบท. 2562ข. โครงการพัฒนามาตรฐานผู้ตรวจสอบความปลอดภัยงานทางระดับกลาง (Auditor). เล่มที่ 3 คู่มือแนะนำการออกแบบเพื่อความปลอดภัยงานทางสำหรับกรมทางหลวงชนบท. สำนักงานตรวจสอบความปลอดภัยงานทาง กรมทางหลวงชนบท.

กรมบัญชีกลาง. 2559. การประกาศอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง. สำนักมาตรฐานการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ กลุ่มงานพัฒนาราคากลาง. กรมบัญชีกลาง.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.). 2554. แผนที่นำทางเชิงกลยุทธ์ทศวรรษแห่งความปลอดภัยทำงถนน พ.ศ. 2554 - 2563.

ชัยวัฒน์ ใหญ่บก. 2558. การปรับปรุงการจราจรบริเวณสี่ทางแยกบนถนนกาญจนวณิชย์ในเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2562. สรุปประมาณการเศรษฐกิจและเงินเฟ้อ. https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/MonetPolicyComittee/MPR/Pages/default.aspx. (สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2563).

นพดล กรประเสริฐ, ทรงยศ กิจธรรมเกษร, รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา, ปวี คูวิบูลย์ และณฤดล ศรีตะระโส. 2561. โครงการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรพื้นที่บริเวณโดยรอบแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพูช่วงแคราย-มีนบุรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปรเมศวร์ เหลือเทพ. 2561. วิศวกรรมจราจรจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปรัชญา อรัญเวศ. 2561. การปรับปรุงการจัดการจราจรบริเวณทางแยกในเขตเมืองหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปวีร์ คูวิบูลย์. 2560. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการออกแบบทางแยกแบบกลับรถที่เกาะกลางบนทางหลวงหมายเลข 121 จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปิติ จันทรุไทย. 2560. การประเมินประสิทธิผลมาตรการด้านวิศวกรรมจราจร เพื่อลดความเร็วในการเดินทางเข้าสู่ย่านชุมชน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ* 12 (1): 81-93.

พงษ์พันธ์ แทนเกษม, ธเนศ เสถียรนาม, และ วิชุดา เสถียรนาม. 2557. การศึกษาความเป็นไปได้ของมาตรการควบคุมความเร็วบนถนนสายหลักที่ตัดผ่านชุมชนเมือง กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ* ครั้งที่ 19: 2284-2297.

พรศิริ อุระภา, จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์, สหลาภ หอมวุฒิวงศ์, และ วิชุดา เสถียรนาม. 2557. ประสิทธิภาพในการควบคุมความเร็วของรถจักรยานยนต์ด้วยเนินชะลอความเร็ว. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 41 (3): 313-320.

ภานุพงศ์ พุฒภักดี. 2561. การประเมินความสามารถของการเดินในเขตชุมชน กรณีศึกษาเมืองหาดใหญ่และป่าตอง. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มูลนิธิไทยโรดส์. 2560. พิมพ์เขียวแนวทางการจัดการความเร็วเพื่อความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย.

รัชมงคล คำมุลตรี และ พนกฤษณ คลังบุญครอง. 2557. การกำหนดค่าขีดจากัดความเร็วในประเทศไทย. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ* ครั้งที่ 19: 2298-2306.

วิชุดา เสถียรนาม, พงษ์พันธ์ แทนเกษม, และ ธเนศ เสถียรนาม. 2558. การศึกษาขีดจำกัดความเร็วและมาตรการควบคุมความเร็วบนถนนสายหลักในเขตเมือง. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 42 (2): 193-202.

ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ เพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน. 2563. ค้นหาข้อมูลจุดเกิดในรัศมีที่ต้องการ. www.thairsc.com (สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2563)

ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (ศวปถ.). 2556. คู่มือการจัดการความเร็วในชุมชน. พิพม์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสาธารสุขแห่งชาติ.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). 2547ก. คู่มือการใช้เครื่องหมายจราจรบริเวณทางแยก.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). 2547ข. คู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). 2562. ข้อมูลมูลค่าเวลาในการเดินทาง (VOT). http://mistran.otp.go.th/mis/Interview_HIVOT.aspx. (สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562).

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2562. รายได้โดยเฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน เป็นรายภาค และจังหวัด พ.ศ. 2545 - 2560. http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/08.aspx. (สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2562).

อมรวดี หยังหลัง และ วศิน เกียรติโกมล. 2561. การศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินงานของป้ายแจ้งเตือนความเร็วบนทางหลวง. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ* ครั้งที่ 23: 1-8.

เปมิช บุณยะเวศ. 2548. การศึกษาการใช้การสยบการจราจรในประเทศไทย: กรณีศึกษา หาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2011. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (6th Edition). Washington D.C.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2018. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (7th Edition). Washington D.C.

Austroads. 2016A. Achieving Safe System Speeds on Urban Arterial Roads : Compendium of Good Practice. Sydney: Austroads Ltd. Level 9, 287 Elizabeth Street Sydney NSW 2000 Australia.

Austroads. 2016B. Guide to Traffic Management Part 8: Local Area Traffic Management. Sydney: Austroads Ltd. Level 9, 287 Elizabeth Street Sydney NSW 2000 Australia.

Center for Transportation Research and Education (CTRE). 2013. Speed Management Toolbox for Rural Communities for Rural Communities. Iowa State University.

Department of Main Roads Queensland Government. 2003. Manual of Uniform Traffic Control Devices: Part 13 Local Area Traffic Management.

Dougherty, C. 2002. Introduction to Econometrics. (2nd, Ed) Oxford: Oxford University Press.

Federal Highway Administration (FHWA). 2004. Traffic analysis toolbox volume III: guidelines for applying traffic microsimulation modelling software.

Federal Highway Administration (FHWA). 2012A. Methods and Practices for Setting Speed Limits: An Informational Report.

Federal Highway Administration (FHWA). 2012B. Speed Management Toolkit.

Federal Highway Administration (FHWA). 2015. Factors Influencing Operating Speeds and Safety on Rural and Suburban Roads. www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/15030/009.cfm (accessed October 10, 2018).

Federal Highway Administration (FHWA). 2017. Traffic Calming on Main Roads Through Rural Communities. www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/08067. (accessed October 10, 2018).

Galante, F., Mauriello, F., Montella, A., Pernetti, M., Aria, M. and Ambrosio, A. 2010. Traffic calming along rural highways crossing small urban communities: Driving simulator experiment. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1585-1594.

Garber, N. and Hoel, L. 2009. Traffic and Highway Engineering Fourth Edition. University of Virginia

Gulden, J. and Wainwright, S. 2017. Traffic Calming ePrimer. Federal Highway Administration. https://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/ePrimer_modules/module3pt2.cfm (accessed October 13, 2018).

Highways Agency. 1996. Design Manual for Roads and Bridges: Volume 12 Part 1.

Jateikiene, L., Andriejauskas, Tadas., Lingyte, Ineta. and Jasiuniene, V. 2016. Impact assessment of speed calming measures on road safety. *Transportation Research Procedia*, 4228-4236.

Kim, S. 2006. Simultaneous calibration of microscopic traffic simulation and OD matrix. Texas A&M University: PhD Dissertation in Civil Engineering.

Liu, P., Huang, J., Wang W. and Xu, C. 2011. Effects of transverse rumble strips on safety of pedestrian crosswalks on rural roads in China. *Accident Analysis and Prevention*, 1947-1954.

Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD). 2009. Pavement Markings for Speed Tables or Speed Humps with Crosswalks. https://mutcd.fhwa.dot.gov/htm/2009/part3/fig3b_30_longdesc.htm (accessed November 21, 2018).

Maus, J. 2020. The outdated and dangerous 85th percentile rule is dead in Oregon. https://bikeportland.org/2020/04/15/the-outdated-and-dangerous-85th-percentile-rule-is-dead-in-oregon. (accessed April 16, 2020).

National Association of City Transportation Officials (NACTO). 2013. Urban Street Design Guide. New York.

NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (NCHRP). 2012. Design Guidance for High-Speed to Low-Speed Transition Zones for Rural Highways. Transportation Research Board.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2006. Speed Management. Paris, France: European Conference of Ministers of Transport.

Planning Transport Verkehr AG (PTV). 2015. PTV VISSIM 8 USER MANUAL. Karlsruhe, Germany.

Roess, R. P., Prassas, E. S., McShane, and W. R. 2011. Traffic Engineering (4th Edition). New Jersey: Prentice Hall.

Ryder, P. 2001. The use and application of micro simulation traffic models. Sydney: Austroads.

Texas Department of Transportation (TxDOT) and The Federal Highway Administration (FHWA). 2007. CRITERIA FOR HIGH DESIGN SPEED FACILITIES. Texas: The Texas A&M University System.

Transport Accident Commission (TAC). 2016. Safer Speeds. www.tac.vic.gov.au/road-safety/towards-zero/safer-speeds (accessed February 21, 2019).

Wang, L. and Abdel-Aty, M. 2017. Implementation of Variable Speed Limits to Improve Safety of Congested Expressway Weaving Segments in Microsimulation. *20th EURO Working Group on Transportation Meeting*, 577-587.

Wramborg, P. 2005. A New Approach to a Safe and Sustainable Road Structure and Street Design for Urban Areas.

World Health Organization (WHO). 2015. Global status report on road safety.

World Health Organization (WHO). 2018. Global status report on road safety.

Wright, P. H. and Dixon. 2004. Highway Engineering (7th Edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

ภาคผนวก ก
แบบสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ภาคผนวก ก-1 แบบสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน

แบบสำรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Count, MB)
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วันที่สำรวจ _____

ชื่อผู้สำรวจ _____

จุดสำรวจ _____

วาดรูปช่วงถนนและทิศทางการจราจรที่สำรวจ

Counter No.

ช่วงเวลา													หมายเหตุ
___:00 - ___:15													
	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม
___:15 - ___:30													
	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม
___:30 - ___:45													
	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม
___:45 - ___:00													
	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม	รวม

ภาคผนวก ก-2 แบบสำรวจข้อมูลความเร็วแบบเฉพาะจุด

แบบสำรวจข้อมูลความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed)

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สถานที่		ชื่อผู้สำรวจ	
วันที่		ประเภทยานพาหนะ	
เวลา		ระยะทางที่สำรวจ	เมตร
สภาพอากาศ		ทิศทาง	

ลำดับ	เวลา		ลำดับ	เวลา		ลำดับ	เวลา	
	เริ่ม	สิ้นสุด		เริ่ม	สิ้นสุด		เริ่ม	สิ้นสุด
1			35			69		
2			36			70		
3			37			71		
4			38			72		
5			39			73		
6			40			74		
7			41			75		
8			42			76		
9			43			77		
10			44			78		
11			45			79		
12			46			80		
13			47			81		
14			48			82		
15			49			83		
16			50			84		
17			51			85		
18			52			86		
19			53			87		
20			54			88		
21			55			89		
22			56			90		
23			57			91		
24			58			92		
25			59			93		
26			60			94		
27			61			95		
28			62			96		
29			63			97		
30			64			98		
31			65			99		
32			66			100		
33			67			101		
34			68			102		

ภาคผนวก ก-3 แบบสำรวจข้อมูลความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน

แบบสำรวจข้อมูลความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed)

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สถานที่	_____	ชื่อผู้สำรวจ	_____
วันที่	_____	ประเภทยานพาหนะ	_____
เวลา	_____	ระยะทางที่สำรวจ	_____ เมตร
สภาพอากาศ	_____	ทิศทาง	_____

ลำดับ	ป้ายทะเบียน	เวลา	ลำดับ	ป้ายทะเบียน	เวลา	ลำดับ	ป้ายทะเบียน	เวลา
1			35			69		
2			36			70		
3			37			71		
4			38			72		
5			39			73		
6			40			74		
7			41			75		
8			42			76		
9			43			77		
10			44			78		
11			45			79		
12			46			80		
13			47			81		
14			48			82		
15			49			83		
16			50			84		
17			51			85		
18			52			86		
19			53			87		
20			54			88		
21			55			89		
22			56			90		
23			57			91		
24			58			92		
25			59			93		
26			60			94		
27			61			95		
28			62			96		
29			63			97		
30			64			98		
31			65			99		
32			66			100		
33			67			101		
34			68			102		

ภาคผนวก ข
รายละเอียดของผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ภาคผนวก ข-1 ผลการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร

รูปที่ ข-1 ทิศทางการสำรวจปริมาณการจราจรทางแยกชุมชนวัดเขากลอย

ตารางที่ ข-1 ปริมาณการจราจรทางแยกชุมชนวัดเขากลอย

ทิศทาง	เวลา	รถจักรยานยนต์ (คัน)	รถยนต์ (คัน)	รถบรรทุก (คัน)
ขาเข้าอำเภอนาหม่อม (เลี้ยวขวา)	11.00-11.10 น.	4	16	0
	11.10-11.20 น.	8	16	0
	11.20-11.30 น.	4	16	0
	11.30-11.40 น.	4	8	4
	11.40-11.50 น.	4	16	0
	11.50-12.00 น.	16	4	0
ขาเข้าเมืองสงขลา (เลี้ยวซ้าย)	11.00-11.10 น.	4	12	0
	11.10-11.20 น.	8	8	0
	11.20-11.30 น.	4	12	0
	11.30-11.40 น.	12	16	8
	11.40-11.50 น.	8	24	0
	11.50-12.00 น.	4	16	0
ขาเข้าอำเภอนาหม่อม (ตรงไป)	11.00-11.10 น.	4	4	0
	11.10-11.20 น.	8	12	0
	11.20-11.30 น.	12	4	0
	11.30-11.40 น.	12	8	0
	11.40-11.50 น.	8	4	0
	11.50-12.00 น.	8	4	4
ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่ (เลี้ยวขวา)	11.00-11.10 น.	4	12	0
	11.10-11.20 น.	4	16	4
	11.20-11.30 น.	4	8	0
	11.30-11.40 น.	4	8	0
	11.40-11.50 น.	4	12	0
	11.50-12.00 น.	4	20	0

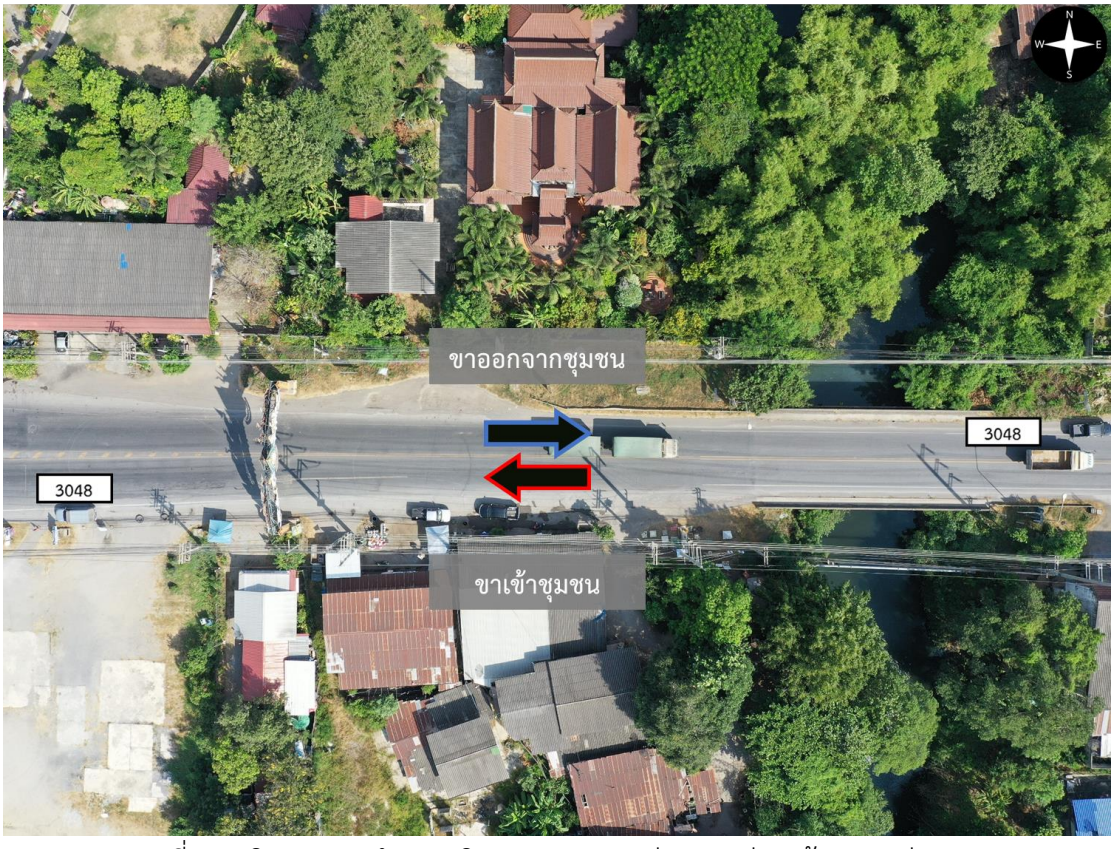
ตารางที่ ข-2 ปริมาณการจราจรทางแยกชุมชนวัดเขากลอย (ต่อ)

ทิศทาง	เวลา	รถจักรยานยนต์ (คัน)	รถยนต์ (คัน)	รถบรรทุก (คัน)
ขาเข้าเมืองสงขลา (ตรงไป)	11.00-11.10 น.	4	4	0
	11.10-11.20 น.	8	24	0
	11.20-11.30 น.	4	8	0
	11.30-11.40 น.	4	8	0
	11.40-11.50 น.	4	12	12
	11.50-12.00 น.	8	12	0
ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่ (เลี้ยวซ้าย)	11.00-11.10 น.	4	16	0
	11.10-11.20 น.	4	4	0
	11.20-11.30 น.	4	12	0
	11.30-11.40 น.	4	24	0
	11.40-11.50 น.	4	16	0
	11.50-12.00 น.	4	8	0

รูปที่ ข-2 ทิศทางการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ตารางที่ ข-3 ปริมาณการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ทิศทาง	เวลา	รถจักรยานยนต์ (คัน)	รถยนต์ (คัน)	รถบรรทุก (คัน)
ขาเข้าเมืองสงขลา	10.45-10.55 น.	6	18	1
	10.55-11.05 น.	8	15	1
	11.05-11.15 น.	14	14	0
	11.15-11.25 น.	11	13	1
	11.25-11.35 น.	11	23	2
	11.35-11.45 น.	11	12	0
ขาเข้าอำเภอหาดใหญ่	10.45-10.55 น.	10	21	1
	10.55-11.05 น.	14	12	2
	11.05-11.15 น.	6	12	0
	11.15-11.25 น.	17	12	1
	11.25-11.35 น.	17	8	0
	11.35-11.45 น.	15	17	4

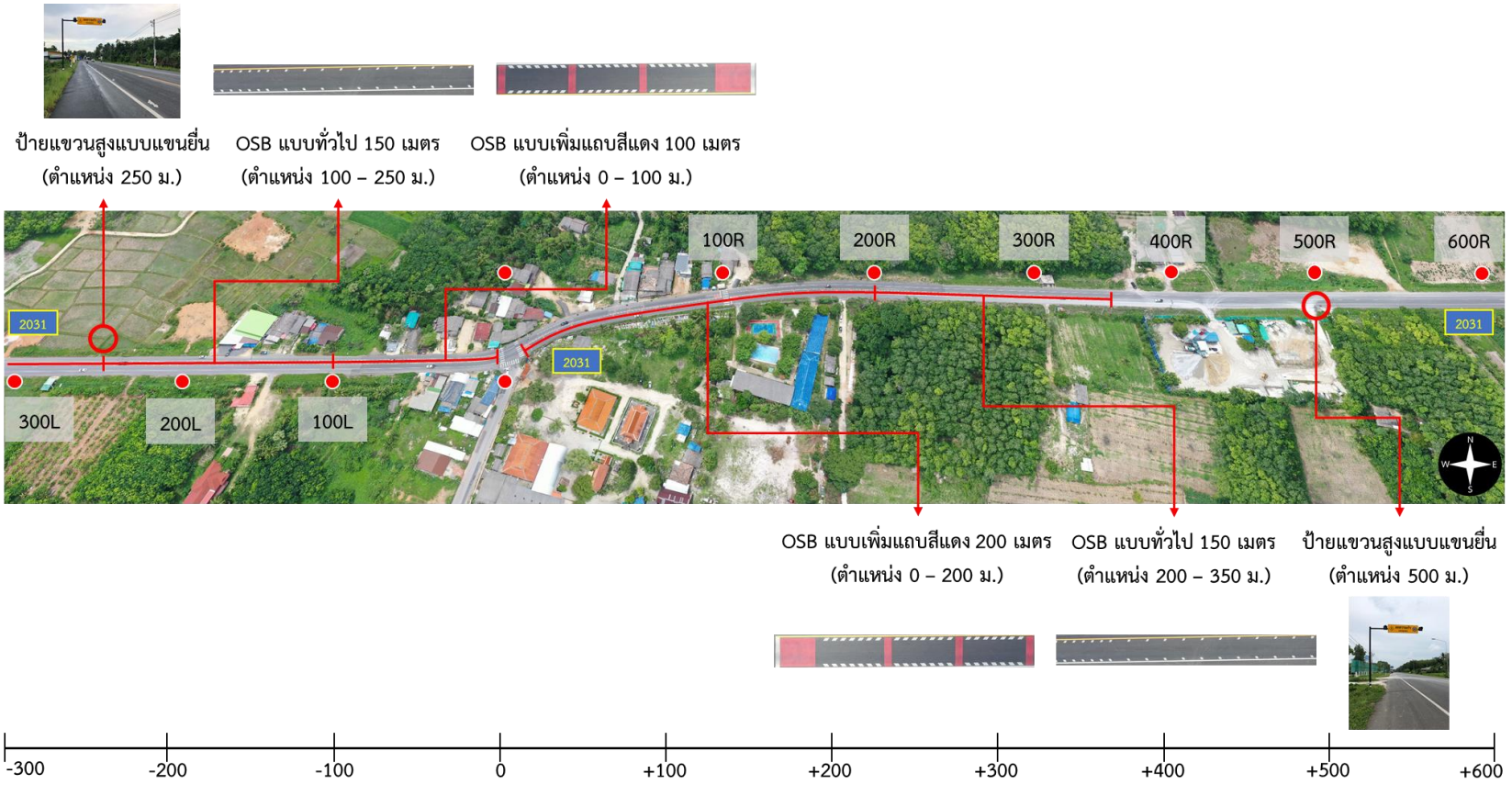


รูปที่ ข-3 ทิศทางการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ตารางที่ ข-4 ปริมาณการจราจรช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ทิศทาง	เวลา	รถจักรยานยนต์ (คัน)	รถยนต์ (คัน)	รถบรรทุก (คัน)
ขาเข้าชุมชน	09.00-09.10 น.	36	40	16
	09.10-09.20 น.	40	40	20
	09.20-09.30 น.	8	40	20
	09.30-09.40 น.	28	64	12
	09.40-09.50 น.	20	32	12
	09.50-10.00 น.	40	64	12
ขาออกจากชุมชน	09.00-09.10 น.	32	68	20
	09.10-09.20 น.	32	44	8
	09.20-09.30 น.	28	48	16
	09.30-09.40 น.	40	40	24
	09.40-09.50 น.	20	48	8
	09.50-10.00 น.	32	44	20

ภาคผนวก ข-2 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็วรถยนต์บนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย



รูปที่ ข-4 ตำแหน่งการสำรวจความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย

ตารางที่ ข-5 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 100R ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 100R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
65	66	47	62	50	70	47	50	54	57
51	72	50	53	60	63	28	64	63	53
73	68	63	39	51	53	36	48	48	31
55	87	48	56	71	42	39	42	57	52
78	56	42	50	57	76	40	49	37	65
63	46	42	45	62	59	30	42	37	31
69	55	49	46	62	54	58	52	62	61
60	50	53	34	64	45	67	48	62	49
59	55	42	37	60	61	46	44	60	51
50	57	53	45	83	59	75	47	42	76
42	56	57	44	65	49	56	51	28	39
46	54	61	49	73	69	46	38	75	61
40	48	57	42	67	30	55	41	58	29
50	67	58	52	65	54	50	51	38	37
42	43	44	48	70	49	55	56	66	83
50	69	45	44	62	42	57	68	57	37
58	71	75	47	55	47	56	49	39	41
66	47	61	51	50	51	54	71	59	54
47	72	50	38	58	53	48	56	35	46
59	76	54	41	50	47	67	48	67	58
49	56	57	51	51	50	43	41	28	48
57	61	51	56	52	59	69	40	46	48
43	57	65	68	63	63	71	53	69	56
51	59	62	49	70	40	47	49	52	44
45	51	49	37	60	47	72	53	80	57
58	52	57	56	62	45	76	42	45	61
50	63	50	45	61	50	72	53	45	48
82	70	51	54	66	43	53	57	45	42
43	60	49	50	83	42	68	61	31	28
57	62	59	46	69	52	51	57	41	40
60	61	46	75	56	48	52	58	54	50
63	66	76	66	54	44	46	44	59	83
69	83	66	43	50	47	61	45	70	62
75	69	60	38	44	51	57	75	59	49
64	56	52	47	56	38	59	61	41	51
37	54	37	51	70	41	51	50	59	58
77	50	52	43	69	51	52	54	39	35
81	44	31	50	65	56	63	57	56	30
73	56	29	58	29	68	70	51	44	56
41	70	28	50	38	49	60	65	67	61

ตารางที่ ข-6 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 200R ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 200R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
62	63	55	51	53	71	71	52	60	63
72	51	75	63	89	78	66	49	72	74
74	49	53	56	63	64	77	65	72	80
62	49	63	62	50	65	66	63	57	68
70	65	64	67	56	83	65	40	48	58
56	56	64	67	70	58	88	52	67	60
52	64	68	59	72	66	67	47	60	74
92	67	89	70	60	65	60	55	71	48
65	73	50	68	61	72	87	50	42	52
74	53	52	74	66	63	67	60	68	71
78	52	76	66	56	62	46	63	74	79
63	71	86	71	74	45	49	42	61	62
73	80	79	48	72	64	47	52	62	60
71	59	76	50	67	80	53	75	87	67
73	81	68	64	58	68	59	68	72	68
59	72	68	84	70	57	61	55	50	64
57	53	40	60	73	59	68	79	57	76
81	70	61	51	80	74	55	91	88	77
71	60	84	47	76	53	51	62	45	67
67	74	69	51	83	84	68	65	59	62
66	72	76	95	70	97	53	72	55	45
57	68	53	72	72	70	75	51	63	45
49	89	71	66	63	64	59	74	89	71
46	71	55	66	55	51	71	72	84	60
89	51	82	78	56	48	48	76	67	68
70	62	62	55	68	72	66	55	82	79
69	72	58	95	65	56	65	56	60	61
67	84	55	96	75	45	82	63	64	69
47	71	78	52	61	54	87	62	70	51
56	66	72	76	66	71	77	51	55	49
48	77	82	67	73	60	48	85	51	62
52	66	74	47	58	62	67	83	51	47
49	65	62	39	67	72	75	65	67	63
65	88	51	53	66	84	71	67	66	71
63	67	55	59	64	71	80	67	66	58
40	60	70	75	78	66	59	59	78	70
52	87	71	67	48	77	81	70	70	63
47	67	73	81	50	66	72	68	60	45
55	63	76	65	52	65	53	74	72	84
50	54	67	52	61	88	70	66	54	86

ตารางที่ ข-7 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 300R ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 300R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
61	67	86	70	68	69	64	65	51	63
75	79	58	88	83	76	72	60	55	82
100	61	79	74	67	88	82	74	73	70
69	88	55	68	60	64	79	87	75	66
83	70	82	96	67	59	74	55	71	75
84	72	77	84	74	68	76	82	58	65
80	68	70	60	68	67	93	59	51	56
84	83	84	62	72	77	77	72	74	75
72	78	72	83	73	91	68	79	56	76
82	96	64	74	85	60	65	49	97	72
64	91	72	51	79	63	71	51	77	53
59	77	82	72	58	51	56	79	83	103
89	68	79	85	77	85	53	67	55	53
69	78	74	70	64	70	48	60	63	72
71	93	76	88	67	88	62	65	54	83
53	82	59	73	48	69	82	62	88	98
100	88	64	65	74	64	88	83	72	83
65	76	69	86	55	59	68	74	71	69
74	82	80	70	66	59	82	51	49	76
81	66	66	95	76	64	88	72	80	88
63	94	72	59	61	82	83	85	69	49
60	93	87	75	82	96	68	70	65	65
70	76	77	71	71	84	57	88	77	71
87	78	86	65	78	91	50	73	78	78
61	65	63	87	87	81	68	65	77	59
60	68	69	66	70	65	60	86	97	68
71	74	68	76	81	49	46	74	71	88
78	75	72	80	83	57	88	79	74	58
55	88	84	76	60	66	73	71	72	58
78	98	90	66	70	65	65	68	78	84
59	78	65	62	78	64	86	77	85	66
65	78	65	71	55	48	70	57	62	61
84	62	60	65	72	60	95	65	60	56
72	61	71	58	67	51	59	66	80	75
71	69	58	64	59	47	75	94	60	104
77	52	70	78	51	69	71	93	69	51
67	65	72	88	78	60	65	76	100	58
71	60	70	94	93	59	87	78	63	71
59	74	69	64	61	59	66	65	75	76
70	87	77	77	68	71	76	68	69	52

ตารางที่ ข-8 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 400R ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 400R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
77	74	75	60	65	54	65	68	65	83
88	71	83	81	58	65	68	73	66	97
71	74	83	75	69	86	51	71	85	96
56	88	84	84	89	90	67	62	74	96
64	83	93	59	67	69	82	59	86	75
59	68	73	85	63	60	87	90	74	81
75	50	68	87	78	60	50	72	65	69
69	84	70	81	85	76	89	96	68	64
59	76	74	103	83	84	80	57	74	61
70	78	74	96	79	61	65	45	71	100
68	85	69	79	98	96	63	51	68	80
81	75	60	62	95	107	68	58	74	68
76	72	72	69	86	71	75	60	73	99
62	65	76	72	73	66	73	69	55	59
80	58	90	60	83	56	59	72	71	74
54	50	87	97	54	54	75	76	61	66
64	74	59	58	71	49	81	67	73	75
79	92	98	80	88	86	60	60	81	67
83	70	67	65	75	61	79	78	70	76
66	74	65	60	73	72	73	90	66	96
72	70	68	65	78	80	84	84	87	79
67	116	51	56	69	79	57	91	65	70
60	64	53	90	79	71	60	58	83	91
87	69	79	78	71	77	59	87	72	76
52	84	58	60	76	90	51	52	70	75
63	65	89	55	87	82	53	63	79	76
82	90	77	61	77	67	84	89	65	73
82	77	84	62	62	83	87	72	71	70
45	76	74	73	57	75	45	65	81	74
67	70	55	72	56	76	49	58	76	87
83	69	50	71	59	63	76	50	65	55
76	45	59	79	85	70	84	74	58	46
87	70	55	58	61	86	63	61	98	77
74	67	78	81	70	78	58	75	70	50
67	82	55	74	69	59	53	74	63	80
75	99	86	76	82	55	88	55	83	78
88	93	86	69	53	81	78	50	85	84
75	96	60	66	74	88	84	59	70	51
66	79	37	82	65	65	83	67	67	66
69	67	62	70	73	73	86	63	40	64

ตารางที่ ข-9 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 500R ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 500R เมตร (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
45	76	95	70	65	60	80	67	70	69
63	76	60	79	72	53	70	97	87	77
60	80	64	68	52	65	62	76	79	80
65	65	80	70	79	80	52	87	90	56
47	76	63	83	66	85	57	77	64	54
55	65	65	86	64	87	67	84	91	90
57	76	84	63	61	65	62	56	86	67
49	80	89	60	62	67	60	97	72	90
51	63	96	63	76	66	71	72	61	75
45	97	74	76	65	53	73	68	68	97
88	81	84	52	62	90	83	62	51	49
53	70	70	63	77	94	75	75	52	80
59	67	60	65	66	92	69	66	63	75
65	76	59	60	70	87	63	50	98	92
73	87	63	64	75	88	89	58	55	59
49	77	80	56	65	82	73	79	67	88
62	68	67	62	76	81	65	84	65	55
50	97	71	72	82	79	58	81	86	72
66	86	56	68	75	76	51	65	79	76
79	72	84	65	72	75	78	72	61	50
55	82	96	75	70	69	90	74	60	95
48	76	59	62	87	96	70	80	81	75
72	79	62	65	82	92	88	98	63	95
72	95	82	70	76	97	68	62	51	74
79	60	90	69	62	89	77	71	71	49
70	64	81	62	50	76	63	56	82	76
43	80	85	65	57	75	68	55	63	75
59	63	80	63	79	78	52	59	60	66
72	65	85	62	64	68	45	50	80	75
84	84	65	58	67	61	92	49	54	60
60	89	86	44	69	56	69	78	97	76
54	96	88	68	70	55	65	86	48	63
66	74	90	78	68	54	54	95	64	57
71	76	60	76	63	63	68	91	79	76
66	80	47	90	60	68	70	54	54	79
65	63	65	86	64	77	79	78	60	56
55	97	67	60	72	66	82	53	70	45
53	81	88	63	56	74	86	61	57	85
74	70	94	70	67	64	87	69	71	90
46	67	83	65	70	84	56	46	87	80

ตารางที่ ข-10 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 600R ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 600R เมตร (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
96	75	90	80	62	85	59	108	85	95
54	61	88	96	59	98	84	98	79	81
79	84	96	83	71	96	72	89	85	89
67	85	80	100	73	105	61	82	79	67
75	70	75	85	76	70	65	81	99	100
76	57	84	52	109	89	93	67	95	87
77	52	94	61	71	76	98	79	81	83
78	73	70	95	76	65	103	73	61	80
68	85	82	87	67	99	58	74	97	93
65	46	66	86	66	93	88	82	57	63
72	71	76	54	71	82	85	89	92	86
70	94	77	57	74	65	83	99	77	61
71	89	70	59	81	75	89	66	85	76
66	78	72	71	80	89	76	63	75	85
77	85	73	68	88	59	74	58	97	85
65	64	85	56	58	72	79	90	97	94
93	49	100	77	60	78	80	97	93	108
54	58	95	87	83	77	79	92	63	58
62	77	93	63	76	88	89	104	76	81
74	96	97	73	81	65	68	89	69	73
79	79	87	83	71	95	67	84	75	60
94	94	63	76	73	87	77	75	83	92
98	98	101	81	80	93	89	73	67	69
63	93	63	71	73	114	69	61	96	98
66	78	72	73	87	99	96	54	79	83
106	93	93	80	96	91	89	93	101	93
96	78	73	73	84	97	84	58	76	77
79	77	90	87	60	81	82	65	62	77
56	86	61	96	71	76	88	52	80	88
66	85	102	84	68	68	89	100	78	60
68	73	73	64	87	63	76	94	82	79
65	83	89	91	88	60	90	97	59	84
60	85	54	88	90	59	97	86	83	73
58	95	88	70	70	51	65	82	105	81
69	81	70	88	88	71	67	87	93	92
87	70	89	88	91	81	55	76	115	53
83	100	90	87	100	63	66	71	85	95
82	64	77	68	77	100	68	74	63	84
53	74	84	71	62	102	63	69	62	79
82	80	77	60	70	70	57	62	85	67

ตารางที่ ข-11 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 100L ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 100L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
35	31	44	43	35	29	30	35	33	35
38	42	34	37	40	35	32	31	24	37
48	32	35	37	37	33	41	33	30	33
42	31	38	29	31	52	35	35	39	43
40	30	36	34	32	30	32	30	33	40
41	33	41	38	34	32	34	35	32	33
37	28	53	40	39	41	28	40	40	35
42	29	40	32	44	35	37	34	33	38
43	35	35	35	47	32	40	41	36	37
53	33	31	34	30	34	27	42	31	32
35	52	33	31	41	28	37	34	38	46
45	30	35	29	37	37	26	42	50	34
42	32	30	42	42	40	29	36	41	30
47	41	35	37	43	27	34	45	40	37
43	35	40	35	53	30	38	47	37	40
41	32	34	34	35	35	40	40	46	32
38	34	41	41	45	53	32	37	41	44
34	28	42	32	42	53	35	41	33	40
34	37	34	31	47	44	34	37	32	44
27	40	42	38	43	29	31	38	38	36
30	27	36	39	41	27	29	33	35	39
38	30	45	34	38	34	42	30	35	42
33	35	47	33	34	28	37	37	30	32
34	53	40	36	34	36	35	37	43	41
30	53	37	38	27	45	34	34	49	44
36	44	41	50	30	47	41	35	37	35
46	29	37	38	38	40	32	50	51	41
45	27	38	38	33	37	31	54	34	33
48	34	33	44	34	41	38	49	28	37
56	28	30	42	30	37	39	54	40	27
50	32	37	42	36	38	34	46	45	49
54	25	37	41	34	33	33	38	50	45
49	30	34	40	38	30	36	44	49	48
54	35	35	35	33	37	38	42	42	34
46	40	40	37	27	37	50	45	42	42
38	34	32	40	30	34	38	52	28	38
44	38	38	30	34	35	38	48	29	32
42	33	41	32	24	40	44	33	30	31
45	27	33	33	37	32	42	31	40	41
52	30	31	31	31	37	42	42	38	30

ตารางที่ ข-12 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 200L ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 200L เมตร (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
30	47	68	58	61	45	47	47	57	53
57	45	59	46	51	52	56	45	53	58
42	52	43	85	62	53	53	52	65	52
51	55	59	83	47	56	68	55	70	72
74	53	68	66	49	55	49	57	53	59
65	70	57	59	72	67	70	66	49	62
55	54	88	48	70	63	63	45	53	57
61	62	69	63	66	56	66	65	56	55
64	57	56	66	70	65	58	55	58	66
76	65	53	58	51	52	60	53	62	92
70	62	72	60	69	48	55	51	64	56
68	58	77	55	67	58	49	74	62	65
65	37	75	49	58	46	51	65	49	62
62	66	60	51	49	85	62	55	43	53
49	45	52	62	45	83	48	61	53	58
48	65	63	48	62	66	55	64	74	61
51	55	64	55	56	59	67	76	75	70
63	53	57	67	79	48	63	70	61	55
59	83	64	63	65	65	56	68	69	51
68	85	61	56	62	37	65	65	51	45
53	59	51	65	65	66	52	62	43	53
56	67	62	52	65	45	48	49	50	88
47	59	47	48	52	65	47	48	66	75
52	54	49	47	64	55	58	51	60	53
49	57	72	58	56	53	45	63	75	50
52	50	70	45	69	83	68	59	77	55
48	47	66	68	51	85	78	68	69	60
58	49	70	78	69	59	59	53	68	55
60	47	51	59	60	67	65	56	50	88
71	63	69	65	40	59	61	47	67	51
57	58	67	61	54	54	53	52	70	75
65	53	58	53	59	57	46	49	53	57
61	59	49	46	54	50	54	52	64	50
56	49	45	54	57	47	47	48	56	52
55	62	62	47	50	49	52	58	40	54
74	43	56	52	47	47	65	60	53	60
61	53	79	65	49	63	69	71	79	62
60	50	65	69	47	58	58	57	69	65
53	88	62	58	63	53	77	65	50	64
53	67	65	77	58	59	70	61	53	58

ตารางที่ ข-13 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 300L ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 300L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
56	66	68	66	55	55	56	52	58	54
44	65	77	50	52	52	60	57	78	74
78	51	57	62	57	57	58	71	66	68
41	50	52	82	51	41	60	70	59	56
59	52	80	77	50	70	55	54	68	58
81	55	64	71	52	69	58	53	80	71
65	57	55	58	51	57	70	66	63	70
57	81	52	61	50	53	66	58	53	49
64	67	57	59	52	69	53	71	57	55
79	54	70	62	55	56	63	70	71	64
71	68	84	55	57	57	50	60	56	65
75	64	68	56	81	58	59	62	70	69
69	66	74	57	67	59	61	66	66	69
65	70	60	56	54	61	59	64	71	68
71	54	62	55	68	63	56	54	57	58
70	53	66	57	64	68	70	55	50	79
82	66	64	67	66	54	66	59	56	70
62	58	54	64	55	88	58	49	68	51
46	81	55	60	52	63	81	64	70	73
52	78	59	64	57	52	78	56	78	61
70	59	49	53	70	69	59	66	79	74
69	68	64	49	84	72	68	50	58	60
57	62	56	50	68	63	62	62	52	53
53	54	62	79	74	55	54	82	64	57
69	57	85	64	60	58	57	77	80	71
56	59	72	57	62	54	59	71	96	82
57	56	80	54	66	57	56	58	68	58
58	54	68	56	64	55	54	61	64	60
59	52	55	60	54	56	52	59	71	64
61	61	60	58	55	52	61	62	55	58
63	60	76	60	59	69	60	55	65	60
68	58	65	55	49	72	58	56	54	56
54	63	60	58	64	63	63	57	71	68
88	60	54	70	56	55	60	56	62	70
63	65	58	66	66	58	65	55	66	69
52	50	52	53	68	54	50	57	57	61
69	66	56	63	56	57	53	67	68	51
72	57	60	50	65	55	63	64	70	66
63	60	53	59	70	56	59	60	63	52
55	90	79	61	73	70	50	64	60	58

ตารางที่ ข-14 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 400L ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 400L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
48	60	58	40	72	44	55	71	59	90
72	59	60	58	56	70	62	62	70	68
56	63	75	67	63	65	59	56	58	60
63	48	71	65	66	44	52	63	80	57
66	68	73	52	68	53	59	66	46	58
58	79	62	75	48	76	90	58	65	60
52	67	42	43	79	71	65	52	70	47
54	68	45	40	73	72	52	54	49	40
75	47	53	80	62	46	75	75	53	55
70	72	58	77	42	50	43	70	65	60
51	46	40	41	45	43	40	51	51	47
60	50	52	52	53	43	80	60	50	47
49	43	56	68	58	51	77	49	61	63
52	43	40	70	40	44	41	52	60	49
76	51	49	58	52	70	52	76	72	40
43	44	54	46	56	65	68	43	42	67
53	70	42	75	40	64	70	53	54	70
44	65	56	52	49	70	58	44	72	58
51	64	58	64	54	73	46	51	92	67
49	70	52	57	42	70	75	49	75	78
51	73	53	57	56	54	52	51	58	51
51	70	47	68	58	70	64	51	43	58
71	54	42	43	70	68	57	71	44	68
73	70	45	60	58	41	57	73	59	58
63	68	49	59	73	49	68	63	47	72
58	41	40	67	80	40	43	58	53	70
51	49	60	59	57	42	60	51	60	54
79	40	54	58	50	55	59	79	47	43
64	42	44	80	47	47	67	64	57	53
77	55	59	66	75	46	59	77	50	40
74	47	60	47	78	42	58	74	65	60
75	46	49	53	47	56	80	75	80	66
67	42	43	41	43	65	66	67	40	44
76	56	58	69	55	58	47	76	73	74
56	65	50	73	70	61	53	73	67	58
80	58	40	68	58	52	41	70	55	70
55	61	70	65	60	43	69	54	56	65
62	52	45	70	51	52	73	70	70	45
59	43	41	58	47	70	55	68	72	58
52	52	64	73	60	68	54	41	47	50

ตารางที่ ข-15 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ตำแหน่ง 500L ในรูปที่ ข-4)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 500L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
67	70	62	70	78	74	70	76	57	61
59	81	66	56	73	79	65	75	88	59
70	78	56	61	67	76	79	78	48	59
68	70	61	70	68	57	76	60	59	80
70	68	70	72	56	76	65	65	62	57
59	67	66	69	51	74	63	63	64	70
58	68	68	57	59	56	67	62	67	66
81	69	71	54	76	66	58	61	65	66
60	62	76	67	57	65	63	50	63	81
59	61	75	64	66	62	70	63	61	68
84	50	78	70	50	58	68	65	56	65
74	63	60	60	67	56	70	50	67	66
79	65	65	64	60	68	48	57	61	63
76	50	63	62	70	70	88	60	60	64
57	57	73	68	71	62	77	53	66	70
76	60	75	70	58	73	56	61	67	55
74	53	82	100	59	76	60	72	82	53
56	61	80	62	51	75	56	80	60	59
66	72	71	70	57	78	56	73	70	64
65	80	70	65	61	60	70	68	66	70
62	73	90	79	63	65	72	62	67	69
58	68	76	76	81	63	55	65	62	68
56	62	76	65	82	73	59	66	77	55
85	65	71	63	53	75	71	67	53	50
70	66	56	67	48	82	70	55	48	50
53	67	58	58	50	80	90	53	58	57
61	55	61	63	63	71	76	50	55	57
58	53	56	70	67	70	76	40	77	55
65	50	60	68	56	90	71	82	59	61
70	40	54	70	48	76	56	75	50	48
57	82	64	48	59	76	58	70	47	64
66	75	70	88	56	71	61	92	40	61
50	70	67	77	65	56	56	67	63	67
67	92	64	56	70	58	60	68	61	60
60	67	59	60	64	61	54	56	61	66
70	68	60	56	55	56	64	51	47	71
71	56	70	56	57	60	72	59	88	57
58	51	72	70	61	57	55	61	43	68
59	59	61	72	66	54	59	88	55	57
51	61	56	55	59	67	80	59	59	68

ตารางที่ ข-16 ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ทิศตะวันออกสู่ตะวันตก)

คันที่	ความเร็วของรถยนต์แต่ละคัน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)					
	550 เมตร	450 เมตร	300 เมตร	250 เมตร	200 เมตร	100 เมตร
1	82	80	79	77	76	68
2	78	76	75	70	70	59
3	65	65	63	59	59	52
4	86	92	85	80	79	62
5	80	85	85	84	81	72
6	79	78	77	74	74	64
7	91	85	86	84	80	65
8	76	67	64	61	60	56
9	67	70	70	69	69	65
10	68	73	72	69	66	59
11	68	67	63	62	61	46
12	78	77	77	72	72	59
13	84	83	80	79	75	66
14	88	87	82	80	80	70
15	69	66	65	62	58	51
16	95	88	86	80	75	62
17	99	97	87	85	82	68
18	82	79	77	76	72	63
19	69	69	65	62	62	58
20	83	83	80	75	73	61
21	85	83	83	80	77	60
22	66	65	63	62	60	49
23	79	76	73	72	70	53
24	83	73	72	71	69	61
25	75	74	73	73	70	65

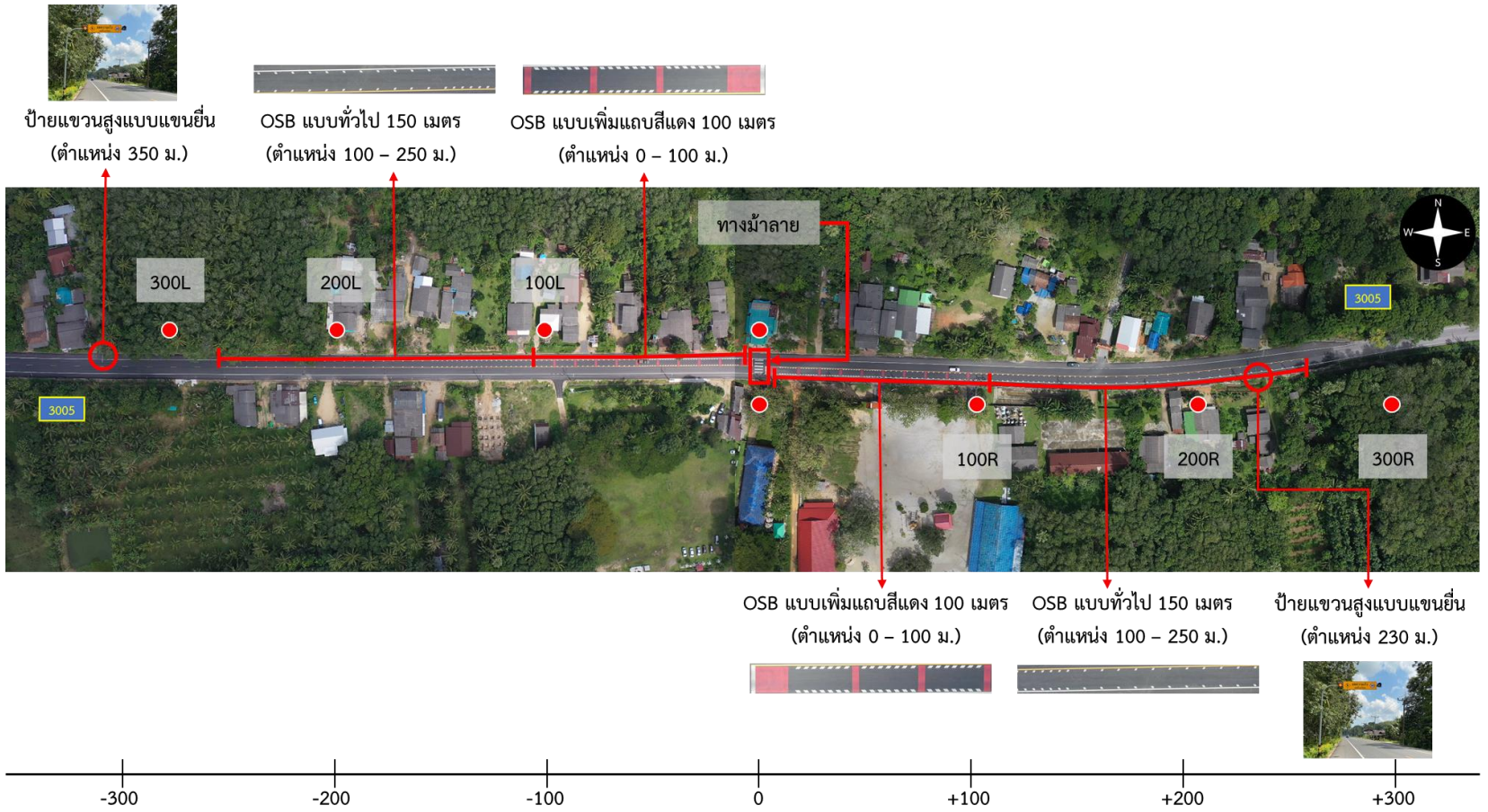
หมายเหตุ: ผลการสำรวจจากไกล (ตำแหน่ง 550 เมตร) มายังใกล้ชุมชน (ตำแหน่ง 100 เมตร)

ตารางที่ ข-17 ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดเขากลอย (ทิศตะวันตกสู่ตะวันออก)

คันที่	ความเร็วของรถยนต์แต่ละคัน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)			
	300 เมตร	200 เมตร	100 เมตร	50 เมตร
1	69	68	63	58
2	50	51	45	34
3	69	63	55	46
4	60	65	47	36
5	72	69	55	46
6	58	57	53	44
7	68	58	45	33
8	75	63	65	58
9	62	66	68	62

หมายเหตุ: ผลการสำรวจจากไกล (ตำแหน่ง 300 เมตร) มายังใกล้ชุมชน (ตำแหน่ง 50 เมตร)

ภาคผนวก ข-3 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็วรถยนต์บนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง



รูปที่ ข-5 ตำแหน่งการสำรวจความเร็วช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง

ตารางที่ ข-18 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 0R ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 0R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
70	49	30	73	50	51	54	30	49	48
51	41	46	47	49	54	50	47	53	61
33	69	48	45	52	69	49	52	58	55
36	48	50	65	29	55	56	55	38	62
40	39	60	57	37	60	49	49	66	53
41	55	49	51	34	45	54	45	47	70
44	54	40	60	39	32	59	39	58	56
39	43	56	48	31	57	54	48	63	48
35	44	53	49	45	25	51	53	57	71
39	44	54	49	41	40	36	54	45	51
57	38	49	29	50	43	55	64	57	32
48	57	67	56	56	36	68	48	52	49
39	44	66	47	58	63	32	30	69	41
65	54	59	24	50	66	38	30	49	69
76	69	54	30	55	45	40	38	52	48
57	58	49	32	58	43	45	56	58	39
53	70	56	48	64	40	44	59	51	54
58	67	49	49	60	65	50	51	69	55
61	66	50	57	38	45	43	52	60	45
52	30	49	42	66	56	51	40	32	57
61	66	50	57	38	45	43	52	58	51
52	30	49	42	66	56	51	40	67	41
49	53	58	38	66	47	58	63	49	46
48	61	55	62	53	70	56	48	49	47
57	45	57	52	69	49	52	58	60	49
71	51	32	49	41	69	48	39	65	54
51	54	69	55	60	45	32	57	50	50
40	39	60	57	37	60	49	49	51	47
41	55	49	51	34	45	54	45	70	33
44	54	40	60	39	32	59	39	49	69
39	43	56	48	31	57	54	48	30	48
35	44	53	49	45	25	51	53	73	45
39	44	54	49	41	40	36	54	50	52
57	38	49	29	50	43	55	64	51	69
48	57	67	56	56	36	68	48	54	49
39	44	66	47	58	63	32	30	30	52
65	54	59	24	50	66	38	30	36	29
76	69	54	30	55	45	40	38	48	55
57	58	49	32	58	43	45	56	50	56
53	70	56	48	64	40	44	59	65	55

ตารางที่ ข-19 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 100R ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 100R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
62	43	60	48	50	74	48	84	50	55
51	52	71	51	58	49	64	84	58	42
58	57	76	56	62	75	64	61	62	49
57	28	69	68	56	55	68	61	56	34
43	31	69	54	52	42	64	62	52	57
30	60	61	62	38	49	63	54	38	51
36	48	63	46	43	34	57	61	43	74
39	26	71	67	46	57	58	69	46	53
52	58	84	58	38	51	58	57	43	62
54	58	70	51	42	74	52	65	30	56
86	47	85	54	45	60	53	75	36	52
47	38	70	55	45	46	39	71	39	38
40	67	78	45	70	45	31	71	52	43
27	35	55	44	55	40	44	43	54	46
41	36	76	66	41	59	58	47	51	38
54	51	50	71	72	60	43	55	47	42
31	62	64	69	56	55	64	46	54	62
46	46	70	63	33	54	44	40	46	67
62	48	48	40	55	59	70	54	58	51
39	71	54	46	59	60	58	56	54	55
86	47	40	27	41	54	31	46	62	39
47	38	67	35	36	51	62	46	48	71
85	70	78	55	76	50	64	70	48	54
54	55	45	44	66	71	69	63	40	46
45	45	70	55	41	72	56	33	55	59
60	46	45	40	59	60	55	54	59	60
53	39	31	44	58	43	64	44	70	58
75	71	71	43	47	55	46	40	54	56
50	55	43	62	54	62	51	58	57	43
58	42	30	56	62	43	52	57	28	31
62	49	36	52	46	60	71	76	69	69
56	34	39	38	67	48	51	56	68	54
52	57	52	43	58	50	58	62	56	52
38	51	54	46	51	74	49	75	55	42
43	74	51	38	54	48	64	64	68	64
46	53	47	42	55	84	84	61	61	62
30	36	39	52	54	38	43	46	38	42
60	48	26	58	58	49	34	57	51	74
61	63	71	84	70	63	57	58	58	52
62	46	67	58	51	54	61	69	57	65

ตารางที่ ข-20 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 200R ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 200R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
56	41	40	34	29	69	52	40	71	52
52	53	42	47	41	53	49	62	45	47
59	46	55	62	76	57	70	53	60	54
54	42	61	56	68	70	54	56	76	73
61	69	51	55	63	49	42	59	68	64
53	57	51	62	61	62	54	55	63	40
42	54	62	73	64	40	39	52	61	39
68	54	46	56	64	48	50	44	64	52
28	40	75	53	44	51	60	46	66	62
42	56	57	43	71	55	56	79	52	62
38	42	48	41	43	60	52	47	59	71
40	53	59	51	55	45	56	53	55	62
42	48	40	59	51	67	74	61	52	73
62	51	65	55	46	49	54	52	44	56
60	62	70	65	63	75	68	64	46	53
58	71	57	70	49	62	51	65	79	43
57	60	70	49	62	60	48	55	62	63
61	50	63	69	57	54	54	56	58	79
47	55	68	73	56	53	43	51	47	53
58	52	61	62	71	60	50	55	61	64
58	57	61	47	58	71	52	66	62	62
71	60	50	55	52	45	47	52	62	63
57	70	63	68	61	60	54	59	71	58
70	49	69	73	62	76	73	55	62	79
49	62	57	56	71	68	64	52	73	47
62	60	54	53	60	63	40	44	56	53
51	48	54	43	50	61	39	46	53	61
65	55	56	51	55	64	52	79	43	64
53	42	68	28	42	38	40	42	62	60
57	54	54	40	56	42	53	48	51	62
51	62	46	75	57	48	59	40	65	70
62	73	56	53	43	41	51	59	55	65
61	64	64	44	71	43	55	51	46	63
62	40	48	51	55	60	45	67	49	75
54	39	50	60	56	52	56	74	54	68
55	52	44	46	79	47	53	61	52	64
56	52	59	54	61	29	41	76	68	63
41	53	46	42	69	69	53	57	70	49
40	42	55	61	51	52	49	70	54	42
34	47	62	56	55	40	62	53	56	59

ตารางที่ ข-21 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 300R ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 300R (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
74	60	63	60	57	61	44	47	71	71
65	55	42	76	55	62	65	58	52	72
60	42	49	21	69	60	64	51	56	74
58	55	51	44	54	58	60	41	74	59
42	51	55	46	45	68	58	48	48	74
68	49	26	51	50	84	56	67	24	72
49	64	52	59	66	64	41	60	50	54
55	71	46	71	54	76	49	46	39	60
52	53	74	52	46	64	30	55	61	55
61	42	61	56	47	74	54	56	62	56
71	35	29	74	48	62	64	50	60	50
72	57	53	48	58	58	46	56	58	56
74	63	50	24	79	78	59	58	68	58
59	50	74	50	62	51	62	70	84	70
74	46	25	39	60	54	69	67	64	67
72	71	65	42	51	48	64	74	76	58
54	46	47	48	58	79	62	60	42	35
60	55	42	55	51	49	64	71	57	63
60	58	68	84	64	76	64	74	50	46
74	65	60	58	42	68	49	55	71	46
58	42	68	49	55	52	61	71	72	74
55	51	49	64	71	53	42	35	57	63
51	55	26	52	46	74	61	29	53	50
44	46	51	59	71	52	56	74	48	24
54	45	50	66	54	46	47	48	58	79
58	68	84	64	76	64	74	62	58	78
60	58	56	41	49	30	54	64	46	59
41	48	67	60	46	55	56	50	56	58
72	54	60	60	74	71	71	61	55	42
71	46	55	58	65	52	72	62	56	35
65	47	42	68	60	56	74	60	50	57
42	48	55	84	58	74	59	58	56	63
51	58	51	64	42	48	74	68	58	50
48	79	49	76	68	24	72	84	70	46
64	62	64	64	49	50	54	64	67	71
74	60	71	74	55	39	60	76	58	46
59	74	74	65	60	62	60	57	55	69
50	46	60	55	42	51	54	61	62	60
74	25	63	42	49	62	69	44	65	64
50	39	60	76	21	70	67	47	58	51

ตารางที่ ข-22 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 0L ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 0L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
70	49	50	52	27	51	52	54	70	51
51	41	33	35	50	49	52	39	52	52
33	69	49	54	65	52	46	60	27	50
36	48	66	34	52	46	49	48	50	33
40	39	57	32	50	49	34	37	40	43
41	55	59	40	54	34	50	47	48	39
44	54	47	43	48	50	50	56	37	47
39	43	52	56	62	50	45	46	48	66
35	44	51	59	54	41	46	52	39	43
39	44	54	68	41	30	43	38	59	68
57	38	33	44	30	41	51	34	49	41
48	57	43	39	41	49	47	40	33	36
39	44	46	50	38	31	62	60	46	49
65	54	52	53	32	50	55	53	65	52
40	41	44	39	49	66	62	50	45	46
34	50	50	45	56	59	50	53	36	49
50	54	48	62	55	54	39	55	54	43
57	59	47	52	56	46	52	38	34	52
68	44	39	50	34	52	46	49	48	46
43	44	44	38	52	56	40	44	39	40
57	48	39	65	70	52	27	50	40	48
38	57	44	54	51	52	50	33	43	39
33	43	46	52	33	46	65	49	56	55
44	39	50	53	36	49	52	66	59	54
30	41	38	32	40	34	50	57	68	43
41	49	31	50	41	50	54	59	44	44
51	47	62	55	44	50	48	47	39	44
34	40	60	53	39	45	62	52	50	38
70	51	33	36	40	41	44	39	35	39
49	41	69	48	39	55	54	43	44	44
50	33	49	66	57	59	47	52	51	54
52	35	54	34	32	40	43	56	59	68
27	50	65	52	50	54	48	62	54	41
51	49	52	46	49	34	50	50	41	30
52	52	46	49	34	50	50	45	46	43
54	39	60	48	37	47	56	46	52	38
37	48	39	59	49	46	52	56	39	48
47	66	43	68	41	52	46	62	50	39
56	34	52	44	69	38	49	50	53	55
40	50	46	49	43	34	48	45	36	54

ตารางที่ ข-23 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 100L ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 100L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
72	51	37	66	64	62	57	58	72	40
46	45	59	59	32	48	51	48	46	57
53	41	63	49	61	72	68	47	53	68
65	44	69	53	54	47	61	42	65	57
33	54	50	42	33	43	84	46	33	69
51	67	47	25	49	36	50	54	51	23
36	50	51	33	39	43	57	41	36	59
47	36	28	59	32	61	50	51	47	42
39	81	30	57	58	60	50	73	51	64
40	57	68	57	69	23	59	42	45	32
74	54	67	55	55	68	36	67	41	61
42	49	74	45	30	58	71	54	44	54
44	64	52	45	45	59	65	53	54	33
50	27	40	68	57	51	65	62	67	49
37	59	63	69	50	47	51	28	50	39
66	59	49	53	42	25	33	59	36	32
54	33	49	39	32	58	69	55	74	42
50	57	50	50	59	36	71	65	44	50
58	48	47	42	46	54	41	51	37	66
54	41	51	73	42	67	54	53	54	50
40	74	42	44	50	37	66	54	50	58
57	54	49	64	27	59	59	33	57	48
68	67	74	52	40	63	49	49	50	47
57	55	45	45	68	69	53	39	50	42
69	55	30	45	57	50	42	32	59	46
23	68	58	59	51	47	25	58	36	54
59	36	71	65	65	51	33	69	71	41
42	67	54	53	62	28	59	55	65	51
72	46	53	65	33	51	36	47	39	40
51	45	41	44	54	67	50	36	81	57
37	59	63	69	50	47	51	28	30	68
66	59	49	53	42	25	33	59	57	57
64	32	61	54	33	49	39	32	58	69
62	48	72	47	43	36	43	61	60	23
57	51	68	61	84	50	57	50	50	59
58	48	47	42	46	54	41	51	73	42
54	74	51	64	72	42	37	54	33	33
41	42	45	32	46	67	66	67	49	51
51	44	41	61	53	54	54	50	39	36
73	50	44	54	65	53	50	36	32	47

ตารางที่ ข-24 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 200L ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 200L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
43	47	76	56	85	59	61	64	65	57
44	73	96	59	73	60	58	53	53	40
45	75	54	40	63	61	69	69	72	52
57	40	52	65	78	62	63	70	58	65
59	37	56	53	72	76	75	84	73	78
44	62	66	72	74	58	69	46	75	62
58	68	72	58	41	55	70	68	42	63
62	52	67	73	49	65	57	61	60	70
83	64	72	75	50	58	54	55	60	69
57	59	53	42	51	66	67	58	61	70
56	64	58	51	52	76	68	69	62	84
50	54	52	71	65	52	76	62	76	46
48	80	73	49	58	49	54	65	58	68
45	57	59	44	58	62	83	57	55	61
54	52	56	66	72	67	72	58	65	55
64	53	69	70	84	46	68	61	61	58
73	75	42	51	71	49	44	59	67	72
60	61	62	76	58	55	65	66	53	58
85	73	63	78	72	74	41	49	52	73
76	96	54	52	56	66	72	67	59	56
50	48	45	54	64	73	60	85	76	65
54	80	57	52	53	75	61	73	96	53
52	73	59	56	69	42	62	63	54	72
71	49	44	66	70	51	76	78	52	58
65	58	58	72	84	71	58	72	56	73
52	49	62	67	46	49	55	74	66	75
76	54	83	72	68	44	65	41	72	42
62	65	57	58	61	59	66	49	67	60
44	45	57	59	44	58	62	83	57	56
73	75	40	37	62	68	52	64	59	64
96	54	52	56	66	72	67	72	53	58
59	40	65	53	72	58	73	75	42	51
73	63	78	72	74	41	49	50	51	52
60	61	62	76	58	55	65	58	66	76
58	69	63	75	69	70	57	54	67	68
53	69	70	84	46	68	61	55	58	69
57	60	69	67	43	78	58	68	52	85
40	61	70	72	47	62	55	61	73	59
52	62	84	53	76	63	65	55	59	61
65	76	46	58	56	70	61	58	56	64

ตารางที่ ข-25 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 300L ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 300L เมตร (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
39	62	68	25	39	67	70	72	70	62
58	59	55	63	72	53	76	71	73	59
53	70	73	64	60	45	39	64	67	70
41	53	70	65	58	59	54	56	58	53
48	73	58	55	59	78	51	75	76	73
60	76	60	88	61	59	77	67	67	76
55	66	76	54	49	60	56	40	65	66
65	56	70	73	67	58	76	67	68	56
60	49	67	82	53	49	58	58	70	67
26	60	53	43	58	65	81	49	76	60
84	68	65	53	54	44	80	39	39	67
62	49	58	60	63	75	65	63	54	58
59	60	50	62	67	63	55	71	51	49
77	56	76	58	81	80	65	55	77	50
70	53	73	76	66	56	49	60	56	63
39	72	60	58	59	61	49	67	76	71
72	71	64	56	75	67	40	67	60	68
76	66	56	49	60	68	49	60	49	60
60	55	65	69	70	84	62	77	56	53
68	55	73	70	58	60	76	70	72	64
60	55	65	60	26	84	62	59	77	70
76	66	56	49	60	68	49	60	56	53
60	76	70	67	53	65	58	50	76	73
88	54	73	82	43	53	60	62	58	76
61	49	67	53	58	54	63	67	81	66
59	60	58	49	65	44	75	63	80	56
77	56	76	58	81	80	65	55	65	49
67	40	67	58	49	39	63	71	55	60
39	72	76	60	68	70	62	70	67	60
72	71	66	55	55	73	59	76	60	68
60	64	56	65	73	67	70	39	67	49
58	56	49	69	70	58	53	54	58	60
59	75	60	70	58	76	73	51	49	56
61	67	68	84	60	67	76	77	50	53
49	40	49	62	76	65	66	56	63	72
67	67	60	77	70	68	56	76	71	64
39	58	53	41	48	39	72	60	58	59
62	59	70	53	73	67	53	45	59	78
68	55	73	70	58	70	76	39	54	51
25	63	64	65	55	72	71	64	56	75

ตารางที่ ข-26 ความเร็วรถยนต์ 400 ตัวอย่าง (คัน) ที่สุ่มบนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตำแหน่ง 400L ในรูปที่ ข-5)

ความเร็วรถยนต์ที่จุดสำรวจ 400L (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
54	64	56	88	75	80	72	58	56	80
74	74	50	72	96	88	64	53	50	72
66	83	72	48	80	72	61	47	72	61
77	50	75	96	67	48	69	60	75	47
80	50	96	74	80	96	48	75	96	78
62	48	80	78	88	74	61	54	80	50
74	80	67	72	53	78	35	57	67	88
74	56	80	72	70	72	32	49	80	64
78	50	88	64	72	72	46	59	79	53
80	72	53	51	80	64	47	60	72	51
74	75	70	59	88	51	56	49	72	80
70	96	72	50	67	59	52	45	70	64
59	80	80	72	72	50	60	78	72	47
88	72	48	96	74	78	72	72	64	60
60	75	54	57	49	59	60	49	49	74
77	80	62	74	74	78	80	74	59	78
75	96	80	67	80	88	53	70	78	88
64	74	83	50	50	48	80	56	48	88
75	96	80	67	80	88	53	70	72	80
48	96	74	78	72	72	64	59	50	64
54	74	66	77	80	62	74	74	78	80
64	74	83	50	50	48	80	56	50	72
56	50	72	75	96	80	67	80	88	53
88	72	48	96	74	78	72	72	64	51
75	96	80	67	80	88	53	70	72	80
80	88	72	48	96	74	78	72	72	64
72	64	61	69	48	61	35	32	46	47
58	53	47	60	75	54	57	49	59	60
77	75	64	75	48	56	80	79	53	78
80	96	74	96	96	50	72	72	51	88
62	80	83	80	74	72	61	72	80	48
74	67	50	67	78	75	47	70	64	88
74	80	50	80	72	96	78	72	47	72
78	88	48	88	72	80	50	64	60	80
80	53	80	53	64	67	88	49	74	50
74	70	56	70	59	80	64	59	78	64
74	70	59	88	60	88	67	72	74	49
75	96	80	72	75	51	59	50	78	59
70	72	80	48	54	56	52	60	72	60
59	50	72	96	57	49	45	78	72	49

ตารางที่ ข-27 ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ทิศตะวันออกสู่ตะวันตก)

คันที่	ความเร็วของรถยนต์แต่ละคัน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)			
	300 เมตร	200 เมตร	150 เมตร	50 เมตร
1	74	64	62	51
2	53	52	51	51
3	72	58	54	52
4	53	51	48	43
5	72	66	66	58
6	60	62	58	54
7	72	56	58	58
8	60	64	62	60
9	90	72	66	67
10	60	54	54	51
11	63	62	60	58
12	72	72	66	66
13	72	62	62	60
14	72	75	73	72
15	103	82	86	91
16	76	64	66	72
17	84	66	67	72
18	60	67	66	60
19	72	75	73	72
20	63	64	63	62
21	85	73	65	66
22	81	77	86	91
23	63	58	57	51
24	62	60	56	56
25	72	56	58	64
26	63	59	57	62
27	60	72	72	72
28	103	86	90	91
29	66	91	87	83
30	53	57	55	51
31	86	75	72	72
32	62	51	51	51
33	90	79	78	69
34	72	58	60	64
35	73	60	60	62
36	62	59	58	54
37	60	54	66	72
38	80	71	75	76
39	72	71	65	58
40	90	75	77	78
41	89	69	71	72
42	72	48	60	65

ตารางที่ ข-28 ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ทิศตะวันออกสู่ตะวันตก) (ต่อ)

คันที่	ความเร็วของรถยนต์แต่ละคัน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)			
	300 เมตร	200 เมตร	150 เมตร	50 เมตร
43	66	59	59	58
44	48	43	43	45
45	104	91	96	96
46	89	86	77	69
47	79	59	60	65
48	60	71	71	72
49	65	59	60	61
50	72	64	61	60
51	80	72	78	79
52	55	43	44	43
53	118	89	89	89
54	65	66	60	56
55	72	74	71	67
56	60	63	62	53

หมายเหตุ: ผลการสำรวจจากไกล (ตำแหน่ง 300 เมตร) มายังใกล้ชุมชน (ตำแหน่ง 50 เมตร)

ตารางที่ ข-29 ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ทิศตะวันตกสู่ตะวันออก)

คันที่	ความเร็วของรถยนต์แต่ละคัน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)			
	350 เมตร	250 เมตร	150 เมตร	50 เมตร
1	92	78	67	70
2	64	58	61	63
3	93	68	73	71
4	49	50	67	45
5	79	78	76	71
6	70	61	57	53
7	70	67	68	57
8	57	50	55	48
9	53	55	50	40
10	64	78	67	63
11	63	61	55	53
12	49	45	46	38
13	73	69	78	52
14	92	71	67	71
15	52	68	78	45
16	63	68	52	54
17	63	78	78	53
18	58	59	54	49
19	55	60	55	57
20	63	70	68	65
21	57	55	54	63
22	50	55	49	48
23	76	45	46	71
24	76	79	77	79
25	42	48	42	37
26	63	50	55	64
27	71	58	46	63
28	37	45	40	32
29	63	62	61	63
30	71	65	66	79
31	58	45	46	63
32	79	71	74	79
33	42	35	35	38
34	70	45	48	71
35	79	75	78	80
36	60	63	61	53
37	42	61	52	42
38	78	76	78	79
39	71	52	53	70
40	72	59	61	66
41	71	90	84	71
42	45	53	46	45

ตารางที่ ข-30 ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันที่ขับผ่านช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ทิศตะวันตกสู่ตะวันออก) (ต่อ)

คันที่	ความเร็วของรถยนต์แต่ละคัน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)			
	350 เมตร	250 เมตร	150 เมตร	50 เมตร
43	53	40	44	49
44	78	85	82	79
45	64	61	61	63
46	77	79	78	71
47	68	72	70	67
48	63	61	61	64
49	63	53	55	64
50	61	50	53	63
51	49	59	55	47

หมายเหตุ: ผลการสำรวจจากไกล (ตำแหน่ง 350 เมตร) มายังใกล้ชุมชน (ตำแหน่ง 50 เมตร)

ภาคผนวก ข-4 ผลการสำรวจข้อมูลความเร็วรถยนต์บนช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ที่มา: ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม, กรมทางหลวงชนบท, กระทรวงคมนาคม (กันยายน 2567)

ตารางที่ ข-31 ความเร็วรถยนต์ช่วงถนนก่อนเข้าชุมชนท่าลาน

ตำแหน่ง	ความเร็วรถยนต์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)									
0 เมตร	55	77	68	59	53	47	46	73	56	45
	56	50	56	58	61	50	43	62	65	69
	50	58	59	49	45	53	46	49	37	45
	52	43	43	38	50	45	53	65	48	55
	75	64	47	63	52	46	50	59	62	59
300 เมตร	60	57	52	55	53	43	67	50	48	45
	46	46	42	51	47	45	41	53	77	90
	80	49	58	54	52	84	77	66	77	70
	58	62	66	52	61	55	66	70	60	69
	49	50	53	62	82	50	70	51	63	53
500 เมตร	57	79	62	72	75	79	47	71	81	83
	69	56	54	70	74	70	74	72	60	64
	45	73	50	62	76	79	63	70	66	66
	70	64	69	81	59	59	75	74	76	74
	65	64	70	72	65	68	59	65	53	68

ภาคผนวก ค
การคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วและขีดจำกัดความเร็ว และการคาดการณ์ความเร็วเมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง

ภาคผนวก ค-1 การคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว

เนื้อหาในบทที่ 4 5 และ 6 เป็นเพียงการอธิบายการกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วเบื้องต้นเท่านั้น ส่วนในภาคผนวก ค-1 เป็นการนำเสนอรายละเอียดของการกำหนดช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ตารางที่ ค-1 ผลการคำนวณช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วของทั้ง 3 กรณีศึกษา (บทที่ 4 5 และ 6)

ตารางที่ ค-1 ผลการคำนวณระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็วของแต่ละเส้นศึกษา

เส้นทางศึกษา	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์* (กม./ชม.)	ขีดจำกัดความเร็วในชุมชน** (กม./ชม.)	ระยะทางช่วงที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว (เมตร)	ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน (เมตร)	ระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลง (กม./ชม.)
กรณีศึกษาที่ 1 ชุมชนวัดเขากลอย (บทที่ 4)					
จากตะวันตกสู่ตะวันออก	70	30	49	91	140
จากตะวันออกสู่ตะวันตก	91	30	63	145	208
กรณีศึกษาที่ 2 ชุมชนวัดหินเกลี้ยง (บทที่ 5)					
จากตะวันตกสู่ตะวันออก	80	30	56	116	172
จากตะวันออกสู่ตะวันตก	67	30	47	85	132
กรณีศึกษาที่ 3 ชุมชนท่าลาน (บทที่ 6)					
จากตะวันออกสู่ตะวันตก	74	30	51	101	152

*หมายเหตุ: * ได้จากความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ก่อนถึงป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น*
*** ได้จากขีดจำกัดความเร็วบนป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น*
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับขั้นตอนการคำนวณระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว ยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่ 1 ชุมชนวัดเขากลอย (ทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การคำนวณระยะทางช่วงที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว

ระยะทางช่วงที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว (Perception Reaction Distance หรือ D_r) สามารถคำนวณได้จาก

$$D_r = 0.278 V_{85^{th}} t$$

โดยที่ D_r คือ ระยะทางช่วงที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว (เมตร)

$V_{85}{}^{th}$ คือ ความเร็วของยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ก่อนเข้าช่วงเปลี่ยนแปลง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

t คือ ระยะเวลารับรู้และตัดสินใจของคนขับ (AASHTO, 2018 แนะนำค่าประมาณ 2.5 วินาที)

จากกรณีศึกษา ค่า $V_{85}{}^{th}$ = 70 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ t = 2.5 วินาที จะได้ว่า

$$D_r = 0.278 \times 70 \times 2.5$$

$$D_r = 49 \text{ เมตร}$$

2) การคำนวณระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน

ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน (Deceleration Distance หรือ D_d) สามารถคำนวณได้จาก

$$D_d = 0.278 V_{85^{th}} t - 0.5 a_{rb} t^2 + \frac{0.078[v^2_{85^{th}} - v_c^2]}{2a_{wb}}$$

โดยที่ D_d คือ ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน (เมตร)

V_{85th} คือ ความเร็วของยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ก่อนเข้าช่วงเปลี่ยนแปลง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

V_c คือ ขีดจำกัดความเร็วในชุมชน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

t คือ ระยะเวลารับรู้และตัดสินใจของผู้ขับขี่ (AASHTO, 2018 แนะนำค่าประมาณ 2.5 วินาที)

a_{rb} คือ อัตราหน่วงโดยไม่มีการเบรก (AASHTO, 2018 แนะนำค่าประมาณ 1 เมตรต่อวินาที^{2})

a_{wb} คือ อัตราหน่วงจากการเบรก (AASHTO, 2018 แนะนำค่าประมาณ 3.4 เมตรต่อวินาที^{2})

จากกรณีศึกษา ค่า V_{85}^{th} = 70 กิโลเมตร/ชั่วโมง t = 2.5 วินาที a_{rb} = 1 เมตร/วินาที^{2} a_{wb} = 3.4 เมตร/วินาที^{2} และ V_c = 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะได้ว่า

$$D_d = (0.278 \times 70 \times 2.5) - (0.5 \times 1 \times 2.5^2) + \left(\frac{0.078[70^2 - 30^2]}{2 \times 3.4} \right)$$

D_d = 91 เมตร

3) การคำนวณระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว เป็นการนำค่าจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 มารวมกัน จะได้ระยะทางช่วงเปลี่ยนแปลงความเร็ว มีค่าเท่ากับ 44 + 91 = 140 เมตร

ภาคผนวก ค-2 การคำนวณขีดจำกัดความเร็ว

เนื้อหาในบทที่ 4 5 และ 6 เป็นเพียงการอธิบายการกำหนดขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้นเท่านั้น โดยใช้วิธีความเร็วในการขับขี่ แนวทางของ Illinois Department of Transportation ส่วนในภาคผนวก ค-2 เป็นการนำเสนอรายละเอียดการกำหนดขีดจำกัดความเร็ว

ตารางที่ ค-2 ผลการคำนวณขีดจำกัดความเร็วของทั้ง 3 กรณีศึกษา (บทที่ 4 5 และ 6)

ตารางที่ ค-2 ผลการคำนวณขีดจำกัดความเร็วความเร็วของแต่ละเส้นศึกษา

เส้นทางศึกษา	ขีดจำกัดความเร็ว* (กม./ชม.)
ชุมชนวัดเขากลอย (ตะวันตกสู่ตะวันออก)	60
ชุมชนวัดเขากลอย (ตะวันออกสู่ตะวันตก)	75
ชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตะวันตกสู่ตะวันออก)	70
ชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตะวันออกสู่ตะวันตก)	50
ชุมชนท่าลาน (ตะวันออกสู่ตะวันตก)	65

*หมายเหตุ: * ได้จากการคำนวณขีดจำกัดความเร็วของแต่ละเส้นทางศึกษา*
ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับขั้นตอนการคำนวณขีดจำกัดความเร็ว ยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่ 1 ชุมชนวัดเขากลอย (ทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การประมาณค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น สามารถคำนวณได้จาก

$$V_p = \frac{V_{85^{th}} + V_U + V_A}{3}$$

โดยที่ V_p คือ ขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
$V_{85}{}^{th}$ คือ ความเร็วในการขับขี่ยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
V_U คือ ค่าสูงสุดของช่วงความเร็วที่แตกต่างกัน 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง
V_A คือ ความเร็วเฉลี่ยจากการทดสอบขับขี่บนถนน (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

จากกรณีศึกษา ค่า $V_{85}{}^{th}$ = 73 กิโลเมตร/ชั่วโมง V_U = 65 กิโลเมตร/ชั่วโมง (ใช้ค่าเฉลี่ยของความเร็วที่แตกต่างกัน 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง) และ V_A = 62 กิโลเมตร/ชั่วโมง (ใช้ค่าความเร็วที่ 50 เปอร์เซ็นไทล์ จากการสำรวจเป็นค่าความเร็วเฉลี่ยจากการทดสอบขับขี่บนถนน) จะได้ว่า

$$V_p = \frac{73 + 65 + 62}{3} = 66$$

$$V_p \approx 65 \text{ กิโลเมตร/ชั่วโมง}$$

2) การปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น

การปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น จะต้องพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็ว ประกอบด้วย สถิติอุบัติเหตุ การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่ กิจกรรมของคนเดิน และการจอดรถบริเวณไหล่ทาง (โดยรายละเอียดของค่าปรับแก้ได้แสดงไว้ในบทที่ 2 ข้อที่ 2.3.2)

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็วของเส้นทางศึกษา พบว่า ไม่มีการเกิดอุบัติเหตุ การควบคุมการเข้าถึงพื้นที่จะต้องปรับลดความเร็วลง 10 % กิจกรรมของคนเดินจะต้องปรับลดความเร็วลง 5 % และการจอดรถบริเวณไหล่ทางจะต้องปรับลดความเร็วลง 5 % รวมค่าปรับแก้ขีดจำกัดความเร็ว เท่ากับ 20 %

การปรับแก้ค่าขีดจำกัดความเร็ว = 65 – (65 x 0.2) = 52 $\approx$ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง

3) การเลือกขีดจำกัดความเร็ว

การเลือกขีดจำกัดความเร็ว อาจเลือกค่าขีดจำกัดความเร็วเบื้องต้น (ขั้นตอนที่ 1) หรือค่าที่ผ่านการปรับแก้จากตัวแปรในขั้นตอนที่ 2 โดยขีดจำกัดความเร็วที่ได้จะต้อง

- แตกต่างจากค่าความเร็วที่ได้จากการปรับแก้ในขั้นตอนที่ 2 ไม่เกิน 5 ไมล์ต่อชั่วโมง (ประมาณ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
- แตกต่างจากค่าความเร็วในขั้นตอนที่ 1 ไม่เกิน 9 ไมล์ต่อชั่วโมง (ประมาณ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) หรือไม่เกินร้อยละ 20 (เลือกค่าที่ต่ำกว่า)

ดังนั้น เลือกใช้ขีดจำกัดความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4) การตรวจสอบขีดจำกัดความเร็ว

การตรวจสอบขีดจำกัดความเร็ว เป็นการนำขีดจำกัดความเร็วจากขั้นตอนที่ 3 มาเปรียบเทียบกับค่าความเร็วในการขับขี่ยานพาหนะที่ 50 เปอร์เซ็นไทล์ (ได้จากการสำรวจข้อมูลในขั้นตอนที่ 1) โดยเลือกใช้ค่าที่มากกว่า

ทั้งนี้ จากการตรวจขีดจำกัดความเร็ว พบว่า ค่าความเร็วในการขับขี่ยานพาหนะที่ 50 เปอร์เซ็นไทล์มากกว่าขีดจำกัดความเร็วจากขั้นตอนที่ 3 ดังนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขีดจำกัดความเร็วเท่ากับ 62 กิโลเมตร/ชั่วโมง แต่กำหนดให้ตัวเลขลงตัวจึงปรับขีดจำกัดความเร็วเป็น 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ภาคผนวก ค-3 การคาดการณ์ความเร็วของรถยนต์เมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง

ในเนื้อหาบทที่ 6 เป็นเพียงการอธิบายที่มาของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ และจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนน (ACN) เบื้องต้นเท่านั้น ส่วนในภาคผนวก ค-3 เป็นการนำเสนอรายละเอียดที่มาของการคาดการณ์ความเร็วเมื่อพิจารณาการใช้พื้นที่ข้างทาง

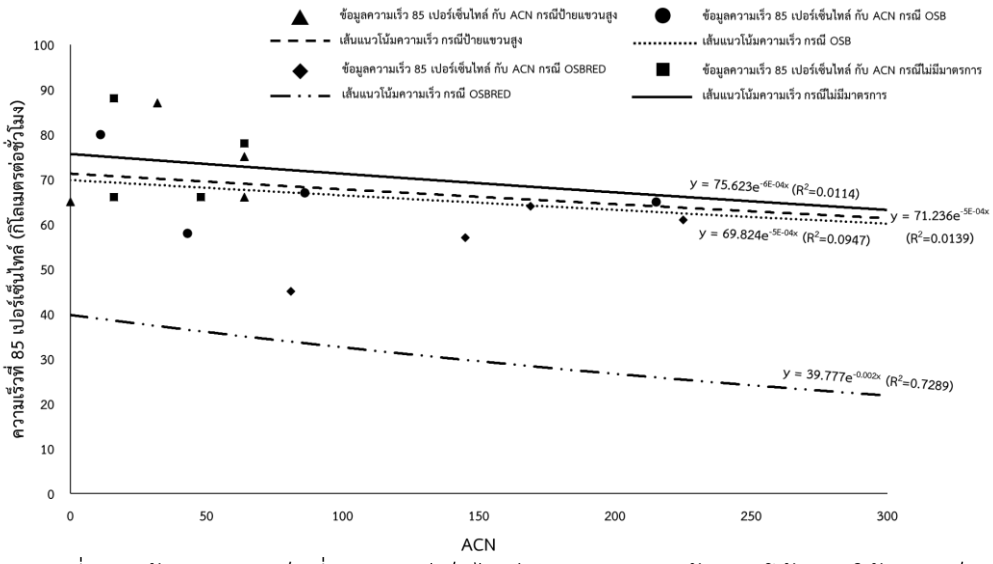
ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ และจำนวนทางที่เชื่อมต่อกับถนน (ACN) ของแต่ละมาตรการชะลอความเร็ว จากกรณีศึกษาชุมชนวัดเขากลอย (หัวข้อที่ 4.3 และ 4.5 ตามลำดับ) และกรณีศึกษาชุมชนวัดหินเกลี้ยง (หัวข้อที่ 5.3 และ 5.5 ตามลำดับ)

ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ และ ACN

เส้นทางศึกษา	ป้ายแขวนสูง		OSB		OSBRED		ไม่มีมาตรการ	
	V85*	ACN	V85	ACN	V85	ACN	V85	ACN
ชุมชนวัดเขากลอย (ตะวันตกสู่ตะวันออก)	65	0	58	43	45	81	66	48
ชุมชนวัดเขากลอย (ตะวันออกสู่ตะวันตก)	87	32	80	11	64	169	88	16
ชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตะวันตกสู่ตะวันออก)	75	64	67	86	57	145	78	64
ชุมชนวัดหินเกลี้ยง (ตะวันออกสู่ตะวันตก)	66	64	65	215	61	225	66	16

*หมายเหตุ: * V85 ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ (กม./ชม.)*
ที่มา: ผู้วิจัย

จากตารางที่ ค-3 สามารถนำมาเขียนกราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองข้างต้น กรณีไม่มีมาตรการชะลอความเร็ว กรณีติดตั้งป้ายแขวนสูง OSB และ OSBRED ตามลำดับ ได้ดังรูปที่ ค-3



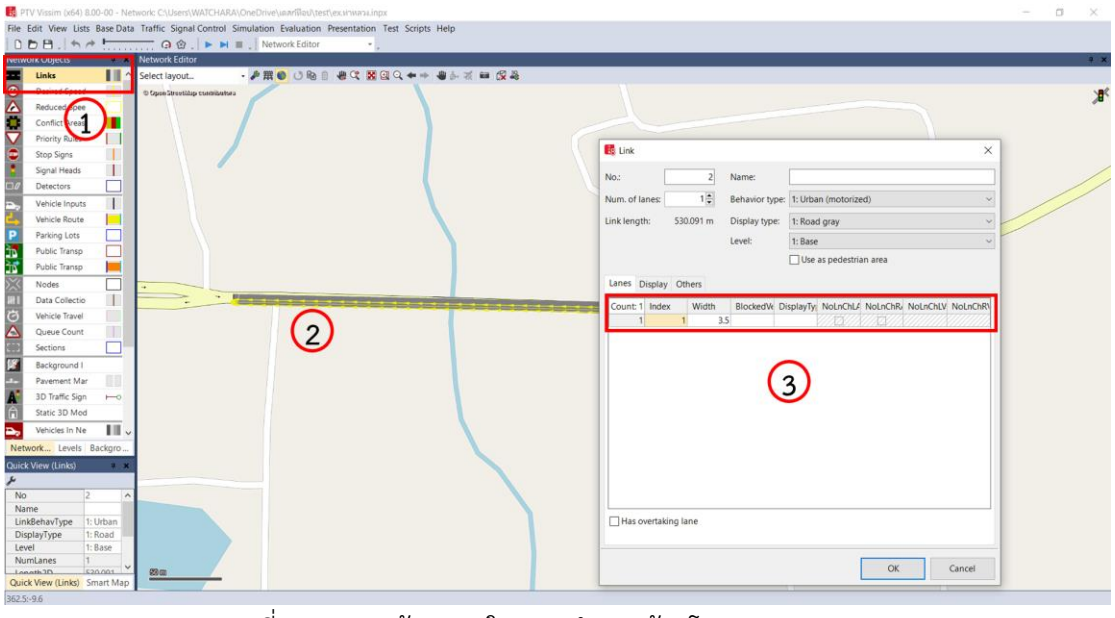
รูปที่ ค-3 ข้อมูลความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์กับ ACN และเส้นแนวโน้มการใช้ความเร็ว

ภาคผนวก ง
วิธีการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรฐานโดยใช้โปรแกรม VISSIM

จากบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.7.1 เป็นเพียงการอธิบายขั้นตอนกระบวนการพัฒนาแบบจำลองการจราจรระดับจุลภาคเท่านั้น แต่ในภาคผนวก ง. เป็นการนำเสนอขั้นตอนการทำแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคอย่างละเอียด โดยอ้างอิงแนวทางจาก ชัยวัฒน์ ใหญ่บก (2558) และปรัชญา อรัญเวศ (2561) ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังต่อไปนี้

1) การสร้างองค์ประกอบช่วงถนน

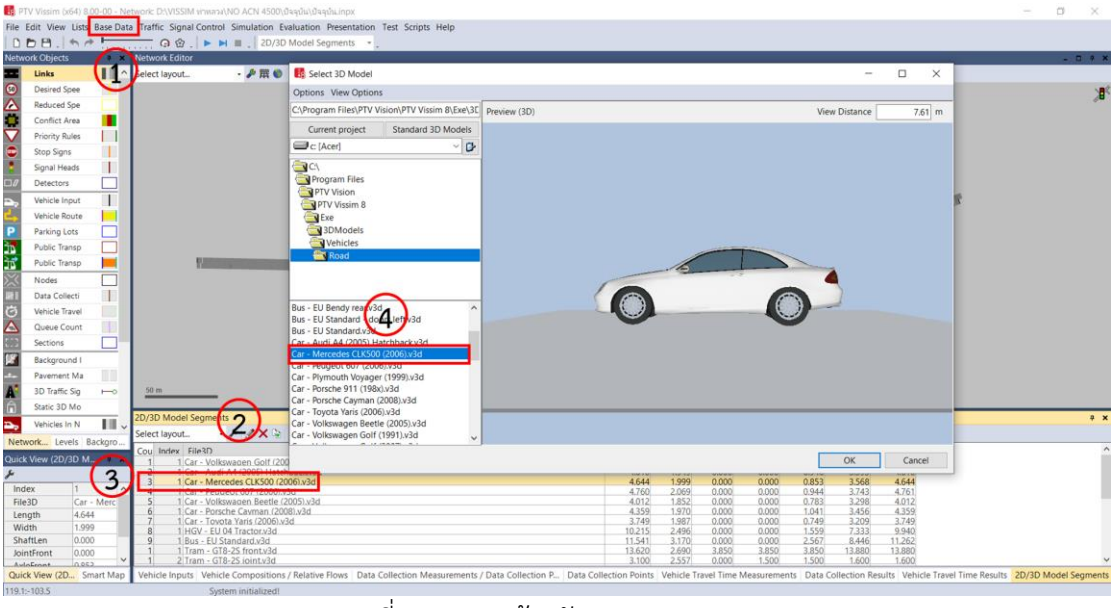
การสร้างองค์ประกอบช่วงถนนในโปรแกรม VISSIM เริ่มต้นจากการใช้ภาพทางอากาศของโปรแกรม เพื่อเขียนองค์ประกอบต่าง ๆ บริเวณเส้นทางศึกษา โดยการซูมเข้าไปบริเวณเส้นทางศึกษา จากนั้นสร้างถนน โดยการเลือกคำสั่ง (1) Links ของเมนู Network Objects > (2) ให้คลิกขวาตรงบริเวณที่สร้างถนนแล้วลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางและต้องลากให้ตรงกับทิศทางการจราจรนั้น ๆ > (3) หลังจากลากเสร็จจะขึ้นหน้าต่าง Link ซึ่งในหน้าต่างนี้จะสามารถกำหนดความกว้างช่องจราจรและจำนวนช่องจราจร ดังแสดงในรูปที่ ค-1



รูปที่ ค-1 การสร้างถนนในแบบจำลองด้วยโปรแกรม VISSIM

2) การจำลองตัวแทนยานพาหนะ

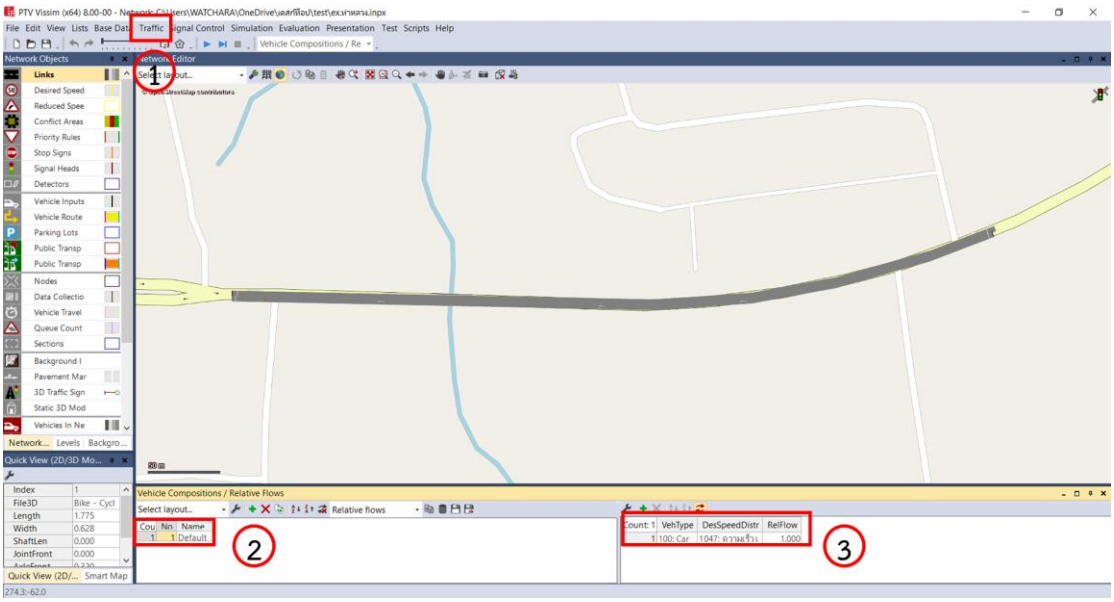
การจำลองตัวแทนยานพาหนะ โดยเลือกคำสั่ง (1) Base Data > 2D/3D Model Segments (2) ปรากฏหน้าต่าง 2D/3D Model Segments ผู้ใช้งานสามารถเลือกประเภทยานพาหนะที่มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในประเทศไทย เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อ เป็นต้น โดยสามารถปรับแก้ยานพาหนะได้ (3) คลิกที่ช่อง Count ให้ตรงกับคำว่า Car (4) ปรากฏหน้าต่าง Select 3D Model จากนั้นให้เราเลือกยานพาหนะที่ที่มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง (5) กด OK (ดังแสดงในรูปที่ ค-2) แต่ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะรถยนต์



รูปที่ ค-2 การสร้างตัวแทนยานพาหนะ

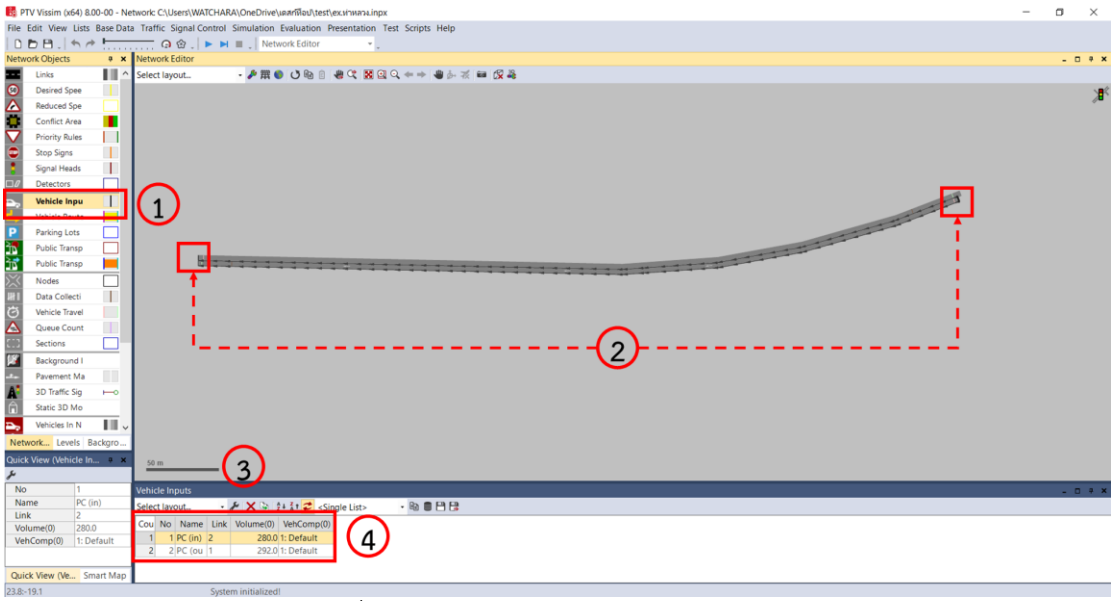
3) การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรและกำหนดทิศทางของยานพาหนะ

การนำเข้าข้อมูลปริมาณจราจรใช้คำสั่ง (1) Traffic > Vehicle Compositions และปรากฏหน้าต่าง Vehicle Compositions/Relative Flows (2) กำหนดชื่อแต่ละทิศทาง (3) กำหนดประเภทของยานพาหนะที่เข้าสู่ในแต่ละทิศทาง (Veh Type) ประกอบด้วย 4 ประเภท คือ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อ จากนั้นกำหนดความเร็วของรถแต่ละประเภท (DesSpeedDistr) และกำหนดข้อมูลปริมาณจราจรแต่ละประเภท (RelFlow) ดังแสดงในรูปที่ ค-3



รูปที่ ค-3 การกำหนดปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง

การนำเข้าปริมาณจราจรสู่เส้นทางใช้คำสั่ง (1) Vehicle Inputs ของเมนู Network Objects (2) คลิกขวาไปยังตำแหน่งของต้นทางในแต่ละทิศทาง (สีดำ) (3) ปรากฏหน้าต่าง Vehicle Inputs (4) กำหนดข้อมูลปริมาณจราจรรวม (Volume) และเลือกข้อมูลของยานพาหนะในแต่ละทิศทางให้สอดคล้องกับตำแหน่งของ Vehicle Inputs (สีดำ) ดังแสดงในรูปที่ ค-4



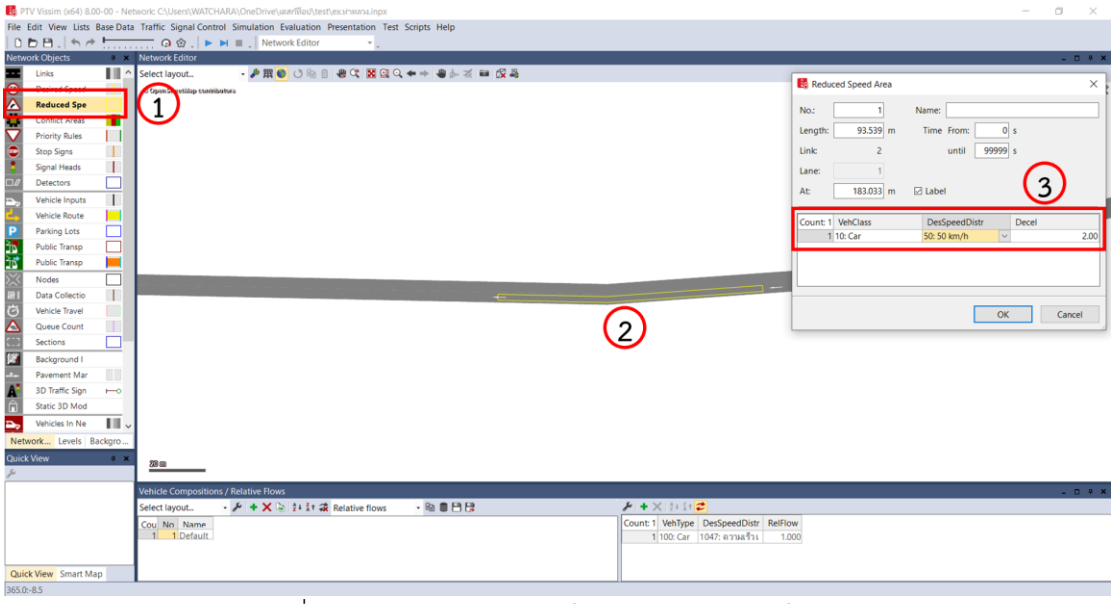
รูปที่ ค-4 การนำเข้าปริมาณจราจรสู่เส้นทาง

4) การกำหนดความเร็วของยานพาหนะเป็นช่วง

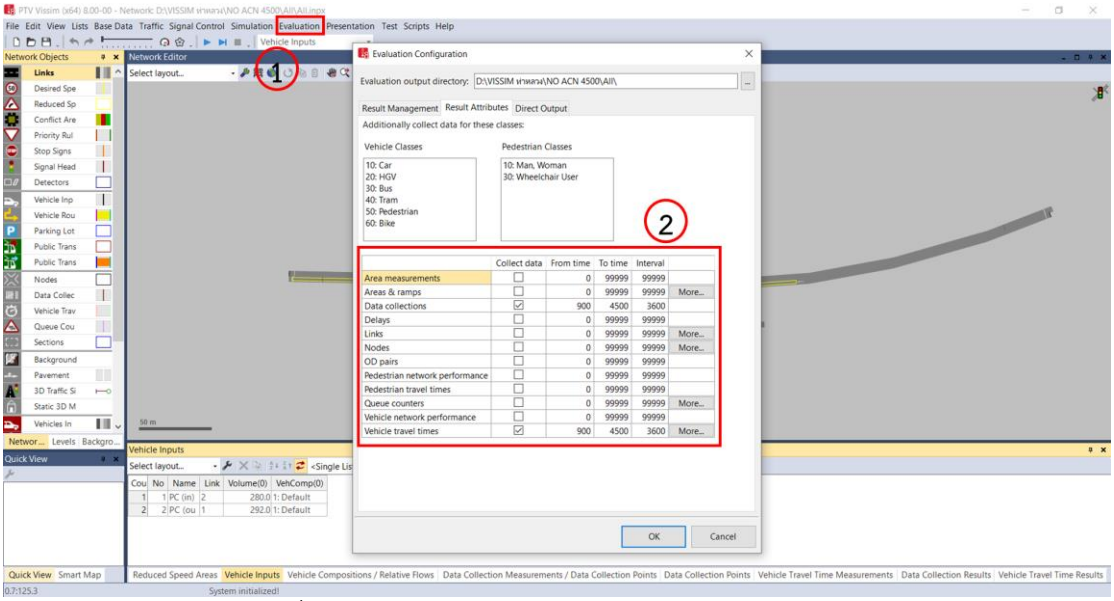
การกำหนดความเร็วของยานพาหนะเป็นช่วงใช้คำสั่ง (1) Reduced Speed ของเมนู Network Objects (2) คลิกขวาไปยังตำแหน่งที่จะกำหนดความเร็ว (สีเหลือง) (3) ปรากฏหน้าต่าง Reduced Speed Area จากนั้นเลือกประเภทยานพาหนะ (VelClass) กำหนดความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท (DesSpeedDistr) และกำหนด Decel ดังแสดงในรูปที่ ค-5

5) การกำหนดค่าตัวแปรในการบันทึกผลแบบจำลอง

การกำหนดค่าตัวแปรในการบันทึกผลแบบจำลองใช้คำสั่ง (1) Evaluation > Configuration จะปรากฏหน้าต่าง Evaluation Configuration (2) เลือก Result Attributes ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ใช้ในการประเมินผลแบบจำลอง โดยได้เลือก Data Collection, และ Vehicle Travel Times ซึ่งใช้เป็นผลในการประเมินแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ ค-6



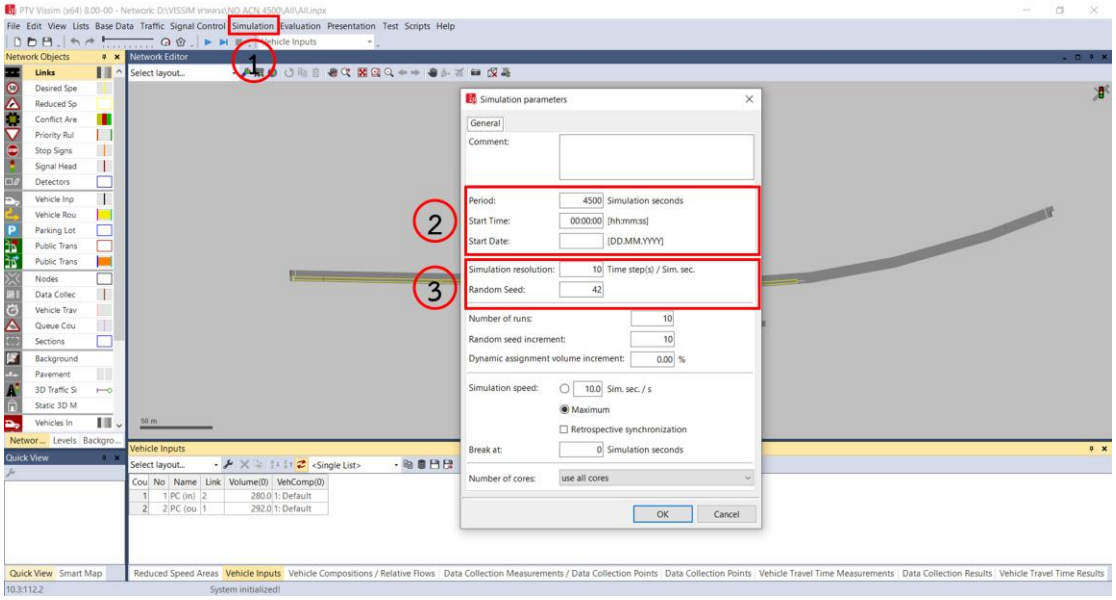
รูปที่ ค-5 การกำหนดความเร็วของยานพาหนะเป็นช่วง



รูปที่ ค-6 การกำหนดตัวแปรในการประเมินแบบจำลอง

6) การกำหนดค่าตัวแปรและช่วงเวลาในการจำลองผล

การกำหนดค่าตัวแปรและช่วงเวลาในการจำลองผลใช้คำสั่ง (1) Simulation > Parameter จะปรากฏหน้าต่าง Simulation Parameters (2) กำหนดช่วงเวลาในการบันทึกผลแบบจำลองดังนี้ > Period = 4500 คือเวลารวมวินาทีการจำลองในแต่ละครั้ง (3) กำหนดค่า Simulation Resolution ในการจำลอง 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยในการประเมินผลจาก 10 ครั้ง > กดปุ่ม OK ดังแสดงในรูปที่ ค-7



รูปที่ ค-7 การกำหนดตัวแปรในการจำลองและบันทึกผลแบบจำลอง

ภาคผนวก จ
บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความงานวิจัย

งานวิจัยบางส่วนได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. (UBU Engineering Journal) ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2563 ดังหนังสือตอบรับข้างล่างนี้ ส่วนรายละเอียดของบทความอยู่ในหน้าถัดไป

ที่ อว 0604.8.1.3 /451

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
เลขที่ 85 ถ.สถลมาร์ค
ต.เมืองศรีไค อ.วารินชำราบ
จ.อุบลราชธานี 34190

16 เมษายน 2563

เรื่อง ตอบรับบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.

เรียน คุณวัชรา เก้าคุณากร

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “ประสิทธิผลของป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรต่อการลดความเร็วรถยนต์” โดยมีผู้เขียนร่วม ปรเมศวร์ เหลือเทพ, สิทธา เจนศิริศักดิ์ เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร วิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ตามความทราบแล้วนั้น

บัดนี้ บทความดังกล่าวของท่าน ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว และกองบรรณาธิการ วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ได้พิจารณาเห็นชอบในการนำบทความของท่าน เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ประเภท บทความวิจัย ปักษ์ที่ 2 ปีที่ 13 ประจำเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2563 และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ท่านจะให้ความสนใจในการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ ในวารสารฯ ในโอกาสต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฤกษ์ จันทร์จรัสจิตต์)
บรรณาธิการวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ

สำนักงานกองบรรณาธิการวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.
โทร. 045 –353319 โทรสาร 045-353333

วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2

วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.
UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

ประสิทธิผลของป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรต่อการลดความเร็วรถยนต์

Effectiveness of Overhang Sign and Optical Speed Bar on Reducing Vehicle Speed

วัชรา เก้าคุณากร[1*] ปรเมศวร์ เหลือเทพ[1] สิทธา เจนศิริศักดิ์[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Watchara Kaokhunakorn[1*] Paramet Luathep[1] Sittha Jaensirisak[2]

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90112

[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

* Corresponding author.

E-mail: watkaokao@hotmail.com; Telephone: 08 3635 0979

วันที่รับบทความ 24 มกราคม 2563; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 1 25 กุภาพันธ์ 2563; วันที่ตอบรับบทความ 9 มีนาคม 2563

บทคัดย่อ

การขับรถเร็วเกินกฎหมายกำหนด เป็นมูลเหตุสันนิษฐานหลักของการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงและทางหลวงชนบท หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็วหลายรูปแบบช่วงก่อนเข้าเขตชุมชน บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาประสิทธิผลของการติดตั้งอุปกรณ์สยบการจราจรเพื่อชะลอความเร็ว โดยศึกษาผลของป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรต่อการลดความเร็วรถยนต์ก่อนถึงทางแยกสัญญาณไฟจราจรเขตชุมชน กรณีศึกษาถนนทางหลวงชนบท สาย สข. 2031 ช่วงที่ผ่านโรงเรียนวัดเขากลอย การศึกษาได้สำรวจ วิเคราะห์และเปรียบเทียบความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านก่อนและหลังจุดติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว พบว่า ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นลดความเร็วของรถยนต์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดงลดความเร็วของรถยนต์อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ทางแยกอาจส่งผลกระทบต่อการชะลอความเร็วก่อนถึงทางแยก

คำสำคัญ

ความเร็ว การสยบการจราจร ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น แถบลดความกว้างช่องจราจร

Abstract

Overspeed is one of the main factors contributing to crashes occurred on national highways and rural roads. Responsible authorities have put their efforts into solving this problem by installing traffic calming devices before entering the community area. This paper presents the effectiveness of traffic calming devices, focusing on the overhang sign and optical speed bar (OSB) installed before the urban signalized intersection. Rural Road No. SK2031 passing Wat Khow Kloy School was selected as a case study. The speeds of passenger cars passing before and after each traffic calming device location were collected, analyzed, and compared. The results showed that the overhang sign could not significantly reduce vehicle speeds. Conversely, the typical OSB and the OSB with red strips could reduce the vehicle speeds significantly. However, the intersection may have some effects on the results.

Keywords

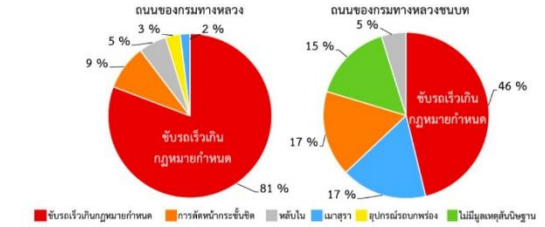
Speed; Traffic Calming; Overhang Sign; Optical Speed Bar

1. คำนำ

ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในปี พ.ศ. 2556 อยู่ที่ 36.2 รายต่อแสนประชากร ซึ่งสูงเป็นอันดับที่ 2 ของโลก [1] ต่อมาในปี พ.ศ. 2559 อัตราดังกล่าวลดลงเหลือ 32.7 รายต่อแสนประชากร คิดเป็นอันดับที่ 9 ของโลก [2] อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนอุบัติเหตุ 84,405 ครั้ง ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2556 มากถึง 23,159 ครั้ง หรือเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5,790 ครั้งต่อปี [3] อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560 (ดังแสดงในรูปที่ 1) พบว่า การขับรถเร็วเกินกฎหมายกำหนด เป็นมูลเหตุสันนิษฐานหลักของอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดบนถนนของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท มากถึงร้อยละ 81 และ 46 ตามลำดับ [4, 5] จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า ถนนทางหลวงและทางหลวงชนบทยังมีประเด็นเรื่องการจัดการความเร็วที่ปลอดภัย (Safer Speeds) ตามวิถีแห่งระบบที่ปลอดภัย (Safe System Approach) [6]

การจัดการความเร็วที่ปลอดภัยสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี แต่วิธีการที่นิยมใช้ในทางวิศวกรรม ได้แก่ การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพ การติดตั้งอุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง และการติดตั้งป้ายจราจร เป็นต้น ที่ผ่านมา หน่วยงานทางที่เกี่ยวข้องทั้งสังกัดกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทได้พยายามจัดการความเร็วที่ปลอดภัย โดยเน้นติดตั้งป้ายจราจร เช่น ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง เช่น แถบลดความกว้างช่องจราจร (Optical Speed Bar, OSB) เพื่อยกระดับความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ทาง [7, 8] แต่คำถามถึงประสิทธิผลของการติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็วว่าสามารถลดความเร็วได้อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ยังคงเป็นคำถามซึ่งนำมาสู่โจทย์ของการวิจัยในครั้งนี้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และแถบลดความกว้างช่องจราจร (Optical Speed Bar, OSB) ทั้งแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง ที่มีต่อการลดความเร็วของรถยนต์ก่อนเข้าเขตชุมชน โดยเลือกถนนทางหลวงชนบท หมายเลข สข. 2031 ช่วงที่ผ่านโรงเรียนวัดเขากลอย ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา เป็นเส้นทางศึกษา ผลของงานวิจัยนี้ อาจใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงประสิทธิผลของป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจร และอาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยของบริเวณก่อนเข้าเขตชุมชนอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงได้ต่อไป

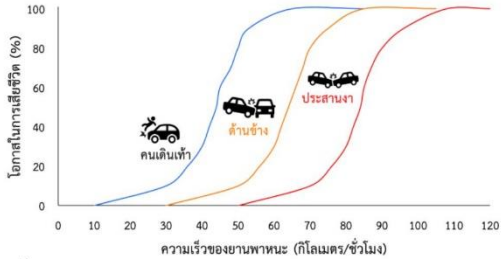


รูปที่ 1 มูลเหตุสันนิษฐานของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนบนถนนของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทระหว่างปี พ.ศ. 2556–2560 [4,5]

2. ความเร็วกับความปลอดภัยทางถนน

ความเร็ว เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนและเพิ่มโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน เนื่องจากการใช้ความเร็วในการขับขี่จะเพิ่มระยะทางในการหยุดรถ และทำให้มุมการมองเห็นของผู้ขับขี่ไปยังวัตถุ ยานพาหนะ หรือผู้ใช้ทางอื่นที่อยู่ด้านหน้าแคบลง [9] จากการศึกษาในอดีต พบว่า หากลดความเร็วเฉลี่ยลงได้ร้อยละ 5 จะช่วยลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทางถนนได้มากถึงร้อยละ 30 [10]

นอกจากนี้ ความเร็วยังเป็นปัจจัยที่เพิ่มความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนน ดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงโอกาสของการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่ชนกันด้วยความเร็วต่าง ๆ ในลักษณะของการชน 3 กรณี ประกอบด้วย 1) รถยนต์ชนคนเดินเท้า 2) รถยนต์ชนกันด้านข้าง และ 3) รถยนต์ชนประสานงา จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่า เมื่อความเร็วของการชนเพิ่มขึ้น โอกาสของการเสียชีวิตในแต่ละกรณีจะเพิ่มขึ้นตามอย่างมีนัยสำคัญ เช่น กรณีรถยนต์ชนคนเดินเท้าที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โอกาสคนเดินเท้าจะเสียชีวิตอยู่ที่ร้อยละ 10 โดยประมาณ แต่หากความเร็วในการชนอยู่ที่ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โอกาสคนเดินเท้าจะเสียชีวิตสูงขึ้นถึงเกือบร้อยละ 100 ดังนั้น การจัดการความเร็วที่ปลอดภัยโดยเฉพาะช่วงก่อนและบริเวณชุมชน ซึ่งมักมีคนเดินเท้าเป็นจำนวนมาก จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง



รูปที่ 2 โอกาสในการเสียชีวิตของการชนแต่ละรูปแบบ ปรับปรุงจาก [11] อ้างอิงใน [12]

2.1 มาตรการจัดการความเร็วที่ปลอดภัย

มาตรการจัดการความเร็วที่ปลอดภัย (Safer Speeds) เป็นกลยุทธ์ที่นิยมใช้เพื่อจัดการปัญหาอุบัติเหตุทางถนนที่มีสาเหตุมาจากการใช้ความเร็ว ทั้งนี้การเลือกมาตรการที่เหมาะสมควรพิจารณาให้ครอบคลุมรอบด้าน ทั้งมาตรการด้านวิศวกรรม การบังคับใช้กฎหมาย ยานพาหนะ และการรณรงค์ให้ความรู้ [9] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษามาตรการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยด้านวิศวกรรมเป็นหลัก

มาตรการด้านวิศวกรรมเพื่อจัดการความเร็วที่ปลอดภัย อาจสรุปได้ 3 แนวทาง [9] ประกอบด้วย 1) การปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน 2) การติดตั้งอุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง และ 3) การติดตั้งป้ายจราจร

การปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน เป็นการสยบการจราจร (Traffic Calming) ที่ทำให้ผู้ขับขี่ต้องชะลอความเร็วเมื่อขับผ่านมาตรการการปรับปรุงที่นำเสนอ มาตรการสยบการจราจรมีหลายวิธี เช่น สัน/เนินชะลอความเร็ว เกาะกลางถนน วงเวียน เป็นต้น จากผลการศึกษาในอดีตที่ได้วิเคราะห์ประสิทธิผลของการปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนน พบว่า เนินชะลอความเร็วและเกาะกลางถนนสามารถลดจำนวนอุบัติเหตุทางถนนได้ร้อยละ 60 และ 72.7 ตามลำดับ [13] นอกจากนี้ ยังพบว่า การติดตั้งวงเวียนเพื่อเพิ่มความปลอดภัยบริเวณทางแยก สามารถช่วยลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนนได้อย่างมีนัยสำคัญ [14]

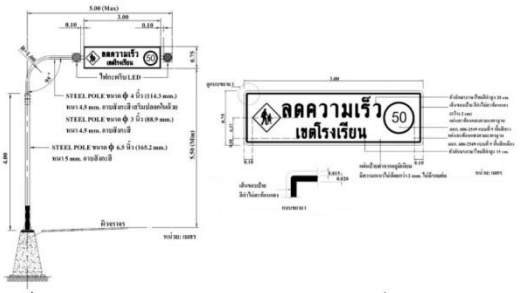
การติดตั้งอุปกรณ์นำทางและเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง เป็นวิธีที่นิยมใช้เมื่อไม่สามารถปรับปรุงลักษณะกายภาพของถนนได้ ค่าใช้จ่ายของวิธีนี้จึงค่อนข้างต่ำ โดยทำได้หลายวิธี เช่น การติดตั้งเสาล้มลุก แถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง (Rumble Strips) แถบลดความกว้างช่องจราจร (Optical Speed Bar หรือ OSB) เป็นต้น ส่วนประสิทธิผลของการติดตั้งอุปกรณ์ข้างต้น พบว่า ค่อนข้างมีความหลากหลาย และขึ้นอยู่กับพื้นที่ใช้งาน เช่น Galante et al. [15] ได้ศึกษาประสิทธิผลของการติดตั้งแถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง แถบลดความกว้างช่องจราจรบนถนนชนบทที่เชื่อมต่อกับเขตชุมชน พบว่า ถนน 2 ทิศทางที่มีการติดตั้งแถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง มีค่าเฉลี่ยของความเร็วลดลง 16 และ 11 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 90 ตามลำดับ ส่วน Liu et al. [16] ได้ศึกษาประสิทธิผลของแถบชะลอความเร็วตามแนวขวางที่มีต่อความปลอดภัยของคนข้ามถนน พบว่า สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุบริเวณทางข้ามได้ร้อยละ 25 และลดความเร็วของยานพาหนะได้ 9.2 และ 11.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับถนนที่มีขีดจำกัดความเร็ว 60 และ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

มาตรการวิศวกรรมด้านสุดท้าย คือ การติดตั้งป้ายจราจร ส่วนใหญ่เป็นการติดตั้งป้ายบอกความเร็วจำกัดบนถนน หรือป้ายเตือนสภาพการจราจรของทางข้างหน้า ทั้งนี้ ปิติ จันทรุไทย [17] ได้ศึกษาประสิทธิผลของการติดตั้งชุดอุปกรณ์ชะลอความเร็วที่ประกอบด้วย ป้ายลดความเร็ว อักษรลดความเร็วบนพื้นทาง และแถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง พบว่า ความเร็วของยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์หลังการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว ลดลงจากเดิม 1.26 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

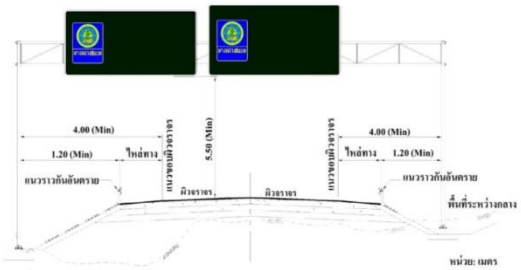
จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นการประเมินประสิทธิผลของแถบชะลอความเร็วตามแนวขวาง (Rumble Strips) สันชะลอความเร็ว (Bump) และเนินชะลอความเร็ว (Hump) มีเพียงส่วนน้อยที่ศึกษาป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น และแถบลดความกว้างช่องจราจร [15] อีกทั้งงานวิจัยที่มีอยู่ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในต่างประเทศ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเน้นศึกษาประสิทธิผลของการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรบริเวณช่วงก่อนเข้าเขตชุมชน

2.2 ป้ายจราจรแขวนสูง

ป้ายจราจรแขวนสูงอาจแบ่งได้ 2 ประเภท [18] ประกอบด้วย ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และป้ายจราจรแขวนสูงแบบคล่อมผิวจราจร (Overhead Sign) โดยป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ดังรูปที่ 3) เหมาะสำหรับติดตั้งบนถนนขนาด 2 ช่องจราจรที่มีการปรับปรุงระบบช่องจราจรรอเลี้ยวซ้ายและขวาแล้ว (Channelization) หรือถนนขนาด 4 ช่องจราจร ส่วนป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร (ดังรูปที่ 4) เหมาะสำหรับติดตั้งบนถนนขนาด 4 ช่องจราจร หรือมากกว่า หรือบริเวณที่มีความสับสนในการเข้าช่องทางให้ถูกต้อง



รูปที่ 3 มาตรฐานของป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น [18]

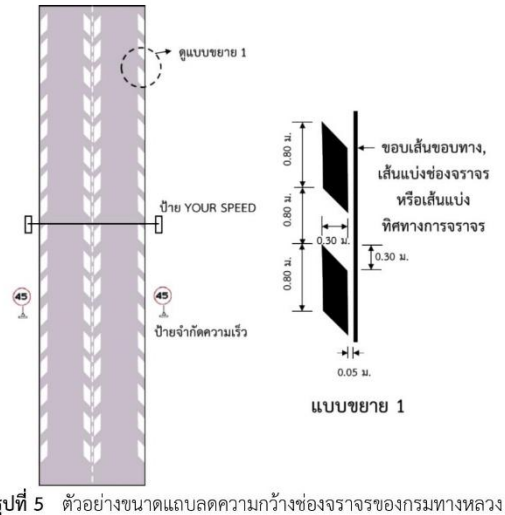


รูปที่ 4 มาตรฐานของป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร [19]

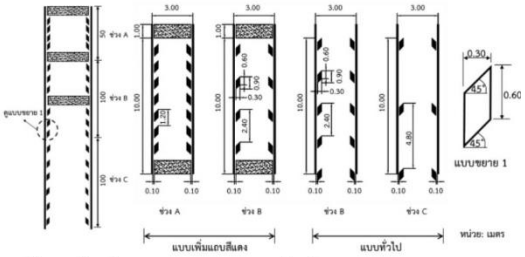
2.3 แถบลดความกว้างช่องจราจร

แถบลดความกว้างช่องจราจร (OSB) เป็นการทาสีเส้นจราจรบนพื้นทาง เพื่อลดขนาดของช่องจราจรให้แคบลง ซึ่งทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกเสมือนว่ารถกำลังวิ่งในช่องจราจรที่มีขนาดเล็กลง จนต้องชะลอความเร็ว รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างขนาดแถบลดความกว้างช่องจราจรของกรมทางหลวง ส่วนตัวอย่างของกรมทางหลวงชนบทแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแถบลดความกว้างช่องจราจรของทั้ง 2 หน่วยงานมีรูปแบบคล้ายกันคือเป็นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน แต่ขนาดของกรมทางหลวง (0.80 เมตร) ยาวกว่าของกรมทางหลวงชนบท (0.60 เมตร) เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากความเร็วที่ใช้บนถนนของกรมทางหลวงสูงกว่าถนนของกรมทางหลวงชนบท แถบของเส้นจึงมีขนาดยาวกว่า

ในรูปที่ 6 แถบลดความกว้างช่องจราจรของกรมทางหลวงชนบทแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ 1) แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป และ 2) แบบที่มีการทาแถบสีแดงเพิ่มเติม ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบดังกล่าวมีความแตกต่างกันที่ระยะทางในการติดตั้งและแถบวัสดุสีแดงที่เคลือบผิวจราจรเพื่อต้านทานการลื่นไถล และเพื่อเพิ่มจุดเด่นในการมองเห็นเส้นทาง



รูปที่ 5 ตัวอย่างขนาดแถบลดความกว้างช่องจราจรของกรมทางหลวง [20]



รูปที่ 6 ตัวอย่างขนาดแถบลดความกว้างช่องจราจรของกรมทางหลวงชนบท [21]

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ขอบเขตเส้นทางศึกษา

งานวิจัยนี้มีเส้นทางศึกษาดังในรูปที่ 7 ซึ่งเป็นถนนทางหลวงชนบท สาย สข. 2031 ช่วงที่ผ่านโรงเรียนวัดเขากลอย ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา เส้นทางนี้เป็นเส้นทางตรงจากนอกเมืองมุ่งสู่ชุมชนวัดเขากลอย และมีทางแยกสัญญาณไฟจราจร เส้นทางนี้ได้ถูกปรับปรุงสภาพและผิวจราจรพร้อมติดตั้งป้ายจราจรลดความเร็วแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรในแนวตะวันออกสู่ตะวันตก ผิวทางลาดยางขนาด 2 ช่องจราจร (1 ช่องต่อทิศทาง) กว้างช่องละ 3 เมตร และมีไหล่ทางกว้าง 3 เมตร

เส้นทางศึกษาได้เปิดให้บริการมาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ส่วนการสำรวจข้อมูลของการศึกษานี้ได้ดำเนินการในเดือนมิถุนายนของปีเดียวกัน โดยมีสมมติฐานว่าผู้ใช้ทางขับขี่ด้วยความเร็วที่คุ้นชินกับสภาพเส้นทางแล้ว อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่นำข้อมูลความเร็วของยานพาหนะที่แล่นผ่านถนนช่วงก่อนมีการติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็วมาพิจารณา เนื่องจากมีการปรับปรุงสภาพผิวทางร่วมด้วย ซึ่งอาจส่งผลต่อความเร็วของยานพาหนะ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเน้นเปรียบเทียบประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็วระหว่างช่วงก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละตำแหน่งในรูปที่ 7 โดยตำแหน่ง 0 เมตร คือ ทางแยกสัญญาณไฟ ตำแหน่ง 0-200 เมตร คือ ช่วงที่มี OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ตำแหน่ง 200-350 เมตร คือ ช่วงที่มี OSB แบบทั่วไป และ ตำแหน่ง 500 เมตร คือ ตำแหน่งป้ายแขวนสูง ทั้งนี้ ระยะ 0-100 เมตร เป็นช่วงที่ผู้ขับขี่มองเห็นทางแยกได้ชัดเจน ดังนั้น ระยะที่พิจารณา OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ครอบคลุมเพียง 100-200 เมตร

3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ในงานวิจัยได้สำรวจข้อมูลภาคสนามประกอบด้วยข้อมูลกายภาพของเส้นทางศึกษาและตำแหน่งที่ติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจร และข้อมูลความเร็วของรถยนต์ (ทั้งรถเก๋งและรถกระบะ) โดยไม่พิจารณารถจักรยานยนต์เนื่องจากส่วนใหญ่ขับขี่บนไหล่ทางที่ค่อนข้างกว้าง (3 เมตร) ทั้งนี้ การศึกษาในอนาคตอาจพิจารณาการใช้ความเร็วของรถจักรยานยนต์เพิ่มเติม

การสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ได้ดำเนินการในช่วงเวลาที่มีการไหลของกระแสจราจรเป็นแบบอิสระ ของวันศุกร์ที่ 7 และวันพฤหัสบดีที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2562 โดยใช้วิธีการสำรวจความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) บริเวณก่อนและหลังผ่านตำแหน่งของอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิด โดยกำหนดตำแหน่งจุดสำรวจข้อมูลความเร็วทุกระยะ 100 เมตร (ดังรูปที่ 7) เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่สำรวจได้ (400 ตัวอย่างต่อจุดสำรวจ) มาจัดทำกราฟความเร็วตามระยะทาง (Speed Profile) และวิเคราะห์หาสมการแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดช่วงถนนที่พิจารณา

นอกจากนี้ ยังได้สำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) ของยานพาหนะแต่ละคันที่ผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลภาพวีดิทัศน์จากอากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อนำข้อมูลความเร็ววิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ความเร็วของรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิด

รูปที่ 7 เส้นทางศึกษา

3.3 วิธีการประเมินประสิทธิผล

งานวิจัยนี้ประเมินประสิทธิผลของการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจร โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบความเร็วของรถยนต์ก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิดว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยคำนวณได้จากสมการที่ 1 [22]

$$t = \frac{\left|\overline{u}_{Before} - \overline{u}_{After}\right|}{\sqrt{\frac{SD^2_{Before}}{n_{Before}} + \frac{SD^2_{After}}{n_{After}}}} \quad (1)$$

โดยที่ t คือ ค่าสถิติจากการทดสอบแบบที (t-test)

$\overline{u}_{Before}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วรถยนต์ก่อนตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว (กม./ชม.)

$\overline{u}_{After}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วรถยนต์หลังตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว (กม./ชม.)

SD_{Before} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วรถยนต์ก่อนตำแหน่งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว (กม./ชม.)

SD_{After} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วรถยนต์หลังตำแหน่งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว

n คือ จำนวนตัวอย่างความเร็วรถยนต์ (คัน)

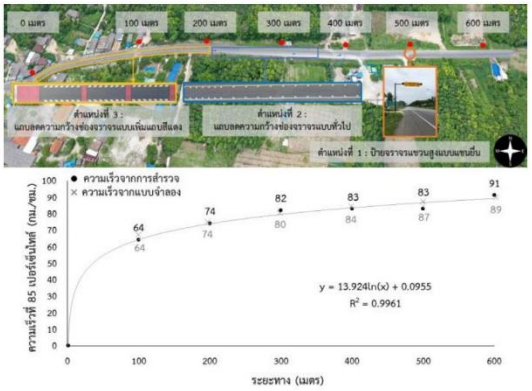
จากสมการที่ 1 หากค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าสถิติวิกฤต (t_C) แสดงว่า ข้อมูลความเร็วรถยนต์ก่อนและหลังตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ชะลอความเร็ว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากมีค่าน้อยกว่า t_C แสดงว่า แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ค่า t_C หาได้จากตำราสถิติทั่วไป เช่น [23]

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วบนเส้นทางศึกษา

ข้อมูลความเร็วรถยนต์ถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของแต่ละจุดสำรวจ (ทุก 100 เมตร) และเขียนกราฟ Speed Profile ระหว่างระยะทางและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ รวมทั้งแสดงแบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วตลอดเส้นทางศึกษาแบบลอการิทึม (Logarithmic Trendline) ดังรูปที่ 8 ทั้งนี้ การสร้างแบบจำลองลอการิทึมได้กำหนดให้ความเร็วที่ระยะ 0 เมตร (เส้นหยุด) มีค่าน้อยมาก (กำหนดเป็น 0.01 กม./ชม.) เนื่องจากผู้ขับขี่ชะลอหรือหยุดแบบจำลองที่ได้ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9961 ซึ่งมีค่าสูงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อได้

จากรูปที่ 8 ภาพรวมของการใช้ความเร็วบนเส้นทางศึกษาพบว่า ระยะทางที่ไกลเกินกว่า 500 เมตร (จุดที่มีป้ายแขวนสูง) มีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง (มากกว่า 83 กม./ชม.) เมื่อเข้ามาในช่วง 500 ถึง 300 เมตร การใช้ความเร็วลดลงเล็กน้อย คือ ลดจาก 83 กม./ชม. ที่ 500 และ 400 เมตร เป็น 82 กม./ชม. ที่ 300 เมตร ส่วนช่วง 300 ถึง 200 เมตร ซึ่งมี OSB แบบทั่วไป ความเร็วลดลง 8 กม./ชม. (74 กม./ชม. ที่ 200 เมตร) สำหรับช่วง 200 ถึง 100 เมตร ซึ่งมี OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง ความเร็วลดลง 10 กม./ชม. (64 กม./ชม. ที่ 100 เมตร) สุดท้ายความเร็วในช่วง 100 ถึง 0 เมตร (เส้นหยุด) ลดลงอย่างชัดเจน จาก 64 กม./ชม. เหลือ 0.1 กม./ชม. ที่ 1 เมตร (ประมาณการจากแบบจำลองที่ได้) ซึ่งสอดคล้องกับสภาพของเส้นทางศึกษาที่รถยนต์ส่วนใหญ่ชะลอความเร็วหรือหยุดรถก่อนเข้าทางแยกสัญญาณไฟจราจร และสอดคล้องกับข้อมูลภาคสนาม ที่พบว่า ผู้ขับขี่เริ่มเห็นทางแยกที่ระยะ 100 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับผลความเร็วที่ลดลงอย่างชัดเจนในช่วง 100 ถึง 0 เมตร ดังนั้น ในบทความนี้การวิเคราะห์ประสิทธิผลของ OSB แบบเพิ่มแถบสีแดง พิจารณาเฉพาะช่วง 100 ถึง 200 เมตร ส่งผลการวิเคราะห์กล่าวในหัวข้อถัดไป



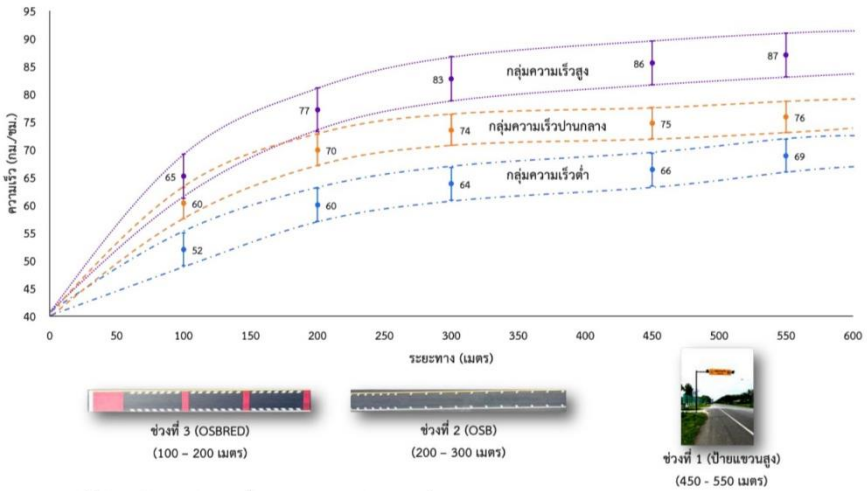
รูปที่ 8 ความเร็วและแบบจำลองแนวโน้มการใช้ความเร็วของรถยนต์บนเส้นทางศึกษา

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็ว

ประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็วต่อการใช้ความเร็วพิจารณาจากความแตกต่างของความเร็วรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิดรวม 3 ช่วง โดยช่วงที่ 1 เป็นป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (ป้ายแขวนสูง) ช่วงที่ 2 เป็นช่วงถนนที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป (OSB) และช่วงที่ 3 เป็นช่วงถนนที่ติดตั้งแถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง (OSBRED) ข้อมูลความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) ที่นำมาวิเคราะห์ได้จากภาพวีดิทัศน์ของตัวอย่างรถยนต์จำนวน 25 คัน ที่อากาศยานไร้คนขับ (Drone) สามารถบันทึกได้ตลอดเส้นทางศึกษา คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วน โดยแบ่งกลุ่มความเร็วของรถยนต์ได้ 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มความเร็วสูง (11 คัน) กลุ่มความเร็วปานกลาง (8 คัน) และกลุ่มความเร็วต่ำ (6 คัน)

จากรูปที่ 9 พบว่า กลุ่มความเร็วสูง (มากกว่า 80 กม./ชม.) ที่ผ่านช่วงที่ 1 มีความเร็วเฉลี่ยก่อนและหลังผ่านป้ายแขวนสูง ลดจาก 87.04 เหลือ 85.60 กม./ชม. (ลดลง 1.44 กม./ชม. หรือ 1.65 %) ช่วงที่ 2 (OSB) ลดจาก 82.76 เหลือ 77.17 กม./ชม. (ลดลง 5.59 กม./ชม. หรือ 6.75 %) และช่วงที่ 3 (OSBRED) ลดจาก 77.17 เหลือ 65.19 กม./ชม. (ลดลง 11.98 กม./ชม. หรือ 15.52 %) ส่วนกลุ่มความเร็วปานกลาง (70 – 80 กม./ชม.) ช่วงที่ 1 ลดจาก 75.88 เหลือ 74.74 กม./ชม. (ลดลง 1.14 กม./ชม. หรือ 1.50 %) ช่วงที่ 2 ลดจาก 73.53 เหลือ 69.93 กม./ชม. (ลดลง 3.60 กม./ชม. หรือ 4.90 %) และช่วงที่ 3 ลดจาก 69.93 เหลือ 60.36 กม./ชม. (9.57 กม./ชม. หรือ 13.68 %) และกลุ่มความเร็วต่ำ (น้อยกว่า 70 กม./ชม.) ณ ช่วงที่ 1 ลดจาก 68.92 เหลือ 66.39 กม./ชม. (ลดลง 2.53 กม./ชม. หรือ 3.67 %) ช่วงที่ 2 ลดจาก 63.83 เหลือ 60.04 กม./ชม. (ลดลง 3.79 กม./ชม. หรือ 5.94 %) และช่วงที่ 3 ลดจาก 60.04 เหลือ 52.00 กม./ชม. (8.04 กม./ชม. หรือ 13.39 %) จากข้อมูลข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า กลุ่มความเร็วสูงมีแนวโน้มเป็นผู้เดินทางผ่านชุมชน ส่วนกลุ่มความเร็วต่ำมีแนวโน้มเป็นผู้เดินทางย่านบริเวณศึกษา สุดท้ายกลุ่มความเร็วปานกลาง อาจเป็นผู้เดินทางระหว่างสองกลุ่มข้างต้น

นอกจากนี้ เมื่อประเมินประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็วต่อการใช้ความเร็วแต่ละช่วงด้วยการทดสอบ t-test โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วที่วิเคราะห์ได้เพื่อหาค่า t และตรวจสอบกับค่า t_C ผลแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การใช้ความเร็วก่อนและหลังป้ายแขวนสูงของรถยนต์ทุกกลุ่มแตกแต่งอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนการใช้ความเร็วก่อนและหลังแถบลดความกว้างช่องจราจรทั้ง 2 รูปแบบ (OSB และ OSBRED) สามารถลดความเร็วของรถยนต์ทุกกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99



รูปที่ 9 ความเร็วของรถยนต์ที่ผ่านเส้นทางศึกษา เมื่อจำแนกตามกลุ่มความเร็ว

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็วที่มีต่อการใช้ความเร็ว

	ช่วงที่ 1 (ป้ายแขวนสูง)			ช่วงที่ 2 (OSB)			ช่วงที่ 3 (OSBRED)		
กลุ่มการใช้ความเร็ว (กม./ชม.)	ก่อน (ตำแหน่ง 550 เมตร)	หลัง (ตำแหน่ง 450 เมตร)	ค่า t	ก่อน (ตำแหน่ง 300 เมตร)	หลัง (ตำแหน่ง 200 เมตร)	ค่า t	ก่อน (ตำแหน่ง 200 เมตร)	หลัง (ตำแหน่ง 100 เมตร)	ค่า t
สูง	87	86	0.428	83	77	4.256*	77	65	7.762*
ปานกลาง	76	75	0.450	74	70	3.501*	70	60	5.933*
ต่ำ	69	66	1.721	64	60	5.098*	60	52	4.274*

* คือ อุปกรณ์ชะลอความเร็วส่งผลต่อความเร็วอย่างมีนัยสำคัญที่ 99%

(กลุ่มความเร็วสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่า t_C เท่ากับ 2.845 2.977 และ 3.169 ตามลำดับ)

4.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลระหว่างอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิด

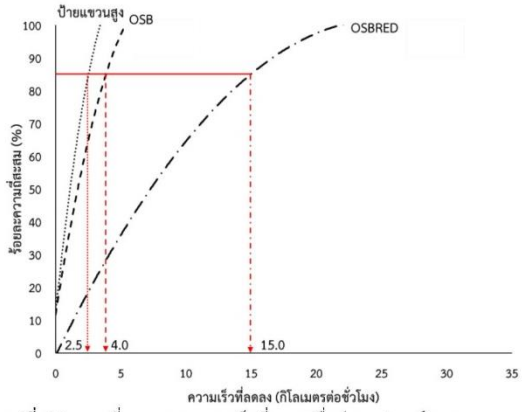
จากผลการศึกษาในหัวข้อที่ผ่านมา มีคำถามว่า อุปกรณ์ชะลอความเร็วทั้ง 3 ชนิดลดความเร็วรถยนต์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ในการวิเคราะห์ได้ใช้ข้อมูลความเร็วรถยนต์แต่ละคันก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิดที่บันทึกจาก Drone โดยแบ่งบันทึกข้อมูล 3 ช่วงระยะทางตามชนิดของอุปกรณ์ชะลอความเร็ว ได้ตัวอย่างช่วงป้ายแขวนสูง 21 คัน ช่วง OSB 43 คัน และช่วง OSBRED 64 คัน รวมทั้งสิ้น 128 คัน คิดเป็นร้อยละ 47 ของปริมาณจราจรชั่วโมงเร่งด่วน

ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาเขียนกราฟร้อยละความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านอุปกรณ์แต่ละชนิด (รูปที่ 10) และเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงระหว่างอุปกรณ์แต่ละชนิด (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ ตัวอย่างข้อมูลความเร็วของแต่ละอุปกรณ์ในตารางที่ 2 มีจำนวนไม่เท่ากัน เพราะ Drone มีข้อจำกัดด้านระดับการบินในเส้นทางนี้ จึงบันทึกรถยนต์ที่ผ่านแต่ละอุปกรณ์ได้ไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างนี้ไม่ส่งผลต่อการประเมินในตารางที่ 2 เพราะการเปรียบเทียบประสิทธิผลในสมการที่ 1 ได้ใช้จำนวนตัวอย่างร่วมวิเคราะห์ด้วย

จากรูปที่ 10 พบว่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านป้ายแขวนสูง เท่ากับ 2.5 กม./ชม. ส่วน OSB และ OSBRED มีค่าเท่ากับ 4.0 และ 15.0 กม./ชม. ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงระหว่างอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละคู่ ประกอบด้วย 1) ป้ายแขวนสูงกับ OSB 2) ป้ายแขวนสูงกับ OSBRED และ 3) OSB กับ OSBRED ผลการวิเคราะห์ t-test ของความเร็วที่ลดลง (ตารางที่ 2) พบว่า ป้ายแขวนสูงกับ OSB แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนป้ายแขวนสูงกับ OSBRED และ OSB กับ OSBRED แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 กล่าวได้ว่า ป้ายแขวนสูง ลดความเร็วของรถยนต์ได้ในทิศทางคล้ายกับ OSB คือแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ให้ผลแตกต่างกับ OSBRED อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง OSB ทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า ความเร็วที่ลดลงจากการใช้ OSBRED แตกต่างจากการใช้ OSB อย่างมีนัยสำคัญ

หากเรียงลำดับประสิทธิผลในการลดความเร็วของอุปกรณ์ชะลอความเร็วทั้ง 3 ชนิดข้างต้น อาจสรุปได้ว่า OSBRED > OSB ≈ ป้ายแขวนสูง อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้อาจมีผลกระทบจากทางแยกต่อการลดความเร็วในช่วงปลายของ OSBRED ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรเลือกเส้นทางศึกษาอื่นที่ไม่มีผลกระทบของทางแยกมาเกี่ยวข้อง



รูปที่ 10 ความถี่สะสมของความเร็วที่ลดลงเมื่อผ่านอุปกรณ์ชะลอความเร็วแต่ละชนิด

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็วที่มีความเร็วที่ลดลง

	เปรียบเทียบคู่ที่ 1		**เปรียบเทียบคู่ที่ 2**		**เปรียบเทียบคู่ที่ 3**	
ตัวชี้วัด	ป้ายแขวนสูง	OSB	ป้ายแขวนสูง	OSBRED	OSB	OSBRED
ค่าเฉลี่ย (กม./ชม.)	2.93	2.90	2.93	11.05	2.90	11.05
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กม./ชม.)	2.94	2.11	2.94	5.78	2.11	5.78
จำนวนตัวอย่าง (คัน)	21	43	21	64	43	64
ตรวจสอบความเร็วที่ลดลงของแต่ละชนิดจะให้ผลลัพธ์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่						
ค่า t	0.042		8.404		10.304	
ค่า t_C (ความเชื่อมั่นร้อยละ 99)	3.455		3.412		3.386	
ความเร็วที่ลดลงแตกต่างกัน	ไม่มีนัยสำคัญ		มีนัยสำคัญ		มีนัยสำคัญ	

สุดท้ายเมื่อนำผลของการศึกษานี้ เปรียบเทียบกับผลการศึกษาในต่างประเทศ เช่น Austroads [24] ดังตารางที่ 3 พบว่า ป้ายแขวนสูงของการศึกษานี้ลดความเร็วได้น้อยกว่า 1.1 กม./ชม. เช่นเดียวกัน OSB ที่ลดความเร็วได้น้อยกว่า 4.0 กม./ชม. ส่วน OSBRED ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ เนื่องจากไม่ปรากฏข้อมูลการใช้งาน OSBRED ใน Austroads [24]

จากผลการเปรียบเทียบข้างต้น อาจกล่าวได้ว่า ป้ายแขวนสูงและ OSB ให้ค่าความเร็วที่ลดลง ใกล้เคียงแต่ยังน้อยกว่าผลการศึกษาในต่างประเทศ อาจเนื่องจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่ไม่ปฏิบัติตามอุปกรณ์ชะลอความเร็วเท่าที่ควร หรืออาจไม่เข้าใจอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรวิจัยเพิ่มเติม

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงของอุปกรณ์ชะลอความเร็ว

อุปกรณ์ชะลอความเร็ว	**ความเร็วที่ลดลง (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)**		
	งานวิจัยนี้	**Austroads [24]**	**ผลต่าง**
ป้ายแขวนสูง	2.5	3.6	- 1.1
OSB	4.0	8	- 4.0
OSBRED	15.0	ไม่ปรากฏข้อมูล	-

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิผลของการติดตั้งป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรต่อการลดความเร็วของรถยนต์ก่อนเข้าเขตชุมชน โดยเลือกถนนทางหลวงชนบท สข. 2031 ช่วงผ่านโรงเรียนวัดเขากลอย เป็นเส้นทางศึกษา พบว่า จากรถยนต์ที่ผ่านเส้นทางศึกษาซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มความเร็ว (สูง ปานกลาง และต่ำ) ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นลดความเร็วของรถยนต์ทั้ง 3 กลุ่มอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไปและแบบเพิ่มแถบสีแดง ลดความเร็วของรถยนต์ทุกกลุ่มได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดของความเร็วที่เปลี่ยนแปลงก่อนและหลังผ่านอุปกรณ์แต่ละชนิด พบว่า 85 เปอร์เซ็นไทล์ของความเร็วที่ลดลง มีค่าเท่ากับ 2.5 กม./ชม. (ลดลง 3.52 %) 4.0 กม./ชม. (ลดลง 3.50 %) และ 15.0 กม./ชม. (ลดลง 14.82 %) ตามลำดับ สุดท้ายเมื่อจัดลำดับประสิทธิภาพในการลดความเร็วของอุปกรณ์แต่ละชนิดจากมากไปน้อย พบว่า แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบเพิ่มแถบสีแดง แถบลดความกว้างช่องจราจรแบบทั่วไป และป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น ตามลำดับ ผลจากงานวิจัยนี้ อาจใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงประสิทธิผลของอุปกรณ์ชะลอความเร็วทั้งสามชนิดข้างต้น หรืออาจใช้เป็นแนวทางในการจัดการความเร็วที่ปลอดภัยของบริเวณก่อนเข้าเขตชุมชนอื่นต่อไป

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้อาจมีข้อจำกัดของเส้นทางศึกษา เช่น ทางแยกอาจส่งผลต่อความเร็วที่ลดลง งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาเพิ่มเติมช่วงถนนทางยาวที่ไม่มีทางแยก รวมทั้งการใช้พื้นที่ข้างทาง ซึ่งอยู่ระหว่างการวิจัยขั้นต่อไปของคณะผู้วิจัย อีกทั้งศึกษาความเร็วของยานพาหนะประเภทอื่น เช่น รถจักรยานยนต์ และรถขนาดใหญ่ เป็นต้น รวมถึงประเด็นความเข้าใจและการปฏิบัติตามอุปกรณ์ชะลอความเร็วของผู้ขับขี่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยคนที่ 1 ขอขอบพระคุณทุนบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2561 วิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] World Health Organization (WHO). Global status report on road safety. 2015.

[2] World Health Organization (WHO). Global status report on road safety. 2018.

[3] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2559.

[4] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2556 – 2560.

[5] กรมทางหลวงชนบท. รายงานจำนวนอุบัติเหตุจำแนกตามมูลเหตุสันนิษฐานด้านผู้ขับขี่ ปี 2556 – 2560 เข้าถึงได้จาก: www.arms.drr.go.th/report [เข้าถึงเมื่อ 31 มีนาคม 2562]

[6] Transport Accident Commission (TAC). Safer Speeds. Available from: www.tac.vic.gov.au/road-safety/towards-zero/safer-speeds [Accessed 1st Apr 2019].

[7] เดลินิวส์. 2562. เปิดวาร์ป'นวัตกรรม 4 มิติ ลดตายบนถนน. เข้าถึงได้จาก: www.dailynews.co.th/article/686524 [เข้าถึงเมื่อ 30 ตุลาคม 2562].

[8] กรมทางหลวงชนบท. ยกระดับคุณภาพชีวิตทั่วไทย รุดหน้าสานต่อโครงการถนนหน้าโรงเรียนปลอดภัย อีก 770 แห่ง ในปี 2562. 2562.

[9] มูลนิธิไทยโรดส์. พิมพ์เขียวแนวทางการจัดการความเร็วเพื่อความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย. 2560.

[10] องค์การอนามัยโลก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้. ชีวีปลอดภัย – เอกสารทางเทคนิคเพื่อความปลอดภัยทางถนน. 2560.

[11] Wramborg P. A New Approach to a Safe and Sustainable Road Structure and Street Design for Urban Areas. 2005.

[12] ปรเมศวร์ เหลือเทพ. วิศวกรรมจราจรจากทฤษฎีสู่ปฏิบัติ (พิมพ์ครั้งที่ 1). คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2561. หน้า 8-12.

[13] Jateikiene L, Andriejauskas T, Lingyte I, Jasiuniene V. Impact assessment of speed calming measures on road safety. Transportation Research Procedia. 2016; 4228-4236.

[14] เปมิช บุณยะเวศ. การศึกษาการใช้การสยบการจราจรในประเทศไทย: กรณีศึกษาหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญา, วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2548.

[15] Galante F, Mauriello F, Montella A, Pernetti M, Aria M, Ambrosio A. Traffic calming along rural highways crossing small urban communities: Driving simulator experiment. Accident Analysis and Prevention 42. 2010; 1585-1594.

[16] Liu P, Huang J, Wang W, Xu C. Effects of transverse rumble strips on safety of pedestrian crosswalks on rural roads in China. Accident Analysis and Prevention. 2011; 1947-1954.

[17] ปิติ จันทรุไทย. การประเมินประสิทธิผลมาตรการด้านวิศวกรรมจราจร เพื่อลดความเร็วในการเดินทางเข้าสู่ย่านชุมชน. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2560. 12(1): 81-93.

[18] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท. แบบมาตรฐานงานทาง. 2561.

[19] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท. คู่มือการติดตั้งป้ายจราจร. 2556.

[20] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. ตัวอย่างการติดตั้งแถบทางตรง. ม.ป.ป.

[21] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวงชนบท. แบบแนะนำงานปรับปรุงความปลอดภัยบริเวณหน้าโรงเรียน. 2560.

[22] Garber N, Hoel L. Traffic and Highway Engineering Fourth Edition. University of Virginia; 2009.

[23] Dougherty C. Introduction to Econometrics. (2nd, Ed) Oxford: Oxford University Press; 2002.

[24] Austroads. Achieving Safe System Speeds on Urban Arterial Roads: Compendium of Good Practice. 2016.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายวัชรา เก้าคุณากร
รหัสประจำตัวนักศึกษา 6110120020
วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2561

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)
ทุนบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีงบประมาณ 2561

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน
วัชรา เก้าคุณากร, ปรเมศวร์ เหลือเทพ และสิทธา เจนศิริศักดิ์. 2563. ประสิทธิผลของป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่นและแถบลดความกว้างช่องจราจรต่อการลดความเร็วรถยนต์. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 13 (2): xx – xx.