

ผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรต่อความเร็วของยานพาหนะ กรณีศึกษาทางแยกทุ่งโดน อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

Impact of Modes of Operation of Traffic Signal Control on Vehicle Speed: Case study of Thung Don Junction, Hat Yai District, Songkhla Province

วาทนัย โภชนกุล^{1,*} และ ประเมศวร์ เหลือเทพ²

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

*Corresponding author; E-mail address: can.pochanukul@gmail.com

บทคัดย่อ

สัญญาณไฟจราจรเป็นอุปกรณ์ควบคุมการจราจรและเพิ่มความปลอดภัยบริเวณทางแยก บางทางแยกได้มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร แต่ไม่เปิดใช้งานตลอดเวลาหรือเปิดเพียงสัญญาณไฟกระพริบ บทความนี้นำเสนอผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ประกอบด้วย 1) ปิดใช้งาน 2) เปิดเพียงสัญญาณไฟกระพริบ และ 3) เปิดใช้งานตลอดเวลา ต่อความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรบนถนนสายหลักขณะผ่านทางแยก เปรียบเทียบกับก่อนติดตั้งสัญญาณไฟจราจร โดยมีทางสามแยกทุ่งโดน อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา เป็นกรณีศึกษา ในการศึกษาได้สำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพ และปริมาณการจราจร รวมทั้งความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท ที่ผ่านทางแยกตามการควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่แตกต่างกัน ผลการศึกษา พบว่า การเปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจรตลอดเวลา ทำให้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไคล์ของยานพาหนะทุกประเภท ในทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ร้อยละ 22.60 และ 14.64 ตามลำดับ ในทางตรงข้าม การเปิดสัญญาณไฟเหลืองกระพริบ กลับทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น ร้อยละ 11.14 และร้อยละ 11.12 ตามลำดับ ส่วนการปิดสัญญาณไฟจราจรมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วเล็กน้อย โดยลดลงร้อยละ 3.68 ในทิศทางเข้าเมือง และเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.76 ในทิศทางออกเมือง นอกจากนี้ ยังพบว่า การเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรตลอดเวลาช่วยลดความเร็วของยานพาหนะทุกประเภท (รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถยนต์ต่อเนืองประสงค์ และรถกระบะ) ทั้งสองทิศทางได้อย่างชัดเจน ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่า ทางแยกสัญญาณไฟจราจร ควรเปิดใช้งานตลอดเวลาเพื่อกระตุ้นให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะทราบถึงตำแหน่งทางแยก และใช้ความเร็วขณะผ่านทางแยกที่ปลอดภัยกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรรูปแบบอื่น

คำสำคัญ: ทางแยก, สัญญาณไฟจราจร, การควบคุมการจราจร, ความเร็ว

Abstract

Traffic signals serve as traffic control devices that enhance safety at intersections. Some intersections are equipped with traffic signals but are not always operational or only display flashing signals. This study examines the impact of traffic signal control modes, including 1) deactivation, 2) flashing signal operation, and 3) full-time activation, on vehicle speeds on the main road when passing through the intersection, compared to the pre-installation condition. As a case study, the study focuses on the Thung Don T-junction in Hat Yai, Songkhla. Data collection involved surveying the physical characteristics, traffic volume, and vehicle speeds under different traffic signal control conditions. The results indicate that full-time traffic signal activation significantly reduced the 85th percentile speed of all vehicle types by 22.60% and 14.64% in the inbound and outbound directions, respectively. Conversely, flashing signal operations, respectively. Conversely, flashing signal operation increased speeds by 11.14% and 11.12%, respectively. Deactivating the traffic signal caused minor speed variations, with a 3.68% reduction inbound and a 3.76% increase outbound. Additionally, full-time traffic signal activation effectively reduced speed for all vehicle types in both directions, including motorcycles, private cars, SUVs, and pickup trucks. These findings suggest that traffic signals at intersections should remain fully operational to alert drivers to the presence of the intersection and encourage safer speeds when passing through compared to other traffic signal control modes.

Keywords: Intersection, Traffic Signal, Traffic Control, Speed

1. บทนำ

ทางแยกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงข่ายถนน มีหน้าที่เชื่อมต่อและประสานการเดินทางของยานพาหนะ อย่างไรก็ตาม ทางแยกมักเป็นจุดที่มีปัญหาการจราจร เนื่องจากเป็นบริเวณที่เกิดการรวมกันของปริมาณการจราจรที่มาจากหลายทิศทาง ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาการติดขัดของการจราจรบริเวณทางแยก ปัญหาความล่าช้าบริเวณทางแยก ความยาวของแถวคอย และปัญหาอุบัติเหตุจราจร เป็นต้น ดังนั้น การออกแบบและควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรที่เหมาะสม จึงมีส่วนช่วยลดปัญหาการจราจรข้างต้นได้ [1]

ในประเทศไทย โครงข่ายถนนทั่วไปมักมีการจราจรเป็นแบบผสม กล่าวคือ มีรถจักรยานยนต์วิ่งในช่องจราจรร่วมกับรถยนต์ รถโดยสารประจำทาง หรือรถบรรทุกขนาดใหญ่ ทางเลือกหนึ่งของการจัดการจราจร โดยเฉพาะบริเวณทางแยกที่นิยมใช้งาน คือ การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เพื่อควบคุมและลดการติดขัดของกระแสจราจร ทำให้รถที่ต้องการเลี้ยวหรือรถจากถนนสายรองสามารถเข้าสู่ถนนสายหลักได้สะดวกและปลอดภัย

ทั้งนี้ ประสิทธิภาพในการจัดการทางแยกด้วยสัญญาณไฟจราจร มักประเมินในแง่ความล่าช้าของยานพาหนะ ระยะเวลาในการเดินทางของยานพาหนะ เป็นต้น ซึ่งบ่อยครั้งจะพบว่า การกำหนดรอบสัญญาณไฟจราจรไม่เหมาะสมกับปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทาง ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางมีปริมาณน้อยหรือมากกว่าที่ได้ออกแบบ และความไม่สม่ำเสมอของปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงเวลา ทำให้ยานพาหนะในบางทิศทางต้องหยุดรอสัญญาณไฟจราจรโดยไม่มีเวลาจำเป็น [2]

การควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกที่พบได้บ่อยที่สุดนั่นก็คือ การเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ (เปิดใช้งานตลอดเวลา) เพื่อลดปัญหาการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนหรือเมื่อมีปริมาณการจราจรที่สูงรวมทั้งป้องกันการเกิดเหตุการณ์ชนกันของกระแสจราจรบริเวณทางแยก อย่างไรก็ตาม หลายทางแยกมักมีการใช้รูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปิดเพียงสัญญาณไฟกระพริบในช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรต่ำ หรือยามวิกาล เพื่อลดปัญหาความล่าช้าของยานยนต์ที่ต้องหยุดรอบริเวณทางแยก ทั้งนี้ การควบคุมสัญญาณไฟจราจรรูปแบบดังกล่าวอาจเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดเหตุการณ์ชน เนื่องจาก การใช้รูปแบบสัญญาณไฟกระพริบ ต้องอาศัยความเข้าใจและการตัดสินใจของผู้ขับขี่ นอกเหนือจากนี้ ยังพบว่าบางทางแยกที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร แต่ไม่มีการเปิดใช้งาน ซึ่งโดยปกติแล้ว การปิดการใช้งานสัญญาณไฟจราจร ควรใช้เมื่อมีเหตุขัดข้องหรือฉุกเฉิน เช่น ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรชำรุด หรืออยู่ในระหว่างการก่อสร้าง เป็นต้น การปิดสัญญาณไฟจราจร แม้จะส่งผลกระทบต่อความล่าช้าในทางกลับ เป็นการเพิ่มความเสี่ยงที่จะเกิดการชน สำหรับผู้ขับขี่ที่ไม่คุ้นชินเส้นทาง หรือไม่เข้าใจการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยก

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรต่อการใช้ความเร็วของยานพาหนะขณะขับข้ามทางแยก โดยมีกรณีศึกษาเป็นทางแยกทุ่งโดน ถนนปทุมพันธ์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา เนื่องจากถนนเส้นดังกล่าวเป็นถนนสายรองเส้นสำคัญที่ประชาชน

มักใช้เข้าออกเมืองหาดใหญ่ มีทางแยกที่เชื่อมต่อกับชุมชนสองข้างทาง และได้มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก แต่พบว่า มีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรหลายรูปแบบ ทั้งการเปิดใช้งานเต็มรูปแบบ ไฟกระพริบและปิดใช้งาน การวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ต่อความปลอดภัยบริเวณทางแยก ด้วยการสำรวจและวิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะ โดยเฉพาะบนเส้นทางสายหลัก ขณะขับข้ามทางแยก ผลการวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกที่ศึกษา ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และสามารถขยายแนวทางการกำหนดรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก สู่ทางแยกอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน

บทความนี้ ประกอบด้วย 5 หัวข้อ หัวข้อต่อไปกล่าวถึงการทบทวนวรรณกรรม วิธีการดำเนินงานวิจัยกล่าวในหัวข้อที่ 3 ส่วนผลการศึกษาได้นำเสนอและอภิปรายในหัวข้อที่ 4 และสุดท้ายเป็นการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 การเชื่อมโยงของโครงข่ายถนน

โครงข่ายถนนเกิดจากการเชื่อมโยงของถนนแต่ละสายทางในพื้นที่ โดยยานพาหนะสามารถสัญจรผ่านถนนหลายสายเพื่อเดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดหมายปลายทาง ดังนั้น การบริหารจัดการโครงข่ายถนน จึงต้องคำนึงถึงการเชื่อมโยงของการสัญจร เพื่อให้เกิดการเดินทางที่ต่อเนื่อง สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย ทั้งนี้ การออกแบบโครงข่ายถนนยังคงเปลี่ยนไปตามบริบทของการใช้ประโยชน์ที่ดินสองข้างทาง และอาจมีการปรับเปลี่ยนกายภาพและการควบคุมการจราจร เพื่อควบคุมพฤติกรรมการใช้ถนนของผู้ขับขี่ เช่น ความกว้างของช่องจราจร ความกว้างของเกาะกลาง การจัดทำพื้นที่จอดรถหรือจุดจอดรถบรรทุก การตีเส้นและเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง การติดป้ายควบคุมความเร็ว เป็นต้น [3]

2.2 ลักษณะทางกายภาพของทางแยก

ลักษณะทางกายภาพของทางแยก คือ โครงสร้างบนถนนที่เป็นจุดตัดหรือจุดเชื่อมต่อระหว่างถนนสองสาย หรือมากกว่านั้น ซึ่งทางแยกเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน โดยทั่วไปสามารถจำแนกทางแยกได้ 2 ประเภท ประกอบด้วย 1) ทางแยกแบบธรรมดา และ 2) ทางแยกที่มีการจัดช่องการไหล [4]

2.2.1 ทางแยกแบบธรรมดา

ทางแยกแบบธรรมดา (Plain at grade) มีลักษณะเดิมของถนนสองสายที่มาตัดกัน อาจมีหรือไม่มีการใส่โค้งเพื่อลดมุมให้รถสามารถเลี้ยวเข้าได้สะดวกขึ้น ทางแยกในลักษณะนี้จะออกแบบสำหรับถนนที่มีปริมาณการจราจรน้อย เช่น ทาง 3 แยก (อาจเป็นรูปตัว Y หรือตัว T) ทาง 4 แยก หรือทางแยกหลายขา (multi-leg intersections) [4]

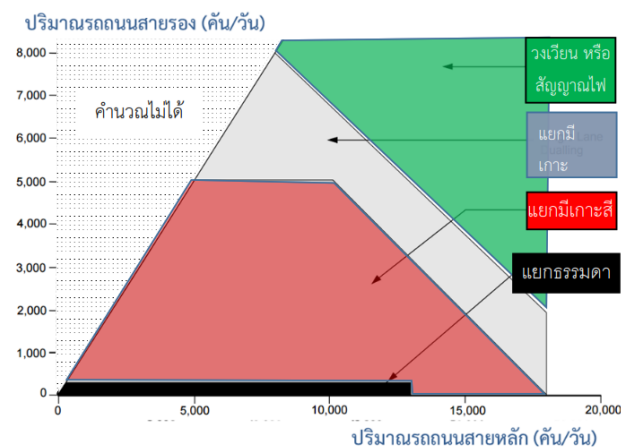
2.2.2 ทางแยกที่มีการจัดช่องการไหล

ทางแยกที่มีการจัดช่องการไหล (Channelized) เป็นทางแยกที่มีการออกแบบช่องบังคับทิศทางการเดินทางบริเวณทางแยก โดยช่องบังคับอาจ

เป็นเพียงเส้นจราจรบนพื้นทางหรือก่อสร้างเป็นเกาะกายภาพ ทางแยกประเภทนี้เหมาะกับถนนที่มีปริมาณการจราจรสูง สามารถใช้ได้ทั้งกับถนนที่มี 2 ช่องจราจร หรือมากกว่า 2 ช่องจราจร [4]

2.3 การควบคุมการจราจรบริเวณทางแยก

เกณฑ์การคัดเลือกรูปแบบการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยก ต้องพิจารณาปริมาณการจราจรบนถนนสายหลักและถนนสายรอง ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งจำแนกรูปแบบการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกได้ 4 ชนิด ประกอบด้วย 1) ทางแยกแบบธรรมดา 2) ทางแยกแบบเกาะสี่ 3) ทางแยกแบบเกาะกายภาพ และ 4) ทางแยกแบบวงเวียนหรือสัญญาณไฟจราจร [3]



ที่มา: [3]

รูปที่ 1 เกณฑ์ในการคัดเลือกการจัดการทางแยกที่เหมาะสม

นอกจากนี้ การคัดเลือกการควบคุมการจราจรทางแยกด้วยวงเวียนหรือสัญญาณไฟจราจรนั้น มีข้อพิจารณาดังนี้ 1) หากปริมาณการจราจรบนถนนสายหลักและสายรองมีค่าแตกต่างกันมาก สามารถใช้ได้ทั้งวงเวียนและสัญญาณไฟจราจร 2) หากปริมาณการจราจรบนถนนสายหลักและสายรองมีค่าใกล้เคียงกัน ควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจร 3) หากมีปริมาณคนเดินข้ามหรือจักรยาน ควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจร และ 4) หากจำนวนช่องจราจรต่อทิศทางมากกว่า 3 ช่องจราจร ควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจร [3]

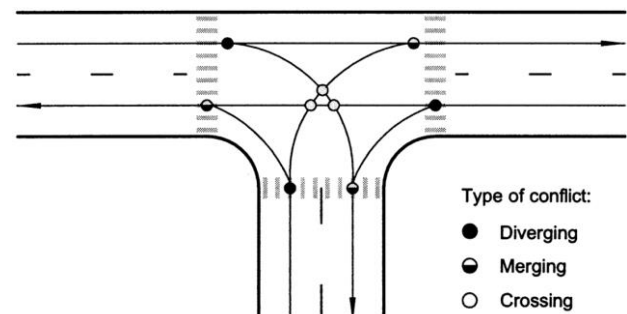
2.4 ทางแยกแบบมีสัญญาณไฟจราจร

ทางแยกที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น ซึ่งยานพาหนะที่วิ่งผ่านทางแยกจะต้องมีการชะลอความเร็ว อาจทำให้เกิดการกีดขวางระหว่างรถทางตรงและรถที่กำลังเลี้ยว ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาอุบัติเหตุและการจราจรติดขัดตามมา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อควบคุมยานพาหนะให้สามารถเคลื่อนผ่านทางแยกไปได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย [5] นอกจากนี้ การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรยังช่วยเพิ่มความจุของทางแยก และการลดจำนวนการตัดกันของกระแสจราจร

ทาง 3 แยกที่ไม่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จะทำให้เกิดการตัดกันของกระแสจราจร (Conflict) บนทางแยกจำนวน 9 จุด (ดังแสดงในรูปที่ 2) สามารถจำแนกประเภทของจุดตัดกระแสจราจรได้ 3 ประเภท ได้แก่ 1) การชนที่เกิดจากการแยกกันของกระแสจราจร (Diverting) จำนวน 3 จุด

2) การชนที่เกิดจากการรวมกันของกระแสจราจร (Merging) จำนวน 3 จุด และ 3) การชนกัน 90 องศา ที่เกิดจากการที่กระแสจราจรไหลมาจากทิศทางที่ต่างกัน (Crossing) จำนวน 3 จุด [6]

นอกจากนี้การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในบริเวณทางแยกที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาการจราจรอื่นๆ ตามมา เช่น ทำให้เกิดความล่าช้าเพิ่มขึ้นแก่คนข้ามถนนและยานพาหนะจากถนนสายรองที่กำลังจะเข้าสู่ทางแยก ทำให้มีการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรและทำให้เกิดอุบัติเหตุตามมา [5]



ที่มา: [6]

รูปที่ 2 ตัวอย่างจุดขัดแย้งของกระแสจราจรบนทาง 3 แยก

2.5 ระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

การควบคุมสัญญาณไฟจราจร จำแนกตามวิธีการกำหนดสัญญาณไฟจราจรในแต่ละจังหวะได้ 2 ระบบ ประกอบด้วย 1) การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบกำหนดเวลาคงที่ (Fixed-time หรือ Pre-time Control) เป็นระบบที่ควบคุมเวลาตามที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยใช้ข้อมูลปริมาณจราจรที่สำรวจไว้ล่วงหน้า และมีการปรับระยะเวลาเพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงเวลาของวัน [7] และ 2) การควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามปริมาณจราจร (Actuated หรือ Adaptive Signal Control) เป็นระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยปรับเปลี่ยนตามปริมาณการจราจรจริงในแต่ละช่วงเวลา จากเครื่องตรวจนับปริมาณจราจร ทั้งนี้ ช่วงเวลาไฟเขียว จะถูกกำหนดให้มีค่าน้อยที่สุด (minimum green) เมื่อมีปริมาณการจราจรน้อย และจะปรับเปลี่ยนให้มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการจราจรจริง แต่ไม่เกินค่าออกแบบที่มากที่สุด (maximum green) [8]

2.6 รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก

รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก จำแนกได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) เปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ 2) เปิดเพียงสัญญาณไฟกระพริบ และ 3) ปิดสัญญาณไฟจราจร

2.6.1 เปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ

การเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ (Full Operation) เป็นการเปิดใช้สัญญาณไฟจราจร ทั้ง ไฟเขียว เหลือง และแดง เพื่อควบคุมการจราจรของยานพาหนะและคนเดินเท้าบริเวณทางแยก การใช้สัญญาณไฟจราจรรูปแบบนี้ช่วยเพิ่มความปลอดภัยสำหรับยานพาหนะและคนเดินเท้า เพราะกำหนดสิทธิในการผ่านทางแยกไว้ชัดเจน ซึ่งช่วยลดความขัดแย้งของกระแสจราจร [6] อีกทั้งยังเหมาะสมใช้งานกับทางแยกที่มีความซับซ้อน

โดยมีปริมาณการจราจรและคนเดินเท้าจำนวนมาก เช่น ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น รวมถึงทางแยกที่มีอุบัติเหตุบ่อยครั้ง [9] ในทางตรงกันข้าม การควบคุมไฟจราจรรูปแบบนี้ส่งผลให้เกิดความล่าช้าและก่อให้เกิดสภาพการจราจรแบบหยุดและเคลื่อนตัว (stop-and-go) ซึ่งนำไปสู่การปล่อยก๊าซมลพิษและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากขึ้น [10]

2.6.2 เปิดใช้สัญญาณไฟกระพริบ

การเปิดใช้สัญญาณไฟกระพริบ (Flashing Operation) เป็นการเปิดใช้สัญญาณไฟเหลืองกระพริบบนถนนสายหลัก (ให้ขับผ่านอย่างระมัดระวัง) และเปิดไฟแดงกระพริบบนถนนสายรอง (ให้หยุดและไปต่อเมื่อปลอดภัย) สัญญาณไฟจราจรแบบนี้มักถูกใช้ในช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรเบาบาง ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน ช่วงดึกหรือเช้ามืด หรือไม่จำเป็นต้องใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ [11] การทำงานในรูปแบบนี้ช่วยลดความล่าช้าของการจราจร โดยควรใช้งานเมื่อมีปริมาณการจราจรต่ำ และมีจำนวนคนเดินเท้าน้อย [12] อย่างไรก็ตาม การใช้สัญญาณไฟกระพริบ อาจทำให้ผู้ขับขี่เกิดความสับสน หรือเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุหากผู้ขับขี่ไม่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟกระพริบ [13]

2.6.3 ปิดสัญญาณไฟจราจร

การปิดสัญญาณไฟจราจร (Off Operation) เป็นการปิดสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกในทุกทิศทาง มักเกิดขึ้นเมื่อมีเหตุไฟดับหรือสัญญาณไฟขัดข้อง ระหว่างการบำรุงรักษา หรือมีการยกเลิกเมื่อศึกษาแล้วพบว่าไม่จำเป็นต้องใช้งานอีกต่อไป โดยควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกด้วยป้ายและเครื่องหมายจราจรแทน เช่น ป้ายเตือน ป้ายหยุด และเส้นจราจรบนพื้นทาง การปิดใช้สัญญาณไฟจราจรนั้นจะส่งผลให้ผู้ขับขี่ที่ไม่คุ้นชินเส้นทางเกิดความสับสน และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ [6] อย่างไรก็ตาม การปิดสัญญาณไฟจราจรอาจช่วยลดความล่าช้าในการเดินทางและปรับปรุงการไหลของกระแสจราจรสำหรับทางแยกที่มีปริมาณการจราจรต่ำมากและผู้ขับขี่ที่คุ้นชินเส้นทาง [14] ทั้งนี้ การปิดสัญญาณไฟจราจร ควรใช้กับทางแยกที่มีการติดตั้งป้ายและเครื่องหมายจราจรที่ชัดเจน เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ [15]

ในภาพรวม การควบคุมสัญญาณไฟจราจรทั้งสามรูปแบบข้างต้น ส่งผลต่อความปลอดภัยและการไหลของกระแสจราจรที่ต่างกัน สรุปได้ดังตารางที่ 1 และมีความเหมาะสมในการใช้งานที่ต่างกัน สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สรุปผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

รูปแบบ	ความปลอดภัย	กระแสจราจร
เปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ	ความปลอดภัยสูง (มีการกำหนดสิทธิ์การใช้งานชัดเจน)	เพิ่มความล่าช้าและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
เปิดสัญญาณไฟกระพริบ	ความปลอดภัยปานกลาง (ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมผู้ขับขี่)	ลดความล่าช้า (เมื่อมีปริมาณการจราจรต่ำ)
ปิดสัญญาณไฟจราจร	ความปลอดภัยปานกลางถึงต่ำ (ผู้ขับขี่มักสับสน)	การจราจรคล่องตัว (เมื่อมีปริมาณการจราจรต่ำ)

ที่มา: [6], และ [9-14]

ตารางที่ 2 สรุปการใช้งานรูปแบบสัญญาณไฟจราจร

รูปแบบ	ช่วงเวลาที่ใช้	สถานการณ์เพิ่มเติม
เปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ	ช่วงเวลาเร่งด่วน, การจราจรประจำวัน	ปริมาณการจราจรสูง, ทางแยกที่ซับซ้อน, เคยเกิดอุบัติเหตุ
เปิดสัญญาณไฟกระพริบ	นอกช่วงเวลาเร่งด่วน, เกิดเหตุฉุกเฉิน	ปริมาณการจราจรต่ำ, งานบำรุงรักษา, ประหยัดพลังงาน
ปิดสัญญาณไฟจราจร	เกิดเหตุขัดข้อง, การจราจรต่ำมาก	อยู่ระหว่างการก่อสร้าง, ยกเลิกการใช้งานสัญญาณไฟจราจร

ที่มา: [6], และ [9-14]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา (ดังแสดงในรูปที่ 3) เป็นทางสามแยกทุ่งโดน ซึ่งตั้งอยู่บนถนนปทุมกันท์ ที่มีความยาวประมาณ 10.7 กิโลเมตร และเป็นถนนสายรองที่เชื่อมต่อระหว่างทางหลวงหมายเลข 407 (แยกปทุมกันท์) กับทางหลวงชนบทหมายเลข สข.2031 (แยกวัดเขากอย) ซึ่งประชาชนนิยมใช้สัญจรเพื่อเข้าและออกเมืองหาดใหญ่



ที่มา: Google map

รูปที่ 3 เส้นทางศึกษา ถนนปทุมกันท์

พื้นที่ศึกษาทางแยกทุ่งโดน เป็นทางแยกหลักแห่งหนึ่งบนถนนปทุมกันท์ ที่มีการเชื่อมต่อการเดินทางระหว่างถนนปทุมกันท์ กับถนนซอยปทุมกันท์-ทุ่งโดน (ถนนท้องถื่น) ซึ่งเป็นย่านที่อยู่อาศัยเขตชานเมือง (ชุมชนทุ่งโดนและชุมชนทุ่งรี)

ลักษณะทางกายภาพของทางแยกบนถนนปทุมกันท์ (ดังแสดงในรูปที่ 4) มี 4 ช่องจราจร (2 ช่องจราจรต่อทิศทาง และไม่มีเกาะกลางถนน) ช่องจราจรมีความกว้างช่องละประมาณ 3.5 เมตร ส่วนรัศมีวงเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาประมาณ 4.5 เมตร และ 13 เมตร ตามลำดับ

สำหรับลักษณะทางกายภาพของทางโบนถนนซอยปทุมกันท์-ทุ่งโดน มีจำนวน 2 ช่องจราจร (1 ช่องจราจรต่อทิศทาง และไม่มีเกาะกลางถนน) ช่องจราจรมีความกว้างช่องละประมาณ 3.0 เมตร มีรัศมีวงเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาประมาณ 4.5 เมตร และ 12 เมตร ตามลำดับ

ถนนทั้งสองเส้นทาง เป็นถนนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต มีช่องหยุดรอสำหรับรถจักรยานยนต์ และมีทางม้าลาย ก่อนถึงทางแยก (ดังแสดงในรูปที่ 4)



ที่มา: คณะผู้วิจัย

รูปที่ 4 พื้นที่ศึกษา สามแยกทุ่งโดน

3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

3.2.1 การสำรวจลักษณะทางกายภาพ

การสำรวจพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย 1) ลักษณะทางกายภาพของทางแยก ได้แก่ จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ไหล่ทาง รัศมีวงเลี้ยวทางม้าลาย และ 2) อุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณทางแยก ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร (รวมถึงรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ณ ช่วงเวลาต่างๆ) ป้ายเตือนและป้ายหยุด เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง

3.2.2 การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร

ข้อมูลปริมาณการจราจรของยานพาหนะที่ผ่านทางแยก ได้ถูกสำรวจทั้งทิศทางขาเข้าเมืองและขาออกเมืองตลอด 24 ชั่วโมง โดยคณะผู้วิจัยได้ติดตั้งกล้องวงจรปิดพร้อมบันทึกวีดิทัศน์ของยานพาหนะ เพื่อให้เห็นมุมมองการสัญจรที่ชัดเจนในทุกทิศทาง และจำแนกยานพาหนะเป็น 5 ประเภท ประกอบด้วย 1) รถจักรยานยนต์ (MC) 2) รถยนต์ส่วนบุคคล (PC) 3) รถยนต์อเนกประสงค์ (SUVs) 4) รถกระบะ (Pickup) และ 5) รถบรรทุกและรถโดยสาร (Truck & Bus)

ทั้งนี้ หน่วยงานที่ดูแลทางแยกศึกษา ได้ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรแบบ Adaptive (จากเดิมไม่มีสัญญาณไฟจราจร) และเปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจรไปเมื่อประมาณเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 อย่างไรก็ตาม หลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจรไประยะหนึ่ง กลับมีการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ทั้งแบบเต็มรูปแบบ เปิดไฟกระพริบ และปิดสัญญาณ อย่างไม่เป็นระบบ จนทำให้ผู้ขับขี่เกิดความสับสน และสร้างความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยก

ดังนั้น การศึกษานี้ได้กำหนดข้อมูลปริมาณการจราจร ออกเป็น 4 ช่วงตามรูปแบบของการควบคุมการจราจรของทางแยกศึกษา ประกอบด้วย 1) ก่อนติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (สำรวจข้อมูลเมื่อวันอาทิตย์ที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2564 และวันจันทร์ที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2564) 2) หลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (ประมาณ 2 เดือน) โดยเปิดสัญญาณไฟจราจรแบบกระพริบ (สำรวจข้อมูลเมื่อวันอาทิตย์ที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565) 3) หลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจร แต่ปิดการใช้งานสัญญาณไฟจราจร (สำรวจข้อมูลเมื่อวันจันทร์ที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565) และ 4) หลังติดตั้งสัญญาณไฟ

จราจรและเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรแบบเต็มรูปแบบ (สำรวจข้อมูลเมื่อวันจันทร์ที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2565 และวันอังคารที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2565)

3.2.3 การสำรวจความเร็วของยานพาหนะ

ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะ ถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีความเร็วแบบเฉพาะจุด (Spot Speed) โดยใช้วิธีที่ค้นที่ได้จากการสำรวจปริมาณการจราจร รูปที่ 5 และ 6 แสดงตำแหน่งที่ใช้วิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยก ในทิศทางเข้าเมืองและทิศทางออกเมืองตามลำดับ โดยกำหนดตำแหน่งสำรวจในระยะ 16.5 เมตร บริเวณกลางทางแยกทั้งสองทิศทาง ซึ่งถือเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงหากยานยนต์เกิดการชนในทางแยก

ทั้งนี้ ในงานวิจัยได้พิจารณาความเร็วของยานพาหนะ 4 ประเภท ประกอบด้วย 1) รถจักรยานยนต์ 2) รถยนต์ส่วนบุคคล 3) รถยนต์อเนกประสงค์ และ 4) รถกระบะ แต่ไม่พิจารณา รถบรรทุกและรถโดยสาร เนื่องจากมีปริมาณน้อย และจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น พบว่า รถประเภทดังกล่าวใช้ความเร็วไม่สูงขณะขับผ่านทางแยก



รูปที่ 5 ตำแหน่งที่ใช้วิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยก (ทิศทางเข้าเมือง)



รูปที่ 6 ตำแหน่งที่ใช้วิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยก (ทิศทางออกเมือง)

3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรต่อความเร็วของยานพาหนะ

ในบทความนี้ได้วิเคราะห์ผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรต่อการใช้ความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยก ประกอบด้วย 1) ก่อนติดตั้งสัญญาณไฟจราจร 2) ปิดการใช้งานสัญญาณไฟจราจร 3) เปิด

เพียงสัญญาณไฟกระพริบ และ 4) เปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ โดยพิจารณาความแตกต่างของความเร็วเฉลี่ยว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยคำนวณได้จากสมการที่ (1) [17]

$$t = \frac{|\bar{u}_{Before} - \bar{u}_{After}|}{\sqrt{\frac{SD_{Before}^2}{n_{Before}} + \frac{SD_{After}^2}{n_{After}}}} \quad (1)$$

t คือ ค่าสถิติจากการทดสอบแบบที (t-test)
 $\bar{u}_{Before}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วยานพาหนะก่อนติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (กม./ชม.)
 $\bar{u}_{After}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วยานพาหนะหลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและมีการควบคุมการจราจรรูปแบบต่างๆ (กม./ชม.)
 SD_{Before} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วยานพาหนะก่อนติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (กม./ชม.)
 SD_{After} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วยานพาหนะหลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (กม./ชม.)
 n_{Before} คือ จำนวนตัวอย่างความเร็วของยานพาหนะก่อนติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและมีการควบคุมการจราจรรูปแบบต่างๆ (คัน)
 n_{After} คือ จำนวนตัวอย่างความเร็วของยานพาหนะหลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและมีการควบคุมการจราจรรูปแบบต่างๆ (คัน)

จากสมการที่ (1) หาก t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า ค่าสถิติวิกฤต (t_c) แสดงว่า ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะก่อนและหลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากมีค่าน้อยกว่า แสดงว่า ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ ในงานวิจัยได้วิเคราะห์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มการใช้ความเร็วของยานพาหนะจากการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแต่ละรูปแบบ

4. ผลการศึกษา

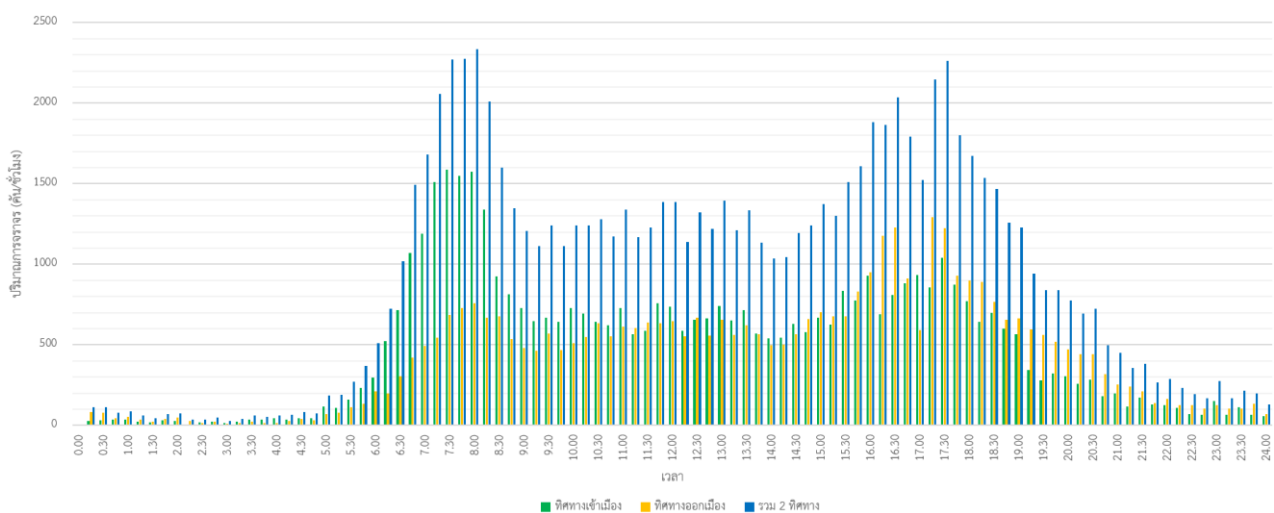
4.1 ปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษา

ปริมาณการจราจร 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 7 พบว่า ปริมาณจราจรตลอดทั้งวันมีค่า 21,961 คันต่อวัน โดยมีชั่วโมงเร่งด่วนเช้าอยู่ที่เวลาประมาณ 7.30 น. ถึง 8.30 น. (ปริมาณจราจร 2,336 คันต่อชั่วโมง) และชั่วโมงเร่งด่วนเย็นจะอยู่ที่เวลา 17.00 น. ถึง 18.00 น. (ปริมาณจราจร 2,264 คันต่อชั่วโมง)

จากการวิเคราะห์สัดส่วนประเภทของยานพาหนะที่ผ่านทางแยกทั้งสองทิศทาง ได้ผลดังตารางที่ 3 พบว่า ส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ (40.91% และ 41.74%) รองลงมา คือ รถยนต์ส่วนบุคคล (32.15% และ 28.50%) รถกระบะ (15.54% และ 18.29%) และ รถยนต์อเนกประสงค์ (10.38% และ 10.11%) ตามลำดับ สำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารพบว่า มีสัดส่วนส่วนน้อยมาก (ประมาณ 1%)

ตารางที่ 3 สัดส่วนของประเภทยานพาหนะ

ประเภทยานพาหนะ	สัดส่วนยานพาหนะ	
	ขาเข้าเมือง (%)	ขาออกเมือง (%)
รถจักรยานยนต์ (MC)	40.91	41.74
รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)	32.15	28.50
รถยนต์อเนกประสงค์ (SUVs)	10.38	10.11
รถกระบะ (Pick up)	15.54	18.29
รถบรรทุกและรถโดยสาร (Truck & Bus)	1.02	1.36



รูปที่ 7 ข้อมูลปริมาณการจราจร 24 ชั่วโมง

4.2 ผลการเปลี่ยนแปลงของการใช้ความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท

ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของยานพาหนะแต่ละประเภท ที่เปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก สรุปในตารางที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 กรณีรถจักรยานยนต์

ความเร็วเฉลี่ยของรถจักรยานยนต์ในทิศทางเข้าเมืองเมื่อเปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยลดลง 5.76 กม./ชม. (10.75%) และ 6.58 กม./ชม. (12.29%) ตามลำดับ

ส่วนความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า ในทิศทางเข้าเมืองเมื่อเปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลง 2.33 กม./ชม. (3.46%) และ 13.37 กม./ชม. (19.83%) ตามลำดับ ในทางกลับกัน เมื่อเปิดใช้งานไฟกระพริบกลับทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น 9.88 กม./ชม. (14.65%)

สำหรับในทิศออกเมืองนั้น พบว่า ความเร็วเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่สำคัญ อาจเนื่องจากการจราจรมีปริมาณที่ต่ำกว่าทิศทางเข้าเมืองและมีการไหลที่ดีกว่า ประกอบลักษณะทางกายภาพของถนนที่เป็นทางตรงไม่มีทางเชื่อม จึงมีจุดตัดของกระแสจราจรน้อยกว่าทิศทางเข้าเมือง ส่วน

4.2.2 กรณีรถยนต์ส่วนบุคคล

ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนบุคคลเมื่อเปิดสัญญาณไฟจราจรในทิศทางเข้าเมืองและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบในทิศทางเข้าเมืองและทิศทางออกเมืองมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยลดลง 10.54 กม./ชม. (17.76%) 15.27 กม./ชม. (25.72%) และ 7.15 กม./ชม. (12.08%) ตามลำดับ

ส่วนความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า ความเร็วของรถยนต์ส่วนบุคคลเมื่อเปิดสัญญาณไฟจราจรในทิศทางเข้าเมืองและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบในทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองมีแนวโน้มลดลง 7.68 กม./ชม. (10.99%) 15.86 กม./ชม. (22.70%) และ 10.13 กม./ชม. (14.56%) ตามลำดับ ในทางกลับกัน เมื่อเปิดสัญญาณไฟกระพริบในทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองกลับทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น 7.68 กม./ชม. (10.99%) และ 7.78 กม./ชม. (11.18%)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของยานพาหนะแต่ละประเภทก่อนและหลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ทิศทาง	ประเภทยานพาหนะ	รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร	ความเร็ว (กม./ชม.)				ผลการทดสอบที (t-test)			ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (กม./ชม.)			
			ก่อนติดตั้ง		หลังติดตั้ง		ความแตกต่าง	ค่า t	ค่า tc	ความแตกต่าง	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	ความแตกต่าง
			μ	S.D.	μ	S.D.							
เข้าเมือง	รถจักรยานยนต์ (MC)	เปิดสัญญาณไฟ	53.56	12.67	47.80	13.60	-5.76 (-10.75%)	6.861	2.586	มีนัยสำคัญ*	67.42	65.09	-2.33 (-3.46%)
		เปิดไฟกระพริบ			53.55	16.96	-0.01 (-0.02%)	0.012	1.646	ไม่มีนัยสำคัญ		77.30	9.88 (14.65%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			46.98	10.87	-6.58 (-12.29%)	10.705	2.580	มีนัยสำคัญ*		54.05	-13.37 (-19.83%)
	รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)	เปิดสัญญาณไฟ	59.36	12.35	48.82	15.75	-10.54 (-17.76%)	12.110	2.584	มีนัยสำคัญ*	69.86	77.54	7.68 (10.99%)
		เปิดไฟกระพริบ			59.29	16.14	-0.07 (-0.12%)	0.065	1.646	ไม่มีนัยสำคัญ		67.20	-2.66 (-3.81%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			44.09	9.65	-15.27 (-25.72%)	28.949	2.579	มีนัยสำคัญ*		54.00	-15.86 (-22.70%)
	รถยนต์อเนกประสงค์ (SUVs)	เปิดสัญญาณไฟ	59.59	13.41	50.25	15.60	-9.34 (-15.67%)	5.748	2.607	มีนัยสำคัญ*	74.48	71.81	-2.67 (-3.58%)
		เปิดไฟกระพริบ			59.55	15.82	-0.04 (-0.07%)	0.021	1.648	ไม่มีนัยสำคัญ		77.78	3.30 (4.43%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			44.71	10.71	-14.88 (-24.97%)	15.441	2.584	มีนัยสำคัญ*		54.05	-20.43 (-27.43%)
	รถกระบะ (Pickup)	เปิดสัญญาณไฟ	57.48	12.72	47.90	13.97	-9.58 (-16.67%)	7.677	2.600	มีนัยสำคัญ*	69.68	67.11	-2.57 (-3.69%)
		เปิดไฟกระพริบ			58.28	16.25	0.80 (1.39%)	0.515	1.647	ไม่มีนัยสำคัญ		77.78	8.10 (11.62%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			44.78	11.05	-12.70 (-22.09%)	15.794	2.583	มีนัยสำคัญ*		54.00	-15.68 (-22.50%)
ออกเมือง	รถจักรยานยนต์ (MC)	เปิดสัญญาณไฟ	52.75	10.64	53.42	15.31	0.67 (1.27%)	0.584	1.647	ไม่มีนัยสำคัญ	65.38	67.82	2.44 (3.73%)
		เปิดไฟกระพริบ			52.24	15.57	-0.51 (-0.97%)	0.378	1.647	ไม่มีนัยสำคัญ		71.79	6.41 (9.80%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			52.00	12.83	-0.75 (-1.42%)	0.855	1.647	ไม่มีนัยสำคัญ		59.46	-5.92 (-9.05%)
	รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)	เปิดสัญญาณไฟ	59.21	10.61	57.77	15.53	-1.44 (-2.43%)	1.011	1.648	ไม่มีนัยสำคัญ	69.59	77.37	7.78 (11.18%)
		เปิดไฟกระพริบ			60.28	15.76	1.07 (1.81%)	0.565	1.648	ไม่มีนัยสำคัญ		77.78	8.19 (11.77%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			52.06	7.81	-7.15 (-12.08%)	8.746	2.589	มีนัยสำคัญ*		59.46	-10.13 (-14.56%)
	รถยนต์อเนกประสงค์ (SUVs)	เปิดสัญญาณไฟ	59.12	14.08	56.59	16.35	-2.53 (-4.28%)	1.004	1.654	ไม่มีนัยสำคัญ	74.59	72.00	-2.59 (-3.47%)
		เปิดไฟกระพริบ			59.60	17.61	0.48 (0.81%)	0.143	1.653	ไม่มีนัยสำคัญ		83.13	8.54 (11.45%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			57.84	14.55	-1.28 (-2.17%)	0.589	1.653	ไม่มีนัยสำคัญ		79.11	4.52 (6.06%)
	รถกระบะ (Pickup)	เปิดสัญญาณไฟ	59.39	11.79	55.55	16.73	-3.84 (-6.47%)	1.834	1.649	ไม่มีนัยสำคัญ	69.77	77.54	7.77 (11.14%)
		เปิดไฟกระพริบ			59.23	17.07	-0.16 (-0.27%)	0.062	1.649	ไม่มีนัยสำคัญ		78.97	9.20 (13.19%)
		เปิดเต็มรูปแบบ			52.57	7.52	-6.82 (-11.48%)	6.420	2.601	มีนัยสำคัญ*		59.46	-10.31 (-14.78%)

หมายเหตุ μ คือ ความเร็วเฉลี่ย

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99, ** พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ *** พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 โดยจำนวนตัวอย่างที่สำรวจต่างกัน จึงทำให้ค่า t_c มีความแตกต่างกัน

4.2.3 กรณีรถยนต์เนกประสงค์

ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์เนกประสงค์ในทิศทางเข้าเมืองเมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยลดลง 9.34 กม./ชม. (15.67%) และ 14.88 กม./ชม. (24.97%) ตามลำดับ

ส่วนความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า ความเร็วของรถยนต์เนกประสงค์ในทิศทางเข้าเมืองเมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลง 2.67 กม./ชม. (3.58%) และ 20.43 กม./ชม. (27.43%) ตามลำดับ ในทางกลับกัน เมื่อเปิดสัญญาณไฟกระพริบกลับทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น 3.30 กม./ชม. (4.43%)

สำหรับความเร็วในทิศทางออกเมืองนั้น พบว่าค่าความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์เนกประสงค์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (เหมือนกรณีของรถจักรยานยนต์) ส่วนความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์พบว่า เมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรมีแนวโน้มลดลง 2.59 กม./ชม. (3.47%) ในทางกลับกันการเปิดสัญญาณไฟกระพริบเปิดสัญญาณจราจรเต็มรูปแบบกลับทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น 8.54 กม./ชม. (11.45%) และ 4.52 กม./ชม. (6.06%) ตามลำดับ

4.2.4 รถกระบะ (Pickup)

ความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะเมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรในทิศทางเข้าเมืองและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบในทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยลดลง 9.58 กม./ชม. (16.67%) 12.70 กม./ชม. (22.09%) และ 6.82 กม./ชม. (11.48%) ตามลำดับ

นอกจากนี้ ตารางที่ 4 ยังแสดงผลการวิเคราะห์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของยานพาหนะ พบว่า ความเร็วของรถกระบะเมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรในทิศทางเข้าเมืองและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบในทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองมีแนวโน้มลดลง 2.57 กม./ชม. (3.69%) 15.68 กม./ชม. (22.50%) และ 10.31 กม./ชม. (14.78%) ตามลำดับ ในทางกลับกัน เมื่อเปิดสัญญาณไฟกระพริบในทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองกลับทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น 8.10 กม./ชม. (11.62%) และ 9.20 กม./ชม. (13.19%)

จากผลการศึกษา พบว่า การเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ เป็นส่วนสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้ขับขี่ชะลอความเร็วก่อนถึงทางแยก ซึ่งส่งผลต่อความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ลดลงอย่างชัดเจน

4.3 ผลการเปลี่ยนแปลงของการใช้ความเร็วของยานพาหนะในภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของยานพาหนะทั้งหมด ที่เปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก สรุปในตารางที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 กรณีทิศทางเข้าเมือง

ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะเมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยลดลง 8.20 กม./ชม. (14.31%) และ 12.17 กม./ชม. (21.24%) ตามลำดับ

ส่วนความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า การปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลง 2.57 กม./ชม. (3.68%) และ 15.77 กม./ชม. (22.60%) ตามลำดับ

ในทางกลับกัน การเปิดสัญญาณไฟกระพริบนั้น พบว่า ความเร็วเฉลี่ยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่าเพิ่มขึ้น 7.77 กม./ชม. (11.14%) อาจเนื่องมาจาก ผู้ขับขี่มีความเร่งรีบและมีการรับรู้ล่วงหน้าว่าไม่มีการบังคับหยุดรถ ประกอบการที่อยู่นทางเอกอาจทำให้ผู้ขับขี่เข้าใจว่าสามารถผ่านไปโดยไม่ต้องหยุดรถ และไม่มีผลจำเป็นในการต้องชะลอความเร็วหรือให้ทางแก่รถจากทางโท

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงความเร็วในทิศทางออกเมือง

ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะเมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรและเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยลดลง 2.03 กม./ชม. (3.53%) และ 7.14 กม./ชม. (12.42%) ตามลำดับ

ส่วนความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า การเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบมีแนวโน้มลดลง 10.19 กม./ชม. (14.64%) ในทางกลับกัน เมื่อปิดสัญญาณไฟจราจรกลับทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 2.62 กม./ชม. (3.76%)

สำหรับการเปิดสัญญาณไฟกระพริบนั้น พบว่า ความเร็วเฉลี่ยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่าเพิ่มขึ้น 7.73 กม./ชม. (11.11%) ซึ่งใกล้เคียงกับความเร็วของยานพาหนะในทิศทางเข้าเมือง

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของยานพาหนะทั้งหมดก่อนและหลังติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

ทิศทาง	Degree of Freedom	รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร	ความเร็ว (กม./ชม.)				ผลการทดสอบที่ (t-test)			ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์ (กม./ชม.)			
			ก่อนติดตั้ง		หลังติดตั้ง		ความแตกต่าง	ค่า t	ค่า tc	ความแตกต่าง	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	ความแตกต่าง
			μ	S.D.	μ	S.D.							
เข้าเมือง	4,258	ปิดสัญญาณไฟ	57.30	13.27	49.10	15.53	-8.20 (-14.31%)	15.142	2.579	มีนัยสำคัญ*	69.77	67.20	-2.57 (-3.68%)
	4,122	เปิดไฟกระพริบ			56.60	16.70	-0.70 (-1.22%)	1.145	1.645	ไม่มีนัยสำคัญ		77.54	7.77 (11.14%)
	5,005	เปิดเต็มรูปแบบ			45.13	10.47	-12.17 (-21.24%)	35.651	2.577	มีนัยสำคัญ*		54.00	-15.77 (-22.60%)
ออกเมือง	1,944	ปิดสัญญาณไฟ	57.48	12.53	55.45	15.90	-2.03 (-3.53%)	2.545	1.961	มีนัยสำคัญ**	69.59	72.21	2.62 (3.76%)
	1,771	เปิดไฟกระพริบ			56.21	16.47	-1.27 (-2.21%)	1.273	1.646	ไม่มีนัยสำคัญ*		77.32	7.73 (11.11%)
	2,005	เปิดเต็มรูปแบบ			50.34	8.56	-7.14 (-12.42%)	14.472	2.579	มีนัยสำคัญ**		59.40	-10.19 (-14.64%)

หมายเหตุ μ คือ ความเร็วเฉลี่ย

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99, ** พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ *** พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 โดยจำนวน

ตัวอย่างที่สำรวจต่างกัน จึงทำให้ค่า t_c มีความแตกต่างกัน

จากผลการศึกษาความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยกบนถนนสายหลัก พบว่า การเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ ของยานพาหนะทุกประเภททั้งทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจาก ผู้ขับขี่มีการรับรู้ถึงตำแหน่งของทางแยกและสิทธิในการผ่านทางแยกอย่างชัดเจน ซึ่งผู้ขับขี่จำเป็นต้องมีการชะลอความเร็วก่อนถึงทางแยกเพื่อเตรียมตัวหยุดรถเมื่อมีการเปลี่ยนสัญญาณไฟจากเขียวเป็นเหลืองและแดง ตามลำดับ ส่วนการปิดสัญญาณไฟจราจรนั้น พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อาจเพราะผู้ขับขี่รับรู้ถึงสภาวะที่ไม่ปกติของการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ซึ่งอาจมีเหตุขัดข้องหรือเหตุฉุกเฉิน ทำให้ผู้ขับขี่เพิ่มความระมัดระวังและชะลอรถก่อนผ่านทางแยกหรือหยุดรถในกรณีฉุกเฉินได้ทัน ในทางกลับกัน การเปิดสัญญาณไฟกระพริบไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งสองทิศทาง แต่กลับเพิ่มความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ของยานพาหนะทั้งสองทิศทาง เพราะผู้ขับขี่มีการทราบล่วงหน้าว่าไม่มีการหยุดรถประกอบกับการที่ผู้ขับขี่มักเข้าใจว่าการอยู่บนทางแยกนั้นไม่จำเป็นต้องหยุดหรือชะลอความเร็วให้กับรถจากทางโทที่กำลังเคลื่อนที่เข้าทางแยก ซึ่งเป็นการเพิ่มความเสี่ยงและความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยก

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ที่ประกอบด้วย 1) การปิดสัญญาณไฟจราจร 2) การเปิดเพียงสัญญาณไฟกระพริบ และ 3) การเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ ต่อความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยกบนถนนสายหลัก ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า โดยมีกรณีศึกษาทางแยกทุ่งโคกบนถนนปทุมรัตน์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า การเปิดสัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบ ลดความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทุกประเภททั้งทิศทางเข้าเมืองและออกเมืองได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยความเร็วเฉลี่ยลดลงประมาณร้อยละ 13 ถึงร้อยละ 22 และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ลดลงประมาณร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 22 ส่วนการปิดสัญญาณไฟจราจรนั้น พบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ลดลงจากก่อนการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพียงเล็กน้อย ส่วนความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งสองทิศทางมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในทางกลับกัน การเปิดสัญญาณไฟกระพริบ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งสองทิศทางอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลับเพิ่มความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ประมาณร้อยละ 11

ทั้งนี้ ผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบนั้นส่งผลให้ผู้ขับขี่มีแนวโน้มที่จะลดความเร็วก่อนถึงทางแยกได้ชัดเจน ในทางกลับกัน การเปิดสัญญาณไฟกระพริบนั้นกลับส่งผลให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วที่มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงและความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุจราจร ดังนั้น สำหรับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรนั้น ควรมีการปรับปรุงรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยการเปิดใช้สัญญาณไฟจราจรเต็มรูปแบบตลอดเวลา และออกแบบความยาวรอบสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจร แทนการเปิดสัญญาณไฟกระพริบ

ในช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรเบาบางหรือในเวลากลางคืน เพื่อลดความเร็วของยานพาหนะขณะผ่านทางแยกและเพิ่มความปลอดภัยสำหรับผู้ขับขี่ขณะขับผ่านทางแยก

อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรต่อความเร็วของยานพาหนะนี้ อาจเป็นข้อมูลเฉพาะกรณีพื้นที่ศึกษา ควรมีการขยายพื้นที่ศึกษา เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรอันจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการจัดการจราจรและความปลอดภัยบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับสำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก คณาจารย์ บุคลากร และคณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เกี่ยวข้อง ที่ให้การสนับสนุนทั้งข้อมูลด้านวิชาการและกำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษาและการทำวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อรอนงค์ แสงผ่อง (2553). *การศึกษาความยาวจังหวะสัญญาณไฟเขียวที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากความจริงที่สูญเสียช่วงเริ่มต้นและจบจังหวะสัญญาณไฟ*. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [2] ภาสกร เชื้อนเพชร, ดร.ธเนศ เสถียรนาม, ดร.วิชุดา เสถียรนาม, ปฐมพงศ์ เสนาใหญ่ (2565). *การศึกษาเพื่อประเมินการลดเวลาสูญเสียขณะออกตัวของพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร*. วารสารวิจัย มช. (ฉบับบัณฑิตศึกษา), ปีที่ 22, ฉบับที่ 3, กรกฎาคม-กันยายน 2565.
- [3] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2559). *โครงการจัดทำแผนพัฒนามาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจรในเมืองภูมิภาค*.
- [4] กองทุนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน กรมการขนส่งทางบก (2558). *ทางแยกชุมชนปลอดภัย การศึกษาและพัฒนาชุดความรู้ด้านวิศวกรรมจราจรเพื่อความปลอดภัยทางถนนในชุมชนชนบท*.
- [5] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม (2547). *คู่มือและมาตรฐานสัญญาณไฟจราจร*.
- [6] Federal Highway Administration (FHWA). (2004). *Signalized Intersections : Informational Guide*, U.S. Department of Transportation.
- [7] ประกาศิต จิรศักดิ์ (2565). *การศึกษาผลกระทบของสัญญาณไฟจราจรแบบแสดงเวลา*. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

- [8] Roger P. Roess, Elena S. Prassas, William R. McShane. (2004). *Traffic Engineering (Third Edition)*, Actuated Signal Control and Detection (Chapter 20).
- [9] ITE. (2010). *Traffic Control Devices Handbook*. Institute of Transportation Engineers.
- [10] Koonce, P., Rodegerdts, L., Bansen, J., et al. (2008). *Traffic Signal Timing Manual*, Federal Highway Administration.
- [11] Bonneson, J., Zimmerman, K., & Pratt, M. (2002). *Operational Impacts of Flashing Traffic Signals*, Texas Transportation Institute.
- [12] Zegeer, C. V., Stewart, R., Huang, H., & Lagerwey, P. (1994). *Safety Effects of Marked vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations*, Transportation Research Record.
- [13] Preston, H., Scharfenberg, R., & Storm, R. (2013). *Evaluation of Flashing Operation at Isolated Intersections*, Minnesota Department of Transportation.
- [14] Sayed, T., & Saccomanno, F. (1995). Traffic Safety Effects of Alternative Intersection Control Strategies, Transportation Research Record.
- [15] AASHTO. (2011). *Highway Safety Manual*, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [16] Garber N., Hoel L. (2009). *Traffic and Highway Engineering. Fourth Edition*, University of Virginia, USA.