

การประเมินประสิทธิผลของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ Transverse Bar ที่มีต่อการลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุชนท้าย

อำพล การณสุนทวงษ์^{1*} สรวุฒิ จันทรทัต² พรรณทิพา พันธุ์ยัม³

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

วันจักร ฉายากุล⁴ และ ปิยพงษ์ จิวัฒน์กุลไพศาล⁵

กรมทางหลวง ทุ่งพญาไท ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

* Corresponding Author: ampol.kar@kmutt.ac.th

¹ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

² นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

³ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

⁴ วิศวกรใหญ่ด้านอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง

⁵ รักษาการ วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ สำนักแผนงาน กรมทางหลวง

ข้อมูลบทความ

บทคัดย่อ

ประวัติบทความ :

รับเพื่อพิจารณา : 17 มิถุนายน 2562

แก้ไข : 19 ธันวาคม 2562

ตอบรับ : 21 มกราคม 2563

คำสำคัญ :

อุบัติเหตุชนท้าย / การขับรถตามกัน /
เครื่องหมายบนผิวจราจร

การลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุจากการชนท้ายสามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่ขับรถตามหลังให้เว้นระยะห่างระหว่างรถตนเองกับรถคันหน้าอย่างเพียงพอเพื่อให้ผู้ขับขี่ควบคุมรถได้อย่างปลอดภัยและลดอุบัติเหตุจากการชนท้าย จึงมีโครงการนำร่องติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 สายธนบุรี-ปากท่อหรือถนนพระรามที่ 2 โดยกำหนดระยะห่างที่ปลอดภัยระหว่างรถของตนเองกับรถคันหน้าคือ 47 เมตร ติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” จำนวน 3 ชุดต่อเลน บริเวณเลนกลางและเลนขวาสุดพร้อมติดตั้งป้ายเตือนในช่วงระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร พบว่าเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” มีส่วนช่วยให้ผู้ขับขี่เว้นระยะห่างระหว่างรถตนเองกับรถคันหน้าเพิ่มมากขึ้น แต่ประสิทธิผลจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป นอกจากนี้ พบว่า การติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” มีส่วนช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.39%

Effectiveness Evaluation of "Transverse Bar" Pavement Marking Pattern on the Reduction of Rear-End Collision Risk

Ampol Karoonsoontawong^{1*}, Sorrawat Juntub², Puntipa Punyim³,

King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bang Mod, Thung Khru, Bangkok 10140

Vanchak Chayakul⁴ and Piyapong Jiwattanakulpaisarn⁵

Department of Highways, Thung Phaya Thai, Ratchathewi, Bangkok 10400

* Corresponding Author: ampol.kar@kmutt.ac.th

¹ Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering.

² Master Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering.

³ Ph.D. Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering.

⁴ Chief Engineer for Highway Safety, Department of Highways.

⁵ Acting Expert-Level Civil Engineer, Bureau of Planning, Department of Highways.

Article Info

Abstract

Article History:

Received: June 17, 2019

Revised: December 19, 2019

Accepted: January 21, 2020

Keywords:

Rear-end collisions /

Car-following /

Pavement Marking

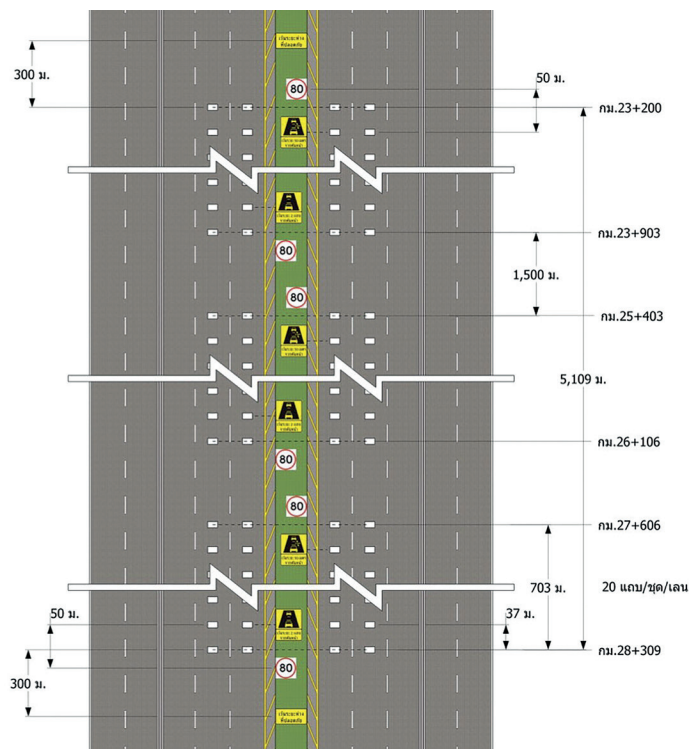
A possible approach to reduce the risk of rear-end collisions is to change the behaviour of road users such that one allows sufficient spacing between his/her vehicle and the leading vehicle. In this pilot project, which implemented the "Transverse Bar" pavement marking pattern on Highway No. 35 (Rama II Road), the appropriate spacing between two cars was determined to be 47 meters. Three sets of transverse bars were painted on the pavement surface on the middle and median lanes of a five-kilometre segment along; appropriate warning signs were also installed. It was found that the "Transverse Bar" pavement marking pattern contributed to larger average spacing of vehicles. The effectiveness of such an approach nevertheless decreased over time. Furthermore, the "Transverse Bar" contributed to less rear-end collisions when analysis was performed at 99.39% confidence level.

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

การเดินทางโดยรถยนต์เป็นการเดินทางหลักอย่างหนึ่งในการคมนาคมปัจจุบัน ความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการเดินทางจึงถือเป็นเรื่องที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง ซึ่งในแต่ละปีมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูงขึ้นเรื่อยๆ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ผู้ขับขี่ยานพาหนะ ถนน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งพบว่าโดยรวมแล้วผู้ขับขี่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุทางถนนมากที่สุด [1] จากข้อมูลทางสถิติจำแนกตามสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุพบว่า การขับรถตามกันอย่างกระชั้นชิดซึ่งก่อให้เกิดอุบัติเหตุการชนท้ายถือเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักๆ ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยเกิดจากพฤติกรรมการขับขีของผู้ขับขี่ที่ขับรถตามหลังเว้นระยะห่างระหว่างรถของตนเองกับรถคันหน้าไม่เพียงพอ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการคมนาคมทางถนนจึงมีโครงการนำร่องติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ

“Transverse Bar” บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 สายธนบุรี-ปากท่อหรือถนนพระรามที่ 2 กม.23+200 ถึง กม.28+309 โดยกำหนดระยะห่างที่ปลอดภัยระหว่างรถของตนเองกับรถคันหน้าคือ 47 เมตร ทำการติดตั้งจำนวน 3 ชุดต่อเลนแสดงดังรูปที่ 1 และ 2 เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่ขับรถตามหลังให้เว้นระยะห่างระหว่างรถตนเองกับรถคันหน้าอย่างเพียงพอ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” สำหรับการเว้นระยะห่างระหว่างรถที่ปลอดภัยของรถที่ขับตามกัน เพื่อลดปัญหาอุบัติเหตุชนท้าย โดยการประเมินประสิทธิภาพทั้งในระยะสั้น คือ ผู้ขับขี่ที่ทราบถึงระยะห่างที่ปลอดภัยในการขับรถตามกันช่วยให้ระยะห่างการขับขีและความเร็วเฉลี่ยของผู้ขับขี่เกิดความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และในระยะยาว คือ ช่วยลดจำนวนสถิติอุบัติเหตุจากการชนท้ายซึ่งถือเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุจากผู้ขับขี่ที่มีพฤติกรรมขับรถตามแบบกระชั้นชิด



รูปที่ 1 แบบการติดตั้งป้ายและจัดตำแหน่งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar”



รูปที่ 2 Transverse Bar ที่ติดตั้งบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 สายธนบุรี-ปากท่อ หรือถนนพระรามที่ 2

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินประสิทธิผลของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar”

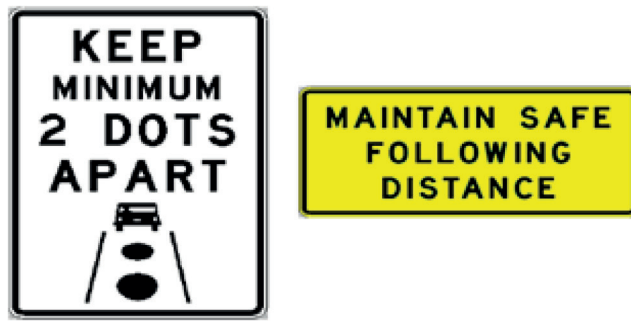
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ประเมินประสิทธิผลในด้านระยะห่างระหว่างรถ และจำนวนสถิติอุบัติเหตุจากการชนท้าย ก่อนและหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar”

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในต่างประเทศได้มีการศึกษาเทคนิคการปรับปรุงทางวิศวกรรมจราจรแบบราคาประหยัดเพื่อปรับปรุงการจัดการจราจรให้มีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่จำกัดเพื่อช่วยลดอุบัติเหตุ โดย Department of Public Safety [2] ทำการทดลองใช้เครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Dot” เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุของการชนท้าย โดยทำการติดตั้ง “Dot” จำนวน 94 จุด โดยแบ่งเป็น 47 จุดในแต่ละทิศทาง ซึ่งแต่ละจุดห่างกัน 225 ฟุต ติดตั้งในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นถนน 2 เลน มีระยะทาง 2 ไมล์ และใช้ป้ายแนะนำผู้ขับขี่ ให้รักษาระยะห่างระหว่างรถอย่างน้อย 2 จุด หรือเทียบเท่ากับกฎ 3 วินาทีของรถที่วิ่งตามกัน

แสดงดังรูปที่ 3 เมื่อทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วได้เก็บข้อมูลระหว่างก่อนและหลังการติดตั้ง “Dot” พบว่าระยะห่างของรถที่วิ่งตามกันมีค่าสูงขึ้น ซึ่งเห็นผลอย่างชัดเจนในช่วงกลางของพื้นที่การทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่าความเร็วที่ใช้ลดลงเล็กน้อยในพื้นที่ศึกษา แต่เมื่อผ่านพื้นที่ศึกษาไปแล้วกลับพบว่าความเร็วมีค่าสูงขึ้นมากกว่าช่วงก่อนการติดตั้ง ต่อมา Greibe [3] ได้ทดลองติดตั้งเครื่องหมายจราจรในลักษณะ Chevron Marking บนถนน Danish Freeway ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งมีการเกิดอุบัติเหตุการชนท้ายบ่อยครั้ง เพื่อทดสอบว่าสามารถช่วยลดความเร็วของ ผู้ขับขี่และช่วยให้ผู้ขับขี่เพิ่มระยะห่างในการขับรถตามคันหน้าหรือไม่ โดยมีการติดตั้งป้ายเตือน “ข้างหน้าทดลองใช้เครื่องหมายบนผิวจราจร” และในช่วงถนนที่ทำการศึกษาได้ติดตั้งป้ายเตือนข้างทางอีก 2 ป้าย ให้ผู้ขับขี่รักษาระยะห่างอย่างน้อย 2 Chevron ระหว่างรถตนเองกับรถคันหน้า แสดงดังรูปที่ 4 พบว่าการติดตั้ง Chevron marking ช่วยทำให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วลดลง 1 ถึง 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและพฤติกรรมการเว้นระยะห่าง (Gap) จากคันหน้าที่น้อยกว่า 1 วินาที ลดลงประมาณร้อยละ 7 ถึง 11 ทั้งนี้ พบว่าประสิทธิผลที่ได้รับจะค่อยๆ ลดลงเมื่อผ่านช่วงถนนที่ศึกษาไปแล้ว



รูปที่ 3 ป้ายเตือนให้รักษาระยะห่างอย่างน้อย 2 “Dot”



รูปที่ 4 Chevron marking และป้ายเตือนให้รักษาระยะห่างอย่างน้อย 2 Chevron

สำหรับในประเทศไทย Lertworawanich [4] ได้ทำการศึกษาระยะห่างในการขับรถตามกันที่ปลอดภัยในการขับขึ้นสำหรับช่วงความเร็ว 80-120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บนทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 หรือมอเตอร์เวย์ชลบุรีด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดยใช้หลักการของ Maximum Likelihood Estimation (MLE) และ Perturbation Technique โดยนำข้อมูลความเร็วและปริมาณการไหลมาใช้ในการกระบวนการปรับแก้แบบจำลองการไหลการจราจรกับแบบจำลองการขับรถตามกันของ GM5th จากนั้นทำการคำนวณหาระยะห่างที่ปลอดภัยในการขับขึ้นตามกันและพัฒนาเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Dot” เพื่อช่วยผู้ขับขึ้นให้ทราบว่าจะเว้นระยะห่างที่ปลอดภัยในการขับรถตามกันอย่างไร ต่อมาในปี 2009 [5] ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยศึกษาการลดความเสี่ยงอุบัติเหตุจากการชนท้ายบนทางหลวงหมายเลข 1141 สำหรับช่วงความเร็ว 70 – 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดย

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ แล้วนำมาใช้ในการคำนวณหาโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุชนท้ายที่แปรเปลี่ยนไปตามปริมาณจราจร รวมทั้งการพิจารณาระยะห่างในการขับขึ้นตามกันอย่างปลอดภัยตามสภาพความเร็วที่ใช้บนทางหลวงหมายเลข 1141 แสดงดังรูปที่ 5 เพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุที่เกิดจากการชนท้ายและจัดทำเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Dot” เพื่อช่วยผู้ขับขึ้นให้ทราบว่าจะเว้นระยะห่างที่ปลอดภัยในการขับรถตามกันพบว่าระยะห่างในการขับขึ้นตามกันบริเวณสถานที่ทำการทดลองมากขึ้น ณ อัตราการไหลค่าต่างๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลงานวิจัยดังกล่าวมีส่วนช่วยลดโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุจากการชนท้าย การศึกษาที่ผ่านมาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทยทำให้ทราบว่าการติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรสามารถช่วยลดความเร็วของผู้ขับขึ้นและช่วยให้ผู้ขับขึ้นเพิ่มระยะห่างในการขับรถ

ตามคันหน้าได้ โดยใช้เทคนิคคำนวณระยะห่างระหว่างเครื่องหมายบนผิวจราจร พร้อมทั้งข้อมูลอัตราการไหลที่แตกต่างกันไปตามพื้นที่ศึกษา ทำให้การนำมาประยุกต์ใช้จำเป็นต้องคำนวณระยะห่างระหว่างเครื่องหมายบนผิวจราจรให้สอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ของพื้นที่ติดตังนั้นๆ จึงมีโครงการนำร่องติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” บนทางหลวง

แผ่นดินหมายเลข 35 สายธนบุรี-ปากท่อหรือถนนพระรามที่ 2 โดยศึกษาและกำหนดระยะห่างที่ปลอดภัยระหว่างรถของตนเองกับรถคันหน้าคือ 47 เมตร การศึกษานี้จึงทำการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” สำหรับการเว้นระยะห่างระหว่างรถที่ปลอดภัยของรถที่ขับตามกันของโครงการนำร่องที่ได้ติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแล้ว



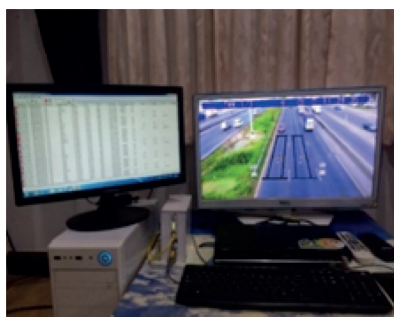
รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Dot” บนทางหลวงหมายเลข 1141

3. วิธีการวิจัย

3.1 การเก็บข้อมูลภาคสนามและวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนามจะทำการเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องถ่ายวิดีโอบันทึกภาพการจราจร โดยติดตั้งไว้บนสะพานลอยเพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนการจราจร ทำการเก็บข้อมูลในช่องจราจรที่อยู่ติดกับเกาะกลาง (Median Lane) และช่องจราจรช่องกลาง (Middle Lane) โดยเก็บข้อมูลทั้ง 2 ทิศทาง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม หมายถึง การวิเคราะห์ข้อมูลกระแสจราจร จากอุปกรณ์แปลงภาพเคลื่อนไหวเป็นข้อมูลจราจร (Autoscope) ที่รวบรวมมาจากการเก็บข้อมูลทั้งหมดทั้งก่อนและหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” ทำการวิเคราะห์ ความเร็ว ปริมาณการไหล ความหนาแน่น ระยะห่างระหว่างรถ และความล่าช้า โดยวิเคราะห์ข้อมูลเป็นราย 5 นาที จนครบ 24 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 6 [6]



รูปที่ 6 การแปลงภาพเคลื่อนไหวจากกล้องวิดีโอเป็นข้อมูลจราจร โดยเครื่องมือ Autoscope

3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์

เมื่อได้ข้อมูลจราจรจากการแปลงข้อมูลโดยเครื่องมือ Autoscope แล้วจะนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (flow rate) และระยะห่างระหว่างรถยนต์ (distance headway) โดยกำหนดความสัมพันธ์มีลักษณะดังนี้ [6]

$$DH_i = \frac{A}{(Flow_i)^B} + \varepsilon_i \quad (1)$$

โดยที่ DH_i คือ ระยะห่างระหว่างรถยนต์จากข้อมูลช่วงที่ i
 $Flow_i$ คือ อัตราการไหลของปริมาณจราจรจากข้อมูลช่วงที่ i

ε_i คือ ตัวคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ย

A คือ พารามิเตอร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ ค่าเฉลี่ยระยะห่างระหว่างรถยนต์ เมื่อ อัตราการไหลของปริมาณจราจรเท่ากับ 1 คันต่อ ชั่วโมงต่อเลน

B คือ พารามิเตอร์เลขชี้กำลังของ อัตราการไหล ไม่มีหน่วย

ทั้งนี้ตั้งสมมติฐานว่าตัวคลาดเคลื่อนมีการกระจายแบบปกติ (Normally Distributed) และมีความเป็นอิสระต่อกันในแต่ละช่วงของข้อมูล ดังนี้

$$\varepsilon_i \sim N[0, \sigma^2]$$

$$f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\varepsilon_i^2}$$

$$\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \begin{cases} \sigma^2 & \text{if } i = j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

โดยที่ $f_{\varepsilon}(\varepsilon_i)$ คือ Probability density function (pdf) ของตัวคลาดเคลื่อน สมมติฐานการกระจายตัวของตัวคลาดเคลื่อนที่เป็นแบบปกติ มีความเหมาะสม เนื่องจากตัวคลาดเคลื่อนมีค่าต่อเนื่อง สามารถมีค่า บวก ลบ หรือ ศูนย์ได้ และค่าเฉลี่ยของตัวคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์

ดังนั้นสามารถนำวิธีการทางสถิติที่เรียกว่า Maximum Likelihood Estimation มาใช้ในการคำนวณ หาค่าทางสถิติ

ของพารามิเตอร์ A , B และ σ^2 ที่ต้องการทราบจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ได้ สำหรับวิธีการดังกล่าวนี้จะต้องหาค่า log-likelihood function จากข้อมูลทั้งหมดดังนี้

$$\begin{aligned} LL(A, B, \sigma^2) &= \ln\left[\prod_{i=1}^N f(\varepsilon_i)\right] \\ &= \ln\left[\prod_{i=1}^N \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \text{EXP}\left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2}\right)\right] \\ &= -\frac{N}{2} \cdot \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \left\{ DH_i - \frac{A}{(Flow_i)^B} \right\}^2 \end{aligned} \quad (3)$$

ในการคำนวณหาพารามิเตอร์ A , B และ σ^2 จะต้องเป็นค่าที่ทำให้ log-likelihood function ในสมการ (3) มีค่ามากที่สุด จากนั้นประมาณค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์แต่ละตัวจาก Information Matrix ของ log-likelihood function

3.3 การวิเคราะห์สถิติการเกิดอุบัติเหตุจาก

การชนท้าย

ทำการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 สายชนบุรี-ปากท่อหรือถนนพระรามที่ 2 จากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) คัดเลือกใช้เฉพาะข้อมูลอุบัติเหตุลักษณะการชนแบบถูกชนท้ายในช่วงปี พ.ศ. 2554 – 2561 จำแนกรายปีบริเวณ กม.23+200 ถึง กม.28+309 โดยจะทำการทดสอบสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการชนท้ายในช่วงปีก่อนการติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” และหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” แล้ว 1 ปี ว่าช่วยลดจำนวนสถิติอุบัติเหตุจากการชนท้ายอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ด้วยการทดสอบแบบปัวส์ซอง (Poisson Test) โดยให้ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปัวส์ซอง คือ

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad ; x = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

โดยที่ x คือ ตัวแปรสุ่มจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้าย

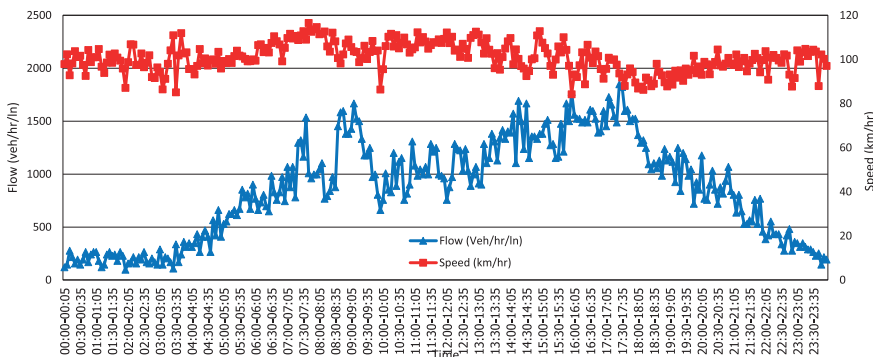
λ คือค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น

4. ผลการศึกษา

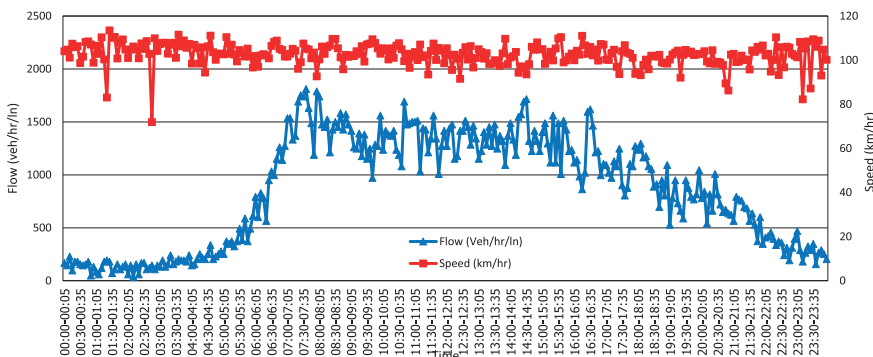
4.1 ความเร็วและการไหลของการจราจรหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar”

ความเร็วและการไหลของการจราจรในช่วงเวลาต่างๆ หลังจากติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” โดยวิเคราะห์ทุกๆ ช่วง 5 นาทีตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าความเร็วส่วนมากอยู่ในช่วงประมาณ 70 – 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และอัตราการไหลของจราจรในช่วงเวลากลางวันจะสูงกว่าช่วง

กลางคืน โดยอัตราการไหลของทิศทางขาเข้า กทม. จะสูงในช่วงบ่ายตั้งแต่เวลาประมาณ 14.00 น. และค่อยๆ ลดลงตั้งแต่ 18.00 น. โดยจะมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงวันทำงาน ส่วนอัตราการไหลของทิศทางขาออก กทม. จะมีค่าสูงในช่วงเวลาเช้าตั้งแต่เวลาประมาณ 7.30 โดยจะมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ ซึ่งจากข้อมูลที่ทำการสำรวจตลอด 24 ชั่วโมง ช่วงอัตราการไหลที่มีมาก มีค่าประมาณ 1,000 – 1,700 คัน/ชั่วโมง/เลน แสดงดังรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 7 ความเร็วและการไหลของการจราจรทิศทางขาเข้า กทม. ในช่วงวันทำงาน



รูปที่ 8 ความเร็วและการไหลของการจราจรทิศทางขาออก กทม. ในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์

4.2.1 ค่าพารามิเตอร์ของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์

เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” จึงหาค่าทางสถิติของพารามิเตอร์ A, B และ σ^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์หลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” ใน 4 ช่วงเวลา คือ ระยะก่อนติดตั้ง

ระยะหลังติดตั้ง 1 สัปดาห์ ระยะหลังติดตั้ง 1 เดือน ระยะหลังติดตั้ง 2 เดือน และระยะหลังติดตั้ง 3 เดือน ในช่วงถนนที่ทำการติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar”

สำหรับเลนกลาง และเลนขวาสุด ของทิศทางขาเข้า กทม. ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ สำหรับเลนกลาง และเลนขวาสุดของทิศทางขาออก กทม. ในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ เลนกลาง ทิศทางขาเข้า กทม.

ตัวแปร	ระยะก่อนติดตั้ง	ระยะหลังติดตั้ง			
		1 สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
σ^2	65.67	169.65	127.62	291.46	76.55
A	69,226.85	71,837.91	58,210.94	62,456.03	71,844.94
B	0.9773	0.9638	0.9405	0.9564	0.9896

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ เลนขวาสุด ทิศทางขาเข้า กทม.

ตัวแปร	ระยะก่อนติดตั้ง	ระยะหลังติดตั้ง			
		1 สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
σ^2	179.22	262.29	2,149.98	683.66	158.12
A	84,471.07	90,497.54	78,712.72	77,510.52	89,388.72
B	0.9917	0.9829	0.9883	0.9736	1.0100

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ เลนกลาง ทิศทางขาออก กทม.

ตัวแปร	ระยะก่อนติดตั้ง	ระยะหลังติดตั้ง			
		1 สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
σ^2	397.65	113.75	380.20	99.78	310.96
A	87,333.64	97,557.19	93,241.22	93,058.51	86,900.10
B	1.0175	1.0096	1.0076	1.0055	0.9998

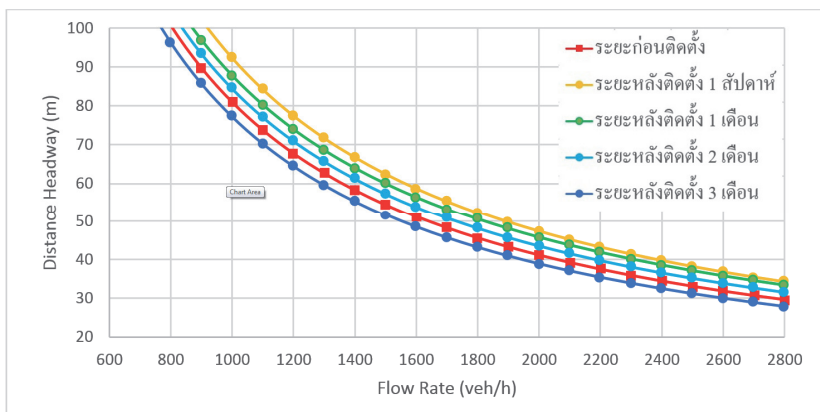
ตารางที่ 4 ค่าพารามิเตอร์ เลนขวาสุด ทิศทางขาออก กทม.

ตัวแปร	ระยะก่อนติดตั้ง	ระยะหลังติดตั้ง			
		1 สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
σ^2	798.27	489.97	897.12	357.68	1,779.75
A	113,437.69	110,561.90	126,982.72	112,022.36	123,803.85
B	1.0468	1.0121	1.0394	1.0195	1.0451

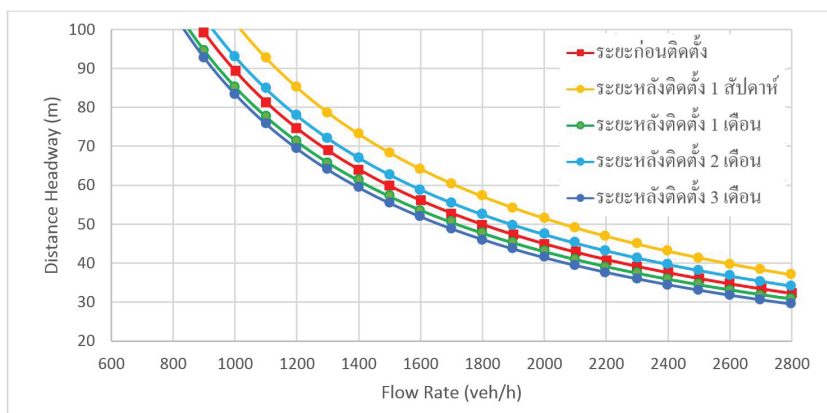
4.2.2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตรา การไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์

ทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ในระยะก่อนและหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” ทั้ง 4 ช่วงเวลาแยกตามทิศทางการจราจรและช่องจราจร แสดงดังรูปที่ 9 – 12 พบว่า ระยะห่างระหว่างรถยนต์มีความแตกต่างกัน โดยระยะห่างระหว่างรถยนต์ในระยะหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิว

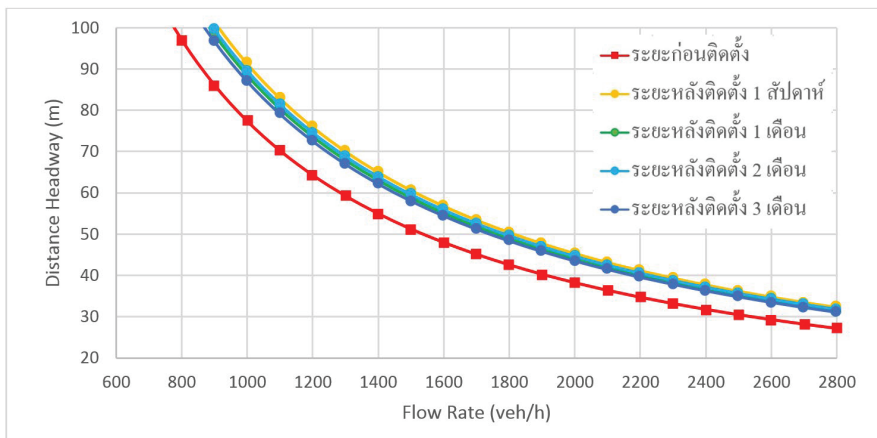
จราจรแบบ “Transverse Bar” โดยรวมเพิ่มสูงขึ้นกว่าระยะก่อนติดตั้งอย่างเห็นได้ชัดเจน และพบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป ระยะหลังติดตั้ง 1 สัปดาห์ ระยะหลังติดตั้ง 1 เดือน ระยะหลังติดตั้ง 2 เดือน และระยะหลังติดตั้ง 3 เดือนประสิทธิภาพของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” จะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ ระยะห่างระหว่างรถยนต์จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป



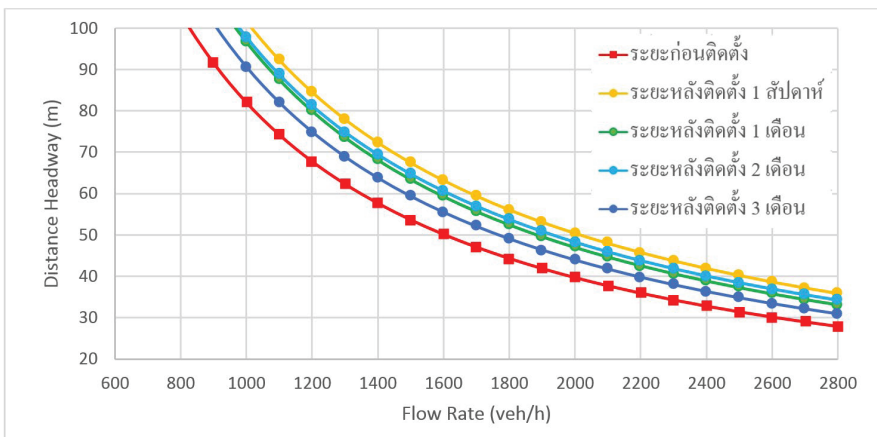
รูปที่ 9 อัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ทิศทางขาเข้า กทม. เลนกลาง



รูปที่ 10 อัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ทิศทางขาเข้า กทม. เลนขวาสุด



รูปที่ 11 อัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ที่ศทางขาออก กทม. เลนกลาง



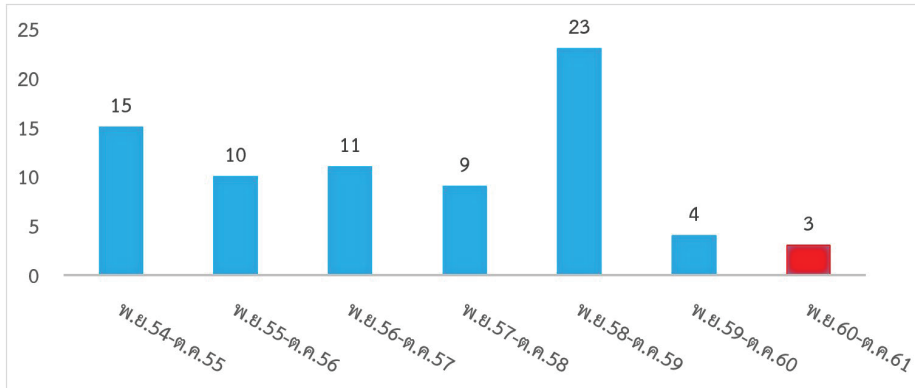
รูปที่ 12 อัตราการไหลและระยะห่างระหว่างรถยนต์ที่ศทางขาออก กทม. เลนขวาสุด

4.3 การวิเคราะห์สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการชนท้ายหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar”

รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 สายธนบุรี-ปากท่อหรือถนนพระรามที่ 2 คัดเลือกใช้เฉพาะข้อมูลอุบัติเหตุลักษณะการชนแบบถูกชนท้ายในช่วงปี พ.ศ. 2554 – 2561 จำแนกรายปีบริเวณ กม.23+200 ถึง กม.28+309 แบ่งเป็นช่วงก่อนติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 ถึง ตุลาคม 2560 และหลังติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ

“Transverse Bar” แล้วเสร็จเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2560 ถึง ตุลาคม 2561 เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า จำนวนอุบัติเหตุลักษณะการชนแบบถูกชนท้ายบริเวณพื้นที่ศึกษาเกิดขึ้นเพียง 3 ครั้ง ซึ่งน้อยกว่าในช่วงก่อนติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” ตลอด 6 ปีก่อนหน้านั้น แสดงดังรูปที่ 13 งานวิจัยในด้านการวิเคราะห์สถิติอุบัติเหตุ มักจะพิจารณาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุในช่วงเวลา 1 ปี ว่ามีการกระจายตัวแบบปัวส์ซอง (Poisson Distribution) ซึ่งเป็นการกระจายตัวประเภท ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Probability Distribution)

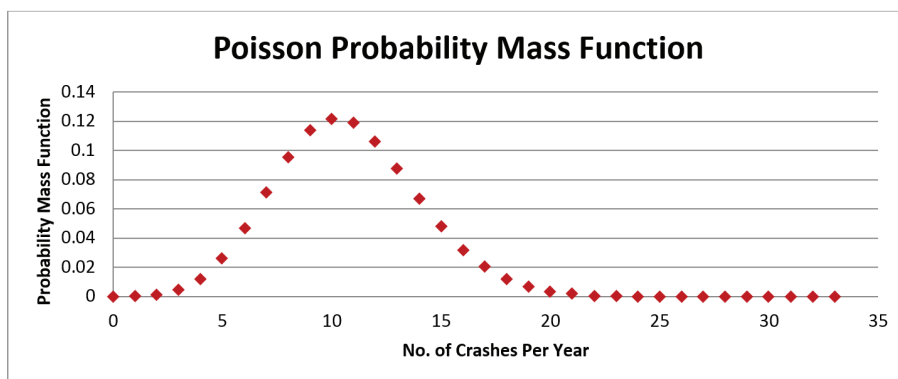
จำนวนครั้ง



รูปที่ 13 สถิติอุบัติเหตุจากการชนท้ายบริเวณพื้นที่ศึกษา

ทำการทดสอบแบบปัวส์ซอง (Poisson Test) ว่าเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” ช่วยลดจำนวนสถิติอุบัติเหตุจากการชนท้ายอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ เมื่อ λ คือค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นมีค่าเท่ากับ 10.714 ครั้งต่อปี และความน่าจะเป็นของจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายโดยการแจกแจงแบบปัวส์ซองแสดงดังรูปที่ 14 และตารางที่ 5 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น

โดยการแจกแจงแบบปัวส์ซองของจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายน้อยกว่าเท่ากับ 3 ครั้งต่อปี มีค่าเท่ากับ 0.00609 นั่นหมายความว่ามีความน่าจะเป็นเพียง 0.609% ที่มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุจากการชนท้ายจำนวนน้อยกว่าเท่ากับ 3 ครั้งต่อปี ดังนั้น การติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” มีส่วนช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 99.39%



รูปที่ 14 สถิติอุบัติเหตุจากการชนท้ายบริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 5 Poisson Probability

No. of Rear-End Crashes x	Prob(X=x)	Prob(X≤x)	Prob(X>x)
0	2.22252E-05	2.22252E-05	0.999978
1	0.000238127	0.000260352	0.99974
2	0.001275679	0.00153603	0.998464
3	0.004555995	0.006092026	0.993908
4	0.012203559	0.018295584	0.981704
5	0.026150483	0.044446067	0.955554
6	0.04669729	0.091143357	0.908857

5. สรุปผลงานวิจัย

การประเมินประสิทธิผลของเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” มีส่วนช่วยให้ผู้ขับขี่เว้นระยะห่างระหว่างรถตนเองกับรถคันหน้าเพิ่มมากขึ้น แต่ประสิทธิผลจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และในด้านระยะยาวการติดตั้งเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 สายชนบุรี-ปากท่อหรือถนนพระรามที่ 2 มีส่วนช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุจากการชนท้ายอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 99.39%

6. ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าเครื่องหมายบนผิวจราจรแบบ “Transverse Bar” จะช่วยให้ผู้ขับขี่รักษาระยะห่างเพิ่มมากขึ้น แต่ผลกลับค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นหากต้องการลดความเสี่ยงอุบัติเหตุจากการชนท้าย ผู้ขับขี่ควรปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการขับขี่ด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และกรมทางหลวง โดยได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจาก มูลนิธิไทยโรดส์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.)

8. เอกสารอ้างอิง

1. Pongpullponsak, A., Laosirihongthong, T. and

Kuakasemboon, K., 2004, “The Study of Factors Component Relating to Road Accidents,” *KMUTT Research and Development Journal*, 27 (3), pp. 333 - 355. (In Thai)

2. Department of Public Safety, 2006, Minnesota Tailgating Pilot Project, USA.

3. Greibe, P., 2009, Chevron Markings on Freeways: Effect on Speed, Gap and Safety, Research Park, Scion-DTU, Denmark.

4. Lertworawanich, P., 2006, “Safe-Following Distances based on The Car-Following Model,” *PIARC International Seminar on Intelligent Transport System (ITS) in Road Network Operations*, Kuala Lumpur, Malaysia.

5. Lertworawanich, P., 2009, “Implementation of DOT Following-distance Pavement Markings in Thailand,” *Proceedings of the Eastern Asia Society of Transportation Studies*, Vol. 7.

6. Karoonsoontawong, A., Punyim, P. and Juntub, S., 2018, A Study of Rear-End Traffic Collision Risk Reduction: A Case Study of National Highway Route 35, Final Report, Thairoads Foundation, Bangkok, Thailand. (In Thai)

