SWU Engineering Journal (2017) 12(1), 81-93
วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2560

การประเมินประสิทธิผลมาตรการด้านวิศวกรรมจราจร เพื่อลดความเร็วในการเดินทางเข้าสู่ย่านชุมชน

Effectiveness Assessment of Traffic Engineering Measures for Travel Speed Reduction to Passing/Entering Community Zone

ปิติ จันทรุไทย
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง นครศรีธรรมราช 80280
E-mail: pchantruthai@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายถึงการศึกษามาตรการทางด้านวิศวกรรมจราจรเพื่อลดความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชนที่ตั้งอยู่ริมทางหลวง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน และเพื่อประเมินประสิทธิผลของมาตรการก่อนและหลังดำเนินมาตรการ ชุมชนบ้านป่ายาง จังหวัดนครศรีธรรมราช ถูกคัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา มาตรการด้านวิศวกรรมจราจรถูกคัดเลือกโดยจัดทำแนวเส้นเริ่มต้น อักษรลดความเร็วบนผิวทาง ป้ายลดความเร็ว และแนวเส้นขวางบนผิวทางในช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน ซึ่งระยะเขตรอยต่อการเข้าสู่ชุมชนมีระยะทางรวม 191 เมตร ผลการศึกษาพบว่า แนวโน้มการใช้ความเร็วในการสำรวจครั้งแรกลดลงต่ำกว่าความเร็วก่อนดำเนินมาตรการ ความเร็วที่สำรวจครั้งที่ 2 มีแนวโน้มใกล้เคียงกับความเร็วก่อนดำเนินมาตรการ ผลการประเมินประสิทธิผลก่อนและหลังการดำเนินมาตรการ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ภายหลังดำเนินมาตรการมีค่าลดลงจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อย่างไรก็ตามในการสำรวจครั้งที่สอง พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางภายหลังดำเนินมาตรการไม่แตกต่างจากความเร็วก่อนดำเนินมาตรการที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: วิธีการประเมินประสิทธิผล เขตรอยต่อ มาตรการลดความเร็ว

ABSTRACT

This paper describes the study of traffic engineering measures to reduce travel speed before entering the communities located on roadside. The purposes of this study are to define the transition zone before entering the communities and to evaluating the effectiveness of the measures before and after the implementation. Ban Payang in Nakhon Si Thammarat was selected as the studied area and traffic engineering measures were implemented by using the pavement markings such as threshold line, the text of reduce speed, reduce speed sign and optical speed bar on deceleration area of transition zone with total length of 191 m. The study results showed that trend of the first speed survey was slower than the speed survey before the implementation, on the other hand trend of the second speed survey showed that it was close to the speed survey before the measures implementation on the transition zone. Effectiveness of traffic engineering measures before and after the implementation was evaluated by Paired sample t-test statistic. The results showed that the average travel speed at 85^{th} percentiles of the first survey after the measures implementation decreased from speed survey before the implementation at the confidence level

of 95%. However, the evaluation results of the second speed survey showed that the effectiveness of the average travel speed at 85th percentiles was not difference from speed survey before the implementation at a significance level of 0.05.

Keyword: Effectiveness Assessment Methods, Transition Zone, Speed Reduction Measures

1. บทนำ

สถิติอุบัติเหตุจราจรของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2556 [1] พบว่าสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจร 5 อันดับแรก ได้แก่ การใช้ความเร็วในการขับขี่เกินกว่าอัตรากำหนด ตัดหน้ากระชั้นชิด ขับตามกระชั้นชิด ขับรถในขณะมึนเมา และแซงรถผิดกฎหมาย อย่างไรก็ตามอุบัติเหตุจราจรส่วนใหญ่เกิดบนถนนสายรองมากกว่าบนถนนสายหลัก โดยเฉพาะในเขตชุมชนที่การเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 85 ของผู้เสียชีวิตบนท้องถนนทุกประเภท [2] การขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วสูงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความรุนแรงเมื่อเกิดอุบัติเหตุจราจรโดยเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างทางหลวงนอกเมืองที่ผ่านชุมชน

พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2538 [3] โดยกำหนดให้ความเร็วที่ใช้บนทางหลวงไม่เกิน 90 กม./ชม. และในเขตเทศบาลไม่เกิน 80 กม./ชม. ซึ่งการกำหนดความเร็วดังกล่าวเป็นไปแบบกว้างๆ โดยไม่มีการระบุความเร็วที่อยู่ในช่วงรอยต่อระหว่างความเร็วบนถนนหรือทางหลวงที่กำลังเข้าสู่เขตเมือง (Transition Zone) ซึ่งมีเพียงป้ายเตือนทางหลวงติดตั้งก่อนเข้าสู่เขตชุมชนโดยระบุข้อความ “เขตชุมชนลดความเร็ว” การติดตั้งป้ายก่อนเข้าเขตชุมชนมีระยะห่างจากเขตชุมชนไม่น้อยกว่า 125 เมตร แต่ไม่เกิน 250 เมตร [4] เมื่อพิจารณาถึงเขตชุมชน จะเห็นได้ว่าไม่มีการกำหนดระยะรอยต่อระหว่างถนนหรือทางหลวงกับชุมชนที่ชัดเจน ทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานยังคงขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วปกติที่ขับมา และจะทำการลดความเร็วลงเมื่อเข้าเขตเมืองไปแล้ว หรือบางกรณียังคงใช้ความเร็วที่ขับมาบนถนนหรือทางหลวงอย่างต่อเนื่องเข้าเขตเมือง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจรที่มีความรุนแรงในช่วงก่อนเข้าเขตชุมชนและในพื้นที่ชุมชน

ศูนย์วิจัยและศึกษาการขนส่ง สถาบันการขนส่ง มหาวิทยาลัยแห่งรัฐไอโอวา สหรัฐอเมริกา [5] ได้ทำการศึกษามาตรการที่ใช้ในการจัดการความเร็วในชุมชนนอกเมือง โดยมีวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นในการจัดการความเร็วในเขตพื้นที่ชุมชนนอกเมืองและพื้นที่รอยต่อเขตเมือง โดยใช้มาตรการในการจัดการปัญหาในรูปแบบต่าง เช่น โดยใช้รูปแบบโค้งราบ โค้งดิ่ง การทำเครื่องหมายบนผิวทาง ป้ายจราจร และยุทธศาสตร์อื่นๆ การศึกษาเขตรอยต่อก่อนเข้าสู่ชุมชน พบว่าบางชุมชนมีการออกแบบระยะทางเขตรอยต่อสั้นเกินไปทำให้รถที่วิ่งเข้าสู่เขตรอยต่อไม่สามารถลดความเร็วลงได้เท่ากับความเร็วที่กำหนดในเขตชุมชนนั้นๆ เนื่องจากการกำหนดการจำกัดความเร็วในแต่ละชุมชนไม่เหมือนกัน ในการศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่รอยต่อคือการกระจายค่าความเร็วของรถยนต์บางคันที่ขับด้วยความเร็วต่อเนื่องจากทางหลวงนอกเมืองเข้าสู่เขตรอยต่อ บางคันขับช้าลงเพื่อลดความเร็วให้เท่ากับความเร็วที่กำหนดของชุมชนนั้น ซึ่งสาเหตุดังกล่าวก่อให้เกิดอุบัติเหตุการชนท้ายขึ้นได้ ข้อเสนอแนะในการกำหนดพื้นที่รอยต่อต้องทำการกำหนดระยะทางให้เหมาะสมและควรใช้ร่วมกับมาตรการอื่นๆ เช่น ติดตั้งป้ายเตือน การใช้มาตรการสยบจราจร (Traffic Calming) เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นที่มาในการศึกษาความเร็วยานพาหนะในช่วงรอยต่อก่อนเข้าสู่เขตชุมชน (Transition Zone) โดยใช้มาตรการทางด้านวิศวกรรมจราจร และมีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดระยะพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน (Transition Zone Distance) และเพื่อประเมินประสิทธิผลของมาตรการแก้ไขที่เหมาะสมบริเวณรอยต่อชุมชนก่อนและหลังการดำเนินการบริเวณพื้นที่ศึกษา

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 เกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

จังหวัดนครศรีธรรมราชถูกคัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรของจังหวัดในรอบ 3 ปี นับตั้งแต่ พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2557 สูงกว่าอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรของประเทศในช่วงเวลาเดียวกัน [6] รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการตาย/100,000 ประชากร ของนครศรีธรรมราชและทั้งประเทศ

จังหวัด	อัตราการเสียชีวิต/100,000 ประชากร		
	2555	2556	2557
นครศรีธรรมราช	29.21	23.34	23.17
ทั้งประเทศ	21.88	22.89	23.16

พื้นที่ศึกษาในจังหวัดนครศรีธรรมราชถูกคัดเลือกภายใต้เกณฑ์กำหนดดังนี้

1) เป็นทางหลวงแผ่นดินขนาดตั้งแต่ 2 ช่องจราจรขึ้นไป

2) ความเร็วในการเดินทางเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ก่อนเข้าเขตชุมชนและในเขตชุมชนสูงกว่าความเร็วที่กำหนด

3) มีอุบัติเหตุจราจรที่ทำให้มีผู้เสียชีวิตเกิดขึ้นในบริเวณเขตชุมชนและ/หรือก่อนเข้าเขตชุมชน ในช่วงเวลา 3 ปี

2.2 เกณฑ์การกำหนดเขตพื้นที่รอยต่อ

เกณฑ์การกำหนดเขตพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าสู่ชุมชน (Transition Zone) มีขั้นตอนการพิจารณาดังนี้

1. สำรวจปริมาณจราจรและระดับการให้บริการบนพื้นที่คัดเลือก โดยทำการสำรวจปริมาณจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน 4 ช่วง ได้แก่ 07:00-09:00 น. 11:00-13:00 น. 15:00-17:00 น. และ 17:00-19:00 น. การสำรวจระดับการให้บริการ (Level of Service; *LOS*) อ้างอิงตามรายงานการวิเคราะห์ คำนวณ ดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นการจราจร ปี 2554 ของกรมทางหลวง โดยพิจารณาจาก ดัชนีอัตราส่วนปริมาณจราจรบนทางหลวงในช่วงชั่วโมงคับคั่งเทียบเท่าหน่วยรถยนต์นั่ง (Passenger Car Unit: PCU) ต่อความจุของถนน (Volume Capacity Ratio; *V/C*) ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน [7] โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ดัชนีอัตราส่วนความจุของถนน ระดับการให้บริการและความหมาย

LOS	ความหมาย	*V/C**
A	สภาพที่กระแสจราจรไหลได้แบบอิสระ	0.00-0.60
B	สภาพการจราจรมีปัจจัยอื่นมารบกวนบ้าง	0.61-0.70
C	สภาพการจราจรแบบคงที่	0.71-0.80
D	ปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นเล็กน้อย	0.81-0.90
E	ปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้น	0.91-1.00
F	สภาพการจราจรที่ติดขัด	>1.00

หมายเหตุ: *ค่า C ดูวิธีการคำนวณในอ้างอิง [7]

2. สำรวจความเร็วรถยนต์ จำนวนตัวอย่างรถยนต์ที่ใช้สำรวจความเร็ว กำหนดไว้ต้องไม่น้อยกว่า 100 คัน/ช่องจราจร/ทิศทาง ซึ่งโดยทั่วไปจะทำการสำรวจรถยนต์จำนวน 200 คัน/ช่องจราจร/ทิศทาง สำหรับทางหลวง 2 ช่องจราจร และทำการสำรวจรถยนต์จำนน 400 คัน/2 ช่องจราจร/ทิศทาง สำหรับทางหลวง 4 ช่องจราจร การสำรวจจะดำเนินการในวันทำการปกติเพื่อให้ได้ความเร็วรถที่เป็นไปตามความเป็นจริง [8]

3. สำรวจการต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) โดยใช้เครื่องทดสอบความต้นทานการลื่นไถลแบบเคลื่อนย้าย การทดสอบด้วยวิธีนี้ เป็นการทดสอบบนพื้นผิวถนน เพื่อหาค่าความต้านทานการลื่นไถล ค่าที่ทดสอบได้มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการห้ามล้อของยางล้อรถชนิดที่มีดอกยางบนถนนเปียก ด้วยความเร็วยานพาหนะประมาณ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 35°C [9] ค่าที่อ่านได้จากเครื่องทดสอบต้องถูกนำไปปรับค่าเทียบเท่าอุณหภูมิที่ 35°C โดยคำนวณจากสมการที่ 1 ดังนี้

$$SRV_{35} = \frac{(100+t)}{135} \times SRV_t \quad (1)$$

โดยที่ SRV_{35} = ค่าความต้านทานการลื่นไถลเทียบเท่าที่อุณหภูมิ 35ºC

SRV_t = ค่าความต้านทานการลื่นไถลที่อ่านได้จากเครื่องวัด

t = อุณหภูมิ ณ จุดทดสอบ ºC

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$CF = \frac{SRV_{35}}{100} \quad (2)$$

โดยที่ CF = ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

4. ทดสอบหาค่าความหยาบของผิวทางโดยวิธี Sand Patch เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยความหยาบของผิวทาง (Mean Texture Depth; *MTD*) จากการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงทรายจำนวน 4 ครั้ง เพื่อนำไปจำแนกความหยาบของผิวถนน ค่า *MTD* [9] ของผิวทางแอสฟัลท์ติกคอนกรีตสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$MTD = \frac{63660}{D_{avg}^2} \quad (3)$$

โดยที่ *MTD* = ค่าเฉลี่ยความหยาบของผิวทาง (Mean Texture Depth); มิลลิเมตร

$D_{avg.}$ = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของวงทราย; มิลลิเมตร

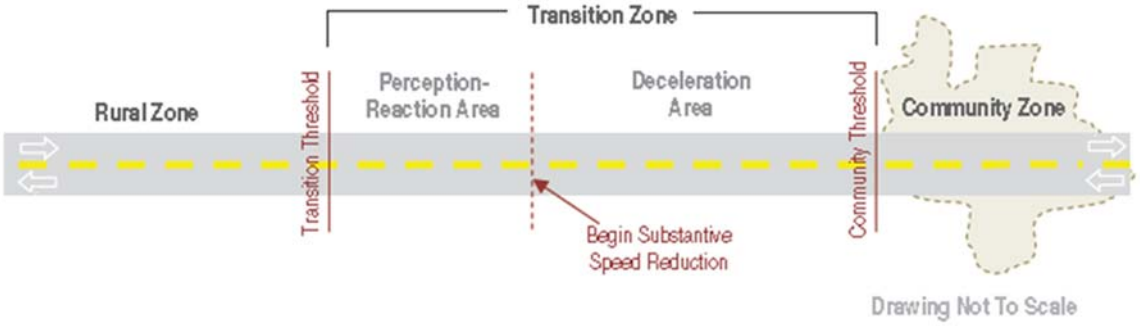
กรณีค่า *MTD* ของผิวทางคอนกรีต นำสมการที่ 3 หารด้วย 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย *MTD* กับความหมายสภาพความหยาบของผิวทางแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย *MTD* กับความหมายสภาพความหยาบของผิวทาง

MTD (mm.)	สภาพความหยาบของผิวทาง
< 0.25	ราบเรียบ
0.25 – 0.50	ปานกลาง
> 0.50	หยาบ

2.3 การกำหนดเขตพื้นที่รอยต่อ

โดยประยุกต์จาก Design Guidance for High-Speed to Low-Speed Transition Zones for Rural Highways ของ Nation Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 737 ภายใต้การดูแลของ Transportation Research Board (TRB) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน [10] (แสดงในรูปที่ 1) ดังนี้



รูปที่ 1 การแบ่งเขตรอยต่อก่อนเข้าสู่เขตชุมชน [10]

1. พื้นที่บนทางหลวงนอกเมือง (Rural Zone) โดยทั่วไปรถยนต์จะวิ่งด้วยความเร็วอิสระ ซึ่งในงานวิจัยจะใช้ค่าความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 เป็นค่าความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งบนพื้นที่นี้ก่อนเข้าส่วนพื้นที่รอยต่อ

2. พื้นที่เขตทางรอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน (Transition Zone) ประกอบด้วยระยะทาง 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ระยะทางส่วนที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว (Perception-Reaction Area) โดยระยะทางดังกล่าวใช้ระยะเวลาประมาณ 2.5 วินาที ตาม

ข้อเสนอแนะของ American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) [11] ดังแสดงในสมการที่ 4 ดังนี้

$$D_r = 0.278 V_{85^{th}} t_r \quad (4)$$

โดยที่ D_r = ระยะทางในพื้นที่ส่วนที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว; เมตร
V_{85th} = ความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ของรถยนต์ที่วิ่งบนพื้นที่นี้ก่อนเข้าพื้นที่รอยต่อ; กิโลเมตร/ชั่วโมง
t_r = 2.5 วินาที

ส่วนที่ 2 ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน (Deceleration Area) หมายถึง ระยะทางตั้งแต่ผู้ขับขี่รถยนต์ถอนเท้าจากคันเร่งโดยไม่แตะเบรก และเริ่มแตะเบรกจนกระทั่งความเร็วลดลงถึงความเร็วที่ถูกจำกัดก่อนเข้าเขตชุมชน อ้างอิงจาก Criteria for High Design Speed Facilities [12] ดังแสดงในสมการที่ 5

$$D_d = 0.278 V_{85\,th} t_r - 0.5 a_{nb} (t_r)^2 + \frac{0.078\left[V_{85\,th}^2 - V_c^2\right]}{2 a_{wb}} \quad (5)$$

โดยที่ D_d = ระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน; เมตร
V_c = ความเร็วในชุมชน; กิโลเมตร/ชั่วโมง
a_{nb} = อัตราหน่วงโดยไม่มีการเบรก (ใช้ 1 เมตร/วินาที^{2})
a_{wb} = อัตราหน่วงจากการเบรก (ใช้ 3 เมตร/วินาที^{2})

3. พื้นที่ชุมชน (Community zone) ความเร็วที่กำหนดในชุมชนตามพระราชบัญญัติการจราจรทางบก พ.ศ. 2522 และปรับปรุงแก้ไข ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2551 หรือตามที่กำหนดโดยท้องถิ่น [3]

2.4 มาตรการแก้ไขและวิธีการประเมินประสิทธิผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นแก้ไขการลดความเร็วบนทางหลวงช่วงรอยต่อก่อนเข้าชุมชนโดยใช้มาตรการทางด้านวิศวกรรมจราจรเป็นหลัก สถิติการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแบบจับคู่ (Paired Samples t-test) [13] ถูกใช้เพื่อประเมินประสิทธิผลของมาตรการในการลดความเร็วของยานพานหะที่ขับเข้าเขตชุมชน (Transition Zone) ก่อนและหลังการดำเนินมาตรการ โดยทำการประเมิน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงแรกเมื่อดำเนินการจัดทำมาตรการแล้วเสร็จและทำการประเมินอีกครั้งเมื่อระยะเวลาผ่านไปประมาณ 1 เดือนหลังจากการประเมินครั้งแรก ผลที่ได้จะถูกวิเคราะห์และจัดทำเป็นข้อเสนอแนะในการจัดทำมาตรการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ค่าสถิติทีสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6 ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad (6)$$

โดยที่ t = ค่าสถิติทดสอบที
D = ผลต่างของข้อมูลของแต่ละคู่
n = จำนวนของข้อมูล
df = Degree of Freedom
= n - 1

สมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

H_o : ค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ก่อนและหลังการสำรวจไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ก่อนและหลังการสำรวจแตกต่างกัน

3. ผลการศึกษา

3.1 ผลการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา หมู่ 4 ชุมชนบ้านป่ายาง ตำบล ท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช บริเวณเส้นทางฝั่งหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช บนทางหลวงหมายเลข 4016 ถูกเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 2) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ดังแสดงในหัวข้อที่ 2 ดังนี้

รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษา ชุมชนบ้านป่ายาง นครศรีธรรมราช

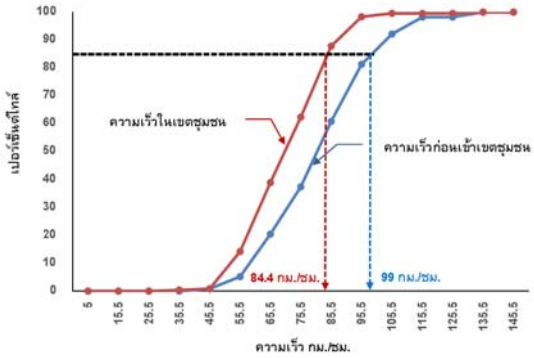
3.1.1 ลักษณะกายภาพของทางหลวง

ทางหลวงหมายเลข 4016 มีลักษณะผิวทางคอนกรีตขนาด 4 ช่องจราจร (2 ช่องจราจร/ทิศทาง) กว้าง 3.5 เมตร/ช่องจราจร มีไหล่ทางกว้าง 2.5 เมตร เกาะกลางมีลักษณะแบบยกสูง (Raised Median) กว้าง 4.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 ลักษณะกายภาพทางหลวงหมายเลข 4016 บริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านป่ายาง

3.1.2 ผลการสำรวจความเร็ว

ผลการสำรวจความเร็วของยานพาหนะที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า ความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชนที่ระยะก่อนถึงป้ายเขตชุมชน 500 เมตร มีค่าประมาณ 99 กม./ชม. ซึ่งเร็วกว่าความเร็วที่กำหนดบนทางหลวงไม่เกิน 90 กม./ชม. และความเร็วในชุมชนที่ระยะห่างจากป้ายชุมชน 500 เมตร มีค่า 84.4 กม./ชม. เร็วกว่าความเร็วที่กำหนดในเขตชุมชนไม่เกิน 80 กม./ชม. ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความเร็วในการเดินทางของยานพาหนะก่อน-หลังเข้าเขตชุมชน

3.1.3 สถิติอุบัติเหตุจราจรในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาสถิติอุบัติเหตุจราจรที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 4 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2555 ถึง 2558 พบว่า มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นรวม 22 ครั้ง มีผู้เสียชีวิตรวมทั้งสิ้น 7 ราย และบาดเจ็บรวมทั้งสิ้น 21 ราย [14, 15] รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สถิติผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรบริเวณพื้นที่ศึกษาชุมชนบ้านป่ายาง

ปี	สถิติอุบัติเหตุจราจร (คน)		
	จำนวน (ครั้ง)	เสียชีวิต	บาดเจ็บ
2555	12	3	12
2556	4	1	4
2557	-	-	-
2558	6	3	5
รวม	22	7	21

3.2 ผลการศึกษาในพื้นที่คัดเลือก

3.2.1 ผลการสำรวจปริมาณจราจรและระดับการให้บริการในพื้นที่ศึกษา

ผลการสำรวจปริมาณจราจรในชุมชนบ้านป่ายางทิศทางเข้าสู่ชุมชนฝั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พบว่า ปริมาณจราจรในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 07:00 - 09:00 น. ปริมาณรถยนต์จะค่อย ๆเพิ่มขึ้นจาก 345 pcu เป็น 373 pcu และปริมาณจราจรจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอีกครั้งตั้งแต่เวลา 15:00 – 18:00 น. จากปริมาณจราจร 430 pcu ถึง 627 pcu และปริมาณจราจร

จะลดลงหลังจาก เวลา 18:00 น. โดยทุกช่วงเวลาเร่งด่วนพบว่าระดับการให้บริการอยู่ที่ระดับ A สภาพที่กระแสจราจรไหลได้แบบอิสระ แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนและระดับการให้บริการ

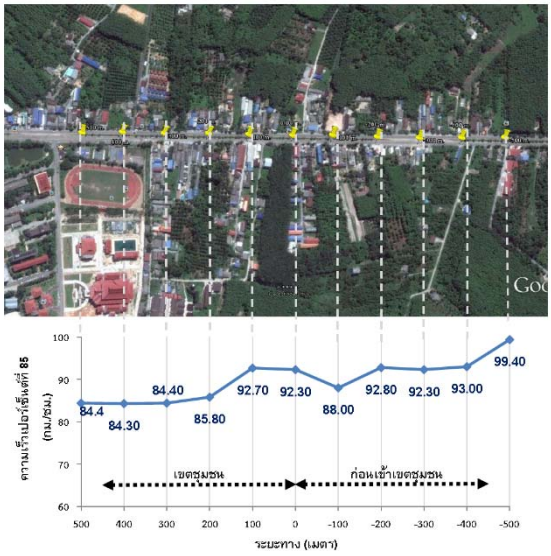
เวลา	*V*	*C*	*V/C*	*LOS*
07:00-08:00	345	3392.26	0.10	A
08:00-09:00	373	3360.62	0.11	A
11:00-12:00	311	3439.18	0.09	A
12:00-13:00	362	3317.25	0.11	A
15:00-16:00	430	3291.99	0.13	A
16:00-17:00	517	3323.14	0.16	A
17:00-18:00	627	3271.17	0.19	A
18:00-19:00	446	3098.95	0.14	A

3.2.2 ผลการสำรวจความเร็วในพื้นที่ศึกษา

ผลการสำรวจพบว่าความเร็วในการเดินทางที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของจุดสำรวจก่อนเข้าเขตชุมชน พบว่า ผู้ขับขี่เลือกใช้ความเร็วสูงกว่าความเร็วที่กำหนดบนทางหลวงที่ 90 กม./ชม. และมีการลดความเร็วที่ระยะทางก่อนถึงป้ายชุมชน 200 เมตร อย่างไรก็ตามผลการสำรวจพบว่าความเร็วในการเดินทางในเขตชุมชนมีค่าสูงกว่าความเร็วที่กำหนดในเขตชุมชนที่ 80 กม./ชม. ทุกจุดสำรวจ และเมื่อพิจารณาภาพรวมจะเห็นได้ว่าความเร็วมีแนวโน้มลดลงจากนอกเขตชุมชนต่อเนื่องเข้าสู่ชุมชน ดังแสดงโปรไฟล์การใช้ความเร็วในรูปที่ 5

3.2.3 ผลการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง

ผลการทดสอบความต้านทางการลื่นไถลจำนวน 5 จุด บนทางหลวงผิวจราจรคอนกรีตหมายเลข 4016 บริเวณก่อนเข้าเขตชุมชน พบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทางการลื่นไถลที่ทำการปรับค่าแล้ว (SRV_{35}) มีค่าเท่ากับ 44.1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเฉลี่ยแบบเปียก (*CF*) มีค่าเท่ากับ 0.44 ดังแสดงในตารางที่ 6



รูปที่ 5 โปรไฟล์การใช้ความเร็วต่อเนื่องจากนอกเขตชุมชนเข้าสู่เขตชุมชนบ้านป่ายาง

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความต้านทางการลื่นไถล

จุดทดสอบ	$T\,^{\circ}C$	$SRV_{Tavg.}$	SRV_{35}	*CF*
1	39.0	45.4	46.7	0.47
2	40.1	43.6	45.2	0.45
3	40.6	37.8	39.4	0.39
4	40.6	41.7	43.4	0.43
5	42.8	43.0	45.5	0.46
ค่าเฉลี่ย	40.6	42.3	44.1	0.44

3.2.4 ทดสอบหาค่าความหยาบของผิวทาง

ผลการทดสอบความหยาบ (Texture Depth; T_d) จำนวน 4 จุด บนทางหลวงผิวจราจรคอนกรีตหมายเลข 4016 บริเวณก่อนเข้าเขตชุมชน พบว่าค่าเฉลี่ยความหยาบของผิวทาง (*MTD*) มีค่าเท่ากับ

0.383 มิลลิเมตร หมายถึง สภาพผิวทางมีลักษณะหยาบหรือขรุขระปานกลาง จำเป็นต้องอาศัยดอกยางของล้อช่วยเหลือบ้าง รายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความค่าความหยาบ

จุดทดสอบ	$D_{avg.}$(มม.)	*MTD* (มม.)
1	32.75	0.297
2	26.25	0.462
3	31.50	0.321
4	26.50	0.453
ค่าเฉลี่ย	29.25	0.383

3.3 ผลการกำหนดเขตพื้นที่รอยต่อชุมชนและมาตรการลดความเร็ว

3.3.1 ผลการศึกษาการกำหนดเขตพื้นที่รอยต่อชุมชน

จากผลการศึกษาความเร็วสามารถกำหนดระยะพื้นที่เขตรอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชนโดยคำนวณระยะทางส่วนที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว และคำนวณหาระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน โดยพิจารณาที่ความเร็ว 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ก่อนเข้าเขตชุมชน

จากผลการศึกษาระดับการให้บริการบนทางหลวงก่อนเข้าเขตชุมชนบ้านป่ายาง อยู่ที่ระดับ A ซึ่งหมายถึง สภาพที่กระแสจราจรไหลได้แบบอิสระ โดยไม่ถูกรบกวนจากปัจจัยอื่นและผู้ขับขี่มีอิสระในการควบคุมรถ และผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนผิวทาง ถูกนำมาคำนวณหาระยะทางเขตพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน เปรียบเทียบกับ ระยะทางที่คำนวณจากสมการที่ 4 และสมการที่ 5 โดยพิจารณาจากความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง โดยเลือกใช้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 93 กม./ชม. ที่ระยะห่างจากป้ายชุมชน 400 เมตร เป็นความเร็วที่ใช้ในการคำนวณระยะทางรอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน เนื่องจากเป็นความเร็วที่เริ่มลดลงและมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วที่ระยะก่อนเข้าเขตชุมชน

ผลการคำนวณ พบว่าชุมชนบ้านป่ายาง ระยะทางส่วนที่รับรู้และตัดสินใจยาว 64 เมตร และระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชนยาว 127 เมตร รวมระยะทางเขตพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน เท่ากับ 191 เมตร ซึ่งมีระยะทางรวมยาวกว่าระยะทางที่คำนวณจาก*ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนผิวทางที่มีความยาว 170 เมตร เพื่อสะดวกในการดำเนินการ ผู้วิจัยจึงปรับค่าระยะทางช่วงรับรู้และตัดสินใจยาว 65 เมตร และระยะทางช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชนยาว 126 เมตร รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ระยะทางเขตพื้นที่รอยต่อโดย TRB เปรียบเทียบกับการคำนวณด้วย สปส.แรงเสียดทาน

D_r (ม.)	D_d (ม.)	Transition Zone (ม.)	Remark
64	127	191	TRB
64	106	170	*CF= 0.44

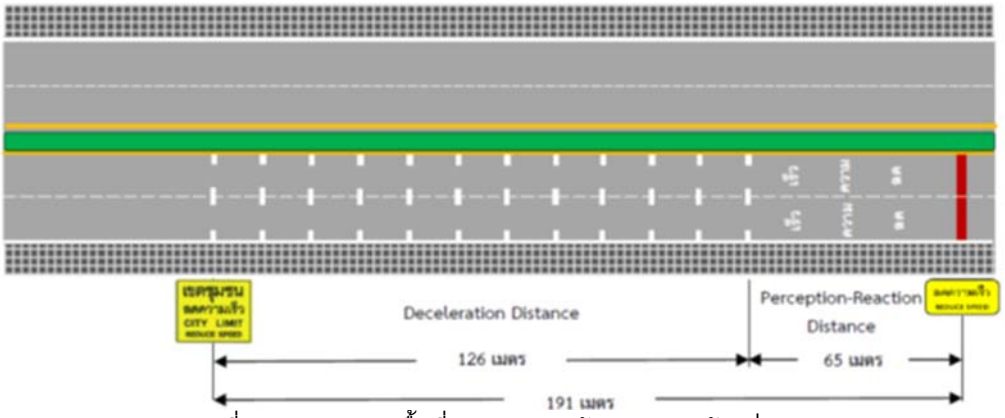
3.3.2 ผลการเลือกมาตรการลดความเร็ว

จากผลการศึกษาการเลือกมาตรการลดความเร็ว ผู้วิจัยได้กำหนดใช้แนวเส้นเริ่มต้น อักษรลดความเร็วบนผิวทาง และป้ายลดความเร็ว เป็นช่วงระยะทางส่วนที่รับรู้และตัดสินใจเริ่มลดความเร็ว และเลือกใช้แนวเส้นขวางบนผิวทาง (Optical Speed Bars) ในช่วงลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชน เพื่อความสอดคล้องและเหมาะสมกับงบประมาณและระยะเวลาในการดำเนินการ รายละเอียดเป็นไปตามมาตรฐานกรมทางหลวง [4] แสดงในรูปที่ 6

3.4 ผลการศึกษามาตรการลดความเร็วในพื้นที่ศึกษา

ผลจากการกำหนดระยะทางเขตพื้นที่รอยต่อเขตก่อนเข้าเขตชุมชนบ้านป่ายาง ซึ่งมีระยะห่างก่อนถึงป้ายเขตชุมชนเป็นระยะทาง 191 เมตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดตำแหน่งสำรวจความเร็วห่างจากป้ายเขตชุมชน 300 เมตร โดยสำรวจความเร็วทุกๆ ระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าเขตชุมชน และในเขตชุมชน รวมระยะทางทั้งสิ้น 600 เมตร

ผลการสำรวจความเร็วก่อน และหลังการดำเนินมาตรการทั้ง 2 ครั้ง จากจำนวนยานพาหนะจำนวนรวมทั้งสิ้น 1,608 คัน 1,673 คัน และ 1,690 คัน ตามลำดับ พบว่า แนวโน้มความเร็วก่อนดำเนิน



รูปที่ 6 ระยะทางเขตพื้นที่รอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชนบ้านป่ายาง

มาตรการมีลักษณะลดลงจากนอกเขตชุมชนต่อเนื่องเข้าสู่เขตชุมชน โดยประมาณค่าแนวโน้มด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Method) มีค่า r^2 =0.7769 และพบว่าแนวโน้มความเร็วที่สำรวจในครั้งที่ 1 หลังดำเนินมาตรการลดลงต่ำกว่าความเร็วที่สำรวจก่อนดำเนินมาตรการ ตลอดช่วงพื้นที่ศึกษาต่อเนื่องเข้าเขตชุมชน ในลักษณะการถดถอยแบบควอดราติก (Quadratic Regression) มีค่า r^2 =0.7687 และความเร็วจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าเขตชุมชน และผลการสำรวจความเร็วในครั้งที่ 2 ภายหลัง 1 เดือน จากการสำรวจในครั้งที่ 1 พบว่า ความเร็วในพื้นที่มาตรการนอกเขตชุมชนมีแนวโน้มใกล้เคียงกับความเร็วก่อนดำเนินมาตรการ แต่ความเร็วมีแนวโน้มลดลงภายหลังยานพาหนะเข้าเขตชุมชนโดยพยากรณ์ค่าแนวโน้มโดยสมการถดถอยแบบควอดราติก มีค่า r^2 =0.9005 ดังแสดงในรูปที่ 7

4. ผลการประเมินประสิทธิผลของมาตรการ

ผลการศึกษาการสำรวจความเร็ว ก่อน – หลังมาตรการกำหนดพื้นที่เขตรอยต่อเพื่อลดความเร็วของยานพาหนะก่อนเข้าเขตชุมชน ถูกนำมาประเมินประสิทธิผลโดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังดำเนินมาตรการทั้งสองครั้ง ด้วยสถิติการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแบบจับคู่ (Paired Samples t-test)

ผลการสำรวจค่าเฉลี่ยแนวโน้มการใช้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ทุกๆระยะ 100 เมตร จำนวน 3 จุด ก่อนเข้าเขตชุมชน และทุกๆระยะ 100 เมตร จำนวน 3 จุด ในเขตชุมชน ในการสำรวจครั้งแรกภายหลังมาตรการดำเนินการ พบว่า ความเร็วในการสำรวจภายหลังมาตรการมีแนวโน้มลดลงจากความเร็วที่สำรวจก่อนดำเนินมาตรการ โดยมีผลต่างมากที่สุดที่ 2.21 กม./ชม. ณ บริเวณจุดสำรวจที่ระยะ 100 เมตรก่อนเข้าเขตชุมชนในเขตพื้นที่ศึกษาเขตรอยต่อ และความเร็วค่อยๆลดลงเมื่อเข้าสู่เขตชุมชน ค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ในช่วงตลอดระยะทางทดสอบมีค่าแตกต่าง ก่อน-หลัง มาตรการเท่ากับ 1.26 กม./ชม.

ผลการสำรวจครั้งที่ 2 หลังดำเนินมาตรการ 1 เดือน พบว่า ผลต่างความเร็วบริเวณพื้นที่ศึกษาเขตรอยต่อมีค่าความแตกต่างของความเร็วก่อน – หลังมาตรการเล็กน้อย แต่แนวโน้มของความเร็วเมื่อเข้าสู่เขตชุมชนลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ในช่วงระยะทางทดสอบมีค่าแตกต่าง ก่อน-หลัง มาตรการเท่ากับ 0.89 กม./ชม. รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 9

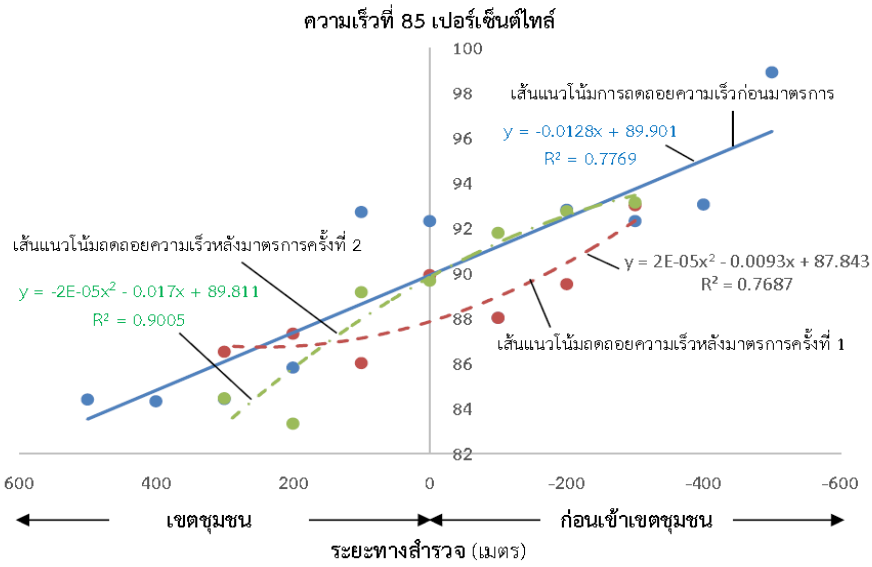
ผลการประเมินประสิทธิผลของมาตรการลดความเร็วในการเดินทางของยานพาหนะ พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ก่อนดำเนินมาตรการมีค่าเท่ากับ 89.90 กม./ชม. มีค่าคลาดเคลื่อน

มาตรฐาน 1.044 กม./ชม. ค่าเฉลี่ยความเร็วหลังดำเนินมาตรการครั้งที่ 1 เท่ากับ 88.64 กม./ชม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.81031 กม./ชม. และมีค่าเฉลี่ยความเร็วหลังดำเนินมาตรการครั้งที่ 2 เท่ากับ 89.01 กม./ชม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 1.41657กม./ชม. รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 10

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ทดสอบก่อนดำเนินมาตรการและภายหลังดำเนินมาตรการทั้งสองครั้ง พบว่า ความเร็วที่สำรวจก่อนและหลังมาตรการครั้งที่ 1 และความเร็วที่สำรวจก่อนและหลังมาตรการครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงไปในทิศทางเดียวกัน (ρ > 0.90) และมีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยทางสถิติ (p-value < 0.01) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 11

ผลการเปรียบเทียบก่อนดำเนินมาตรการและภายหลังดำเนินมาตรการครั้งที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของการสำรวจบนพื้นที่ศึกษารอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชนและต่อเนื่องในเขตชุมชน หลังมาตรการดำเนินการมีค่าลดลงจากการสำรวจก่อนดำเนินมาตรการ 1.26 กม./ชม. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 1.06217 กม./ชม. และ p-value = 0.02 < 0.05 สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ภายหลังดำเนินมาตรการมีความแตกต่างจากความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาครั้งที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ก่อนและหลังการสำรวจครั้งที่ 2 มีค่าแตกต่าง 0.89 กม./ชม. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 1.17898 กม./ชม. และ p-value = 0.093 > 0.05 สรุปไดว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ภายหลังดำเนินมาตรการครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างจากความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ก่อนดำเนินมาตรการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 12



รูปที่ 7 แนวโน้มความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ณ จุดสำรวจ ก่อน-หลังมาตรการครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ณ จุดสำรวจบริเวณก่อนเข้าชุมชนและในเขตชุมชน ก่อนและหลังมาตรการจำนวน 2 ครั้ง

จุดสำรวจ (เมตร)	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (กม./ชม.)					
	ก่อน (B)	หลัง (A)	ความเร็วแตกต่าง (B – A)	ก่อน (B)	หลัง 1 เดือน (A1)	ความเร็วแตกต่าง (B – A1)
-300	93.74	92.43	1.31	93.74	93.11	0.63
-200	92.46	90.50	1.96	92.46	92.41	0.05
-100	91.18	88.97	2.21	91.18	91.31	-0.13
0	89.90	87.84	2.06	89.90	89.81	0.09
100	88.62	87.11	1.51	88.62	87.91	0.71
200	87.34	86.78	0.56	87.34	85.61	1.73
300	86.06	86.85	-0.79	86.06	82.91	3.15
เฉลี่ย	89.90	88.64	1.26	89.90	89.01	0.89

ตารางที่ 10 สถิติการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างแบบจับคู่

Pair	Mean	n	Std. Deviation	Std. Error Mean
B	89.9000	7	2.76225	1.04403
A	88.6400	7	2.14387	.81031
A1	89.0100	7	3.74789	1.41657

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Paired Samples Correlations)

Pair	n	ρ_i	Sig.
B-A	7	.937	.002
B-A1	7	.980	.000

ตารางที่ 12 ผลการประเมินประสิทธิผลก่อน-หลังการดำเนินมาตรการ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

Pair	Paired Differences							
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	*Lower*	*Upper*	*t*	*df*	Sig. (2-taied)
B-A	1.26	1.06217	.40146	.27766	2.24234	3.139	6	.020
B-A1	0.89	1.17898	.44561	-.20038	1.98038	1.997	6	.093

หมายเหตุ: ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

การแก้ไขปัญหาการใช้ความเร็วในชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณริมทางหลวงโดยใช้มาตรการทางด้านวิศวกรรมจราจร ในพื้นที่ศึกษารอยต่อก่อนเข้าเขตชุมชน ได้แก่ การติดตั้งป้ายเตือนลดความเร็ว ตัวอักษรลดความเร็วบนผิวทาง และแนวเส้นขวางบนผิวทาง สามารถลดความเร็วลงได้ในช่วงเวลาเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไประยะหนึ่งผู้ขับขี่

ยานพาหนะจะเริ่มคุ้นเคย และเลือกใช้ความเร็วในการเดินทางใกล้เคียงกับความเร็วก่อนจัดทำมาตรการ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าการเลือกใช้มาตรการใดมาตรการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการใช้ความเร็วจะมีประสิทธิผลในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นการแก้ไขปัญหาควรมีมาตรการด้านอื่นๆ เสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิผลในการลดความเร็วก่อนเข้าสู่ชุมชนโดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. หน่วยงานที่มีอำนาจรับผิดชอบควรจัดมาตรการเพื่อลดความเร็วในเขตชุมชน เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรการการกำหนดพื้นที่รอยต่อเพื่อลดความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชน

2. ควรมีการสุ่มตรวจจับความเร็วบริเวณพื้นที่กำหนดเขตรอยต่อชุมชน และในเขตชุมชนเพื่อเป็นการเสริมสร้างวินัยจราจรให้แก่ผู้ใช้ทาง

3. ควรมีการตรวจสอบพฤติกรรมการใช้ความเร็วของยานพาหนะเมื่อขับผ่านย่านชุมชน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับมาตรการในการลดความเร็วยานพาหนะก่อนขสู่ชุมชน

4. หน่วยงานที่ตั้งอยู่ในย่านชุมชน และประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ควรจัดการประชุมเพื่อกำหนดหรือค้นหาแนวทางในการขับขี่อย่างปลอดภัยในเขตชุมชนเพื่อลดอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย โดยใช้หลัก 3'E ได้แก่ ด้านวิศวกรรมจราจร ด้านการบังคับใช้กฎหมาย และด้านการให้ความรู้/ประชาสัมพันธ์ เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณชัพวิชญ์ ไตรแพทย์ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรม แขวงทางหลวงนครศรีธรรมราชที่ 1 ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยใช้พื้นที่ทางหลวงหมายเลข 4016 เพื่อทดสอบมาตรการลดความเร็วก่อนเข้าเขตชุมชน และให้ความอนุเคราะห์ในการจัดทำมาตรการบนผิวทาง และขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ในการสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทางหลวง. รายงานอุบัติเหตุบนทางหลวง 2556. สำนักอำนวยความปลอดภัย. กระทรวงคมนาคม. กรุงเทพฯ, (2557).

[2] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. รายงานการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนประจำปี 2555. สำนักแผนความปลอดภัย กลุ่มพัฒนาความปลอดภัย. กระทรวงคมนาคม. กรุงเทพฯ, (2556).

[3] ธีระพล อรุณะ กสิกร สถาพร ลิ้มมณี ไพฑูรย์ นาคฉ่ำ และสุริกานต์ ชัยเนตร. *พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2538*. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: บริษัท โรงพิมพ์เดือนตุลา จำกัด, (2540).

[4] กรมทางหลวง. *คู่มือและมาตรฐานป้ายจราจร*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กระทรวงคมนาคม, (2554).

[5] Hallmark, S., Hawkins, N., Knickerbocker, S., "Speed Management Toolbox for Rural Communities, Final Report," *Center for Transportation Research and Education Institute for Transportation, Iowa State University*, USA, 2013.

[6] กระทรวงสาธารณสุข. (2559, กุมภาพันธ์. 10). *สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนน*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.thaincd.com/nformation-statistic/injured-data.php.

[7] กรมทางหลวง. *รายงานการวิเคราะห์ คำนวณดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นการจราจร ปี 2554*. สำนักอำนวยความปลอดภัย กระทรวงคมนาคม, (2554).

[8] Wisconsin Department of Transportation, *Wisconsin Statewide* "Speed Management Guidelines June 2009," *Bureau of Highway Operations, Traffic Engineering Section*, USA, 2009.

[9] กรมทางหลวง. *รายงานผลการประเมินความต้านทางการลื่นไถลและค่าเฉลี่ยความหยาบของผิวทางโดยเครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester & Sand Patch*. สำนักทางหลวงที่ 10, กระทรวงคมนาคม, (2557).

[10] Transportation Research Board, "Design Guidance for High-Speed to Low-Speed Transition Zones for Rural Highways," *National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 737*, USA, 2012.

[11] AASHTO, *A policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 4th Ed., Washington, D.C., USA, 2001.

[12] Fitzpatrick, K., Zimmerman, K., Bligh, R., Chrysler, S., Blaschke, B., "Criteria for High Design Speed Facilities," *Texas Department of Transportation and the Federal Highway Administration (FHWA), Texas Transportation Institute, the Texas A&M University System College Station*, Texas, USA, 2007.

[13] กัลยา วานิชย์บัญชา. *การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล*. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมสาร จำกัด, (2554).

[14] ไทยรัฐออนไลน์. (2559, กุมภาพันธ์. 8). *จยย.ขับปาดหน้ากระบะ เบรกไม่ทัน ชนดับ 2 ศพ*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http:// http://www.thairath.co.th/content/473975

[15] บริษัท ไอ. เอ็น. เอ็น. ร่วมด้วยช่วยกัน จำกัด. (2559, กุมภาพันธ์. 2). *รถจักรยานยนต์ชนท้ายรถกระบะ ประตู 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.rd1677.com/show_detial.php?ARTICLES_ID=7062