การศึกษาเพื่อประเมินการลดเวลาสูญเสียขณะออกตัวของพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร

Evaluation Study on Start-up Lost Time Reduction of Exclusive Stopping Space for Motorcycle at Signalized Intersections

ภาสกร เขื่อนเพชร (Pasakorn Kuenpet)* ดร.ธเนศ เสถียรนาม (Dr.Thaned Satiennam)[1]**
ดร.วิชุดา เสถียรนาม (Dr.Wichuda Satiennam)*** ปฐมพงศ์ เสนาใหญ่ (Pathompong Senayai)****

(Received: *April 28, 2021*; Revised: *June 7, 2021*; Accepted: *June 8, 2021*)

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร (Exclusive stopping space for motorcycle) ถึงการลดลงของเวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจร (Start-up lost time) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์ โดยมีพื้นที่ศึกษา 3 ทางแยก คือ ทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ทางแยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ และ ทางแยกบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่าหลังจากมีการจัดทำพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก ช่องจราจรของทางแยกที่มีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรสูง และมีอัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์สูง ช่วงสัญญาณไฟแดง จะมีเวลาสูญเสียในขณะออกตัว (Start-up lost time) ของกระแสจราจรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสูญเสียขณะออกตัวและตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์ พบว่า ทางแยกที่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และรอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์จอดบริเวณพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ หรือหลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจรน้อยลง ในทางตรงกันข้าม ทางแยกที่ไม่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และรอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์จอดแทรกระหว่างแถวคอยของรถยนต์มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจรมากขึ้น

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the exclusive stopping space for motorcycle at signalized intersection on reducing a start-up lost time due to a change of motorcycle's stopping position. Three signalized intersections were selected as the study intersections, including the in front of Ubon Ratchathani University intersection in Ubon Ratchathani Province, the Phayu Intersection in Sisaket Province, and the Ban Phai Intersection in Khon Kaen Province. The study results found after a construction of an exclusive stopping space for a motorcycle at signalized intersections, lanes with a high number of stopping motorcycles and high rate of motorcycle stopping in exclusive stopping space

[1]*Corresponding author: sthaned@kku.ac.th*
**นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
***ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
****รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
*****ผู้อำนวยการส่วนสำรวจและออกแบบ สำนักงานทางหลวงที่ 12 กรมทางหลวง*

during red time significantly achieved a reduction of start-up lost time of traffic. The study on relationship between the stopping position and start-up lost time found that intersection with exclusive stopping space for motorcycle and a red time cycle with higher number of motorcycles stopping in exclusive stopping space for motorcycle or in area behind the stop line and in front of a vehicle queue resulted in lower start-up lost time of traffic. In contrast, intersection without exclusive stopping space for motorcycle and a red time cycle with higher number of motorcycles stopping in the vehicle queue resulted in higher start-up lost time of traffic.

คำสำคัญ: เวลาสูญเสียขณะออกตัว พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ ทางแยกสัญญาณไฟจราจร
Keywords: Start-up lost time, Exclusive stopping space for motorcycle, Signalized intersection

บทนำ

ประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของรถจักรยานยนต์อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากรถจักรยานยนต์เป็นพาหนะที่ราคาถูกและประหยัด ครัวเรือนที่มีรายได้ต่ำสามารถซื้อหาและใช้งานในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งการให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะในประเทศไทยยังไม่มีประสิทธิภาพและไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะในต่างจังหวัด ปัจจุบัน ประเทศไทยมีรถจักรยานยนต์จดทะเบียน แบ่งเป็น รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล 21,222,053 คัน และรถจักรยานยนต์สาธารณะ 181,625 คัน รวมทั้งหมด 21,403,678 คัน จากยานพาหนะจดทะเบียนทั้งหมด 40,712,048 คัน [1]

ถนนทั่วไปในประเทศไทย โดยเฉพาะเขตเมือง จะมีลักษณะการจราจรเป็นแบบผสม (mixed traffic) มีรถจักรยานยนต์วิ่งในช่องจราจร ร่วมกับรถยนต์ รถโดยสารประจำทางและรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยเฉพาะบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร ซึ่งผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ส่วนใหญ่พยายามจอดบริเวณหลังเส้นหยุด และก่อนแถวคอยของรถยนต์ เพื่อจะได้ออกตัวก่อนแถวของรถยนต์ ลดความเสี่ยงถูกเชี่ยวชนโดยรถขนาดใหญ่กว่า แต่ถ้าผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์มาถึงทางแยกหลังรถยนต์ จะจอดแทรกในแถวของรถยนต์ หรือพยายามขับแทรกระหว่างแถวของรถยนต์ไปจอดยังบริเวณหน้าเส้นหยุด (ผิดกฎจราจร) โดยหากมีรถจักรยานยนต์จอดผสมอยู่ในแถวคอย รถยนต์จะต้องคอยระวังขณะออกตัวมากยิ่งขึ้น เนื่องจากลักษณะของรถจักรยานยนต์มีขนาดเล็กและถ้าถูกเชี่ยวชนผู้ขับขี่อาจได้รับอันตรายรุนแรงกว่ารถยนต์ อาจทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์ ขับขี่ขณะออกตัวต้องเว้นระยะห่างจากรถจักรยานยนต์ที่วิ่งอยู่ด้านหน้าและด้านข้าง มากกว่าระยะห่างจากรถยนต์ทั่วไป ซึ่งอาจส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) ของกระแสจราจรเพิ่มขึ้น

งานวิจัยที่ผ่านมา [2] ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์บริเวณแยกสัญญาณไฟจราจร ที่บริเวณทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า พฤติกรรมการจอดของรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกในตำแหน่งการจอดหลังเส้นหยุดแต่หน้าแถวรถยนต์ ส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) มีค่าลดลง ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้สอดคล้องกับพื้นที่เฉพาะสำหรับรถจักรยานและรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร (Bike Box) ที่เสนอโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง [3] ซึ่งในปัจจุบัน กรมทางหลวงมีการทำพื้นที่สำหรับจอดรถจักรยานและรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจรในหลายจังหวัด โดยเป็นการขยับเส้นหยุดสำหรับรถยนต์ถอยหลังมาจากเส้นหยุดเดิม ทำพื้นผิวถนนให้เป็นสีเขียว และลงสีรูปจักรยานและจักรยานยนต์ เพื่อให้ทราบว่าเป็นพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานและรถจักรยานยนต์ เป็นการแยกพื้นที่จอดออกจากรถยนต์และรถขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม ยังขาดการศึกษาเพื่อประเมินผลพื้นที่สำหรับจอดรถจักรยานและรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร ในการเปลี่ยนแปลงเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) ของกระแสจราจร

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรต่อการลดเวลาสูญเสียขณะออกตัว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหยุดรอสัญญาณไฟของรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก

ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ มีดังนี้

Wall, Davies, Crabtree (2003) [4] ประเมินประสิทธิภาพช่องจราจรที่นำรถจักรยานเข้าสู่พื้นที่หยุดสำหรับรถจักรยาน ในประเทศอังกฤษ ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ แทรกด้านข้าง และแทรกตรงกลางระหว่างช่องจราจรของรถยนต์ ซึ่งพบว่า ช่องแทรกด้านข้างมีประสิทธิภาพดีกว่าแทรกตรงกลางระว่างช่องจราจรของรถยนต์

Minh, Sano (2003) [5] การวิเคราะห์ผลกระทบของรถจักรยานยนต์ต่ออัตราการไหลอิ่มตัวที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจรในประเทศกำลังพัฒนา เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ผลกระทบของรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟ พบว่า รถจักรยานยนต์ที่อยู่ระหว่างแถวคอยจะส่งผลอย่างมากต่อการไหลของกระแสจราจร และจำนวนรถจักรยานยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถคันแรกในแถวคอยมีผลต่อเวลาสูญเสียขณะออกตัว เนื่องจากพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์มักจะพยายามอยู่หน้าเส้นหยุด (ผิดกฎจราจรและไม่ปลอดภัย) ในช่วงสัญญาณไฟจราจรสีแดง แต่ทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์ที่จอดรถในแถวคอยมีการรับรู้และการตอบสนองโดยการเร่งความเร็วรถขณะไฟเขียวได้เร็วขึ้น ดังนั้น วิศวกรควรนำมาพิจารณาประกอบในการออกแบบทางเรขาคณิตบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร

Rongviriyapanich, Supattrakul (2004) [6] พบว่าเวลาสูญเสียเนื่องจากการออกรถของรถยนต์ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับปริมาณรถจักรยานยนต์ และการไม่มีรถจักรยานยนต์จอดปะปนในแถวคอยจะมีระยะเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการออกตัวของรถยนต์น้อยกว่าการมีรถจักรยานยนต์ปะปนอยู่ในแถวคอย

Jirasak et al. (2004) [7] ศึกษาเวลาสูญเสียขณะเริ่มออกตัว และวิเคราะห์ระยะเวลาห่างของรถยนต์ ช่วงเวลาเปิดสัญญาณไฟจราจรแบบแสดงเวลามีค่าเวลาสูญเสียเริ่มต้นของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเป็น 1.85 วินาที จากการเปรียบเทียบผลการศึกษากับช่วงเวลาปิดสัญญาณไฟจราจรแบบแสดงเวลา พบว่าการเปิดสัญญาณไฟจราจรแบบแสดงเวลาสามารถลดระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นได้ร้อยละ 33 อย่างมีนัยสำคัญต่อเวลาสูญเสียเริ่มต้นของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

Bester and Meyers (2007) [8] พบว่า อัตราการไหลของกระแสจราจรจะเริ่มมีการไหลอิ่มตัวส่วนมากเกิดหลังจากยานพาหนะคันที่ 6 วิ่งออกจากทางแยกสัญญาณไฟจราจร และถ้าจำนวนช่องจราจรกำหนดเป็นทิศทางตรงมากขึ้นและความเร็วของกระแสจราจรมากขึ้นจะส่งผลให้อัตราการไหลอิ่มตัวมากขึ้นด้วย

Dill, Monsere, and McNeil (2012) [9] ประเมินพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (Bike Boxes) บนทางแยกสัญญาณไฟจราจร จำนวน 12 แห่งในเมืองพอร์ตแลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวแทนผู้ใช้รถใช้ถนน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักปั่นจักรยาน ส่วนที่เหลือเป็นผู้ใช้รถยนต์และจักรยานยนต์ พบว่า พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ส่งผลให้ผู้ขับขี่รถจักรยานมีความปลอดภัยในการขับขี่มากขึ้น และเพิ่มมุมการมองเห็นของนักปั่นจักรยาน

Satiennam et al. (2017) [10] ประเมินพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรด้วยแบบจำลองกระแสจราจร (Traffic simulation) พบว่า พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ทำให้การใช้พลังงานเชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษทางอากาศของกลุ่มยานพาหนะที่วิ่งผ่านทางแยกลดลง

Sutandi and Siregar (2017) [11] ศึกษาเพื่อประเมินพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ที่แยกสัญญาณในเมืองขนาดใหญ่ ในประเทศอินโดนีเซีย ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่สำหรับจอดรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก Exclusive Stopping Space (ESS) 2 ประเภท คือประเภทกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส และประเภทตัวพี โดยการเปรียบเทียบ

ร้อยละของจำนวนรถจักรยานยนต์ที่จอดบริเวณแยกสัญญาณไฟจราจรกับรถจักรยานยนต์ที่จอดในพื้นที่เฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ พบว่า แยกในเมืองที่มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์สูงมีประสิทธิภาพร้อยละ 52 ถึง 100

สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม พบว่า พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานและรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร (Exclusive stopping space for motorcycle) สามารถเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้ขับขี่รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ แต่ยังขาดการศึกษาผลกระทบต่อเวลาสูญเสียในขณะออกตัวของกระแสจราจร ที่อาจเปลี่ยนแปลงตามปริมาณรถจักรยานยนต์จอดที่ทางแยก และสัดส่วนการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ ต่อการจอดพื้นที่อื่นๆ ของรถจักรยานยนต์ที่หยุดรอสัญญาณไฟ

ดังนั้น สมมุติฐานของงานวิจัยนี้ มีดังนี้

1) หลังการทำพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกทำให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวลดลง

สมมติฐานทางสถิติ $H_0: \mu_1 = \mu_2$, $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

โดย μ_1 = เวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ย ไม่มีพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ และ

μ_2 = เวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ย มีพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์

2) เวลาสูญเสียขณะออกตัวมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งการจอดรอสัญญาณไฟของรถจักรยานยนต์

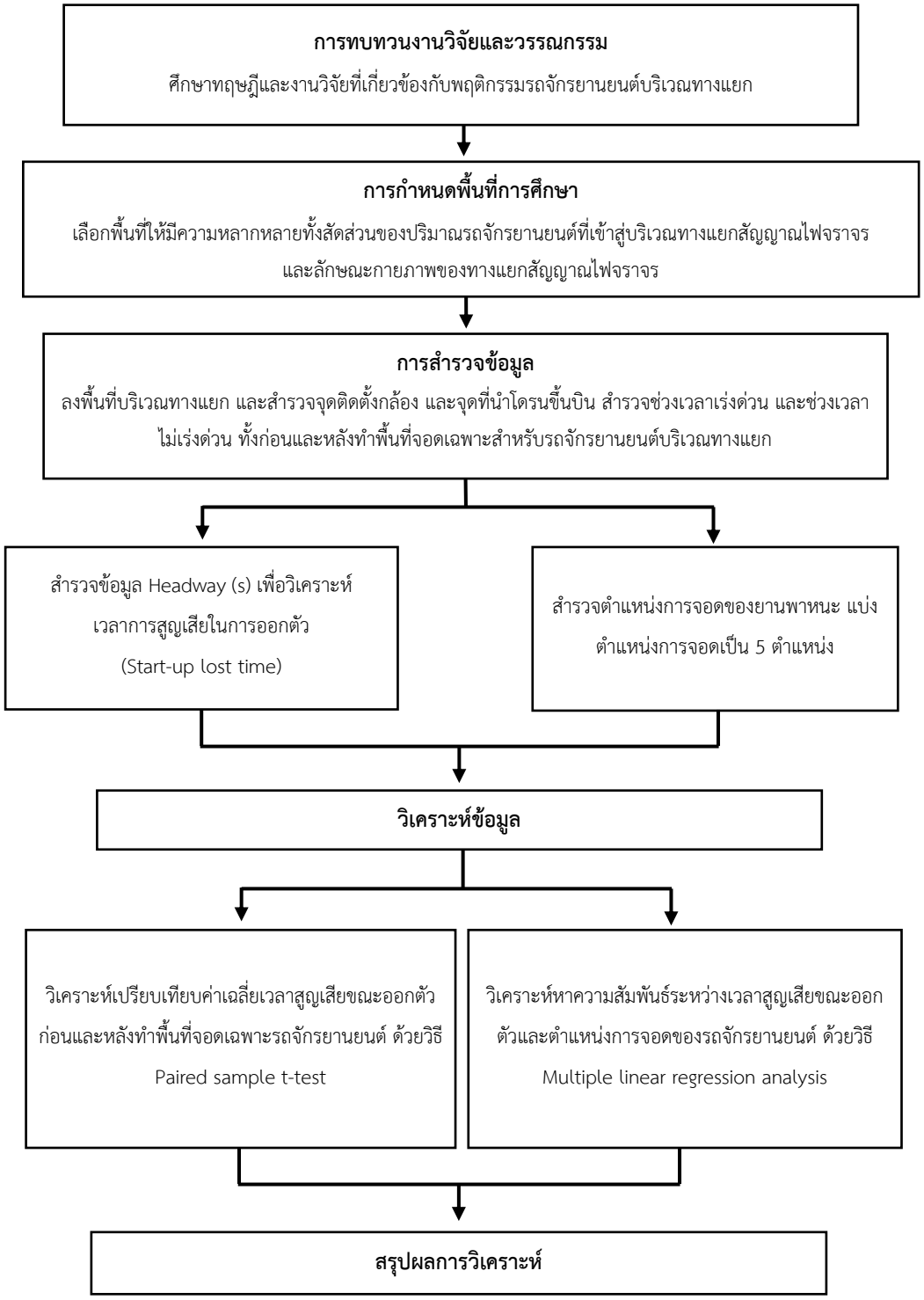
สมมติฐานทางสถิติ H_0: ตัวแปรตาม (Y) ไม่ขึ้นกับตัวแปรอิสระ (x) ทั้ง k ตัว

H_1: ตัวแปรตาม (Y) ขึ้นกับตัวแปรอิสระ (x) อย่างน้อย 1 ตัว

โดย Y = เวลาสูญเสียขณะออกตัว และ X_i = ตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์ที่ i

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้กำหนดขั้นตอนการศึกษาแสดงดังภาพที่ 1 โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนย่อยดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา

1. การกำหนดพื้นที่การศึกษา

วิจัยคัดเลือกทางแยกที่จะดำเนินการศึกษา เป็นทางแยกที่กรมทางหลวง มีแผนจะก่อสร้างพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ ระหว่างช่วงเวลาที่ดำเนินการศึกษา ประกอบด้วย 1) ทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี ลักษณะทางกายภาพเป็นสามแยก สามช่องจราจร เกาะแบบยก 2) ทางแยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ ลักษณะทางกายภาพเป็นสี่แยก สามช่องจราจร เกาะแบบยก 3) ทางแยกบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ลักษณะทางกายภาพเป็นสี่แยก สองช่องจราจร เกาะแบบยก เนื่องจากผู้วิจัยคัดเลือกทางแยกเพื่อศึกษาให้มีความหลากหลาย จึงเลือกหนึ่งขาเพื่อเป็นตัวแทนของทางแยกในการสำรวจข้อมูล โดยเลือกขาที่มีปริมาณรถจักรยานยนต์สูงสุด เนื่องจากขาอื่นของทางแยกเดียวกันมีลักษณะกายภาพของถนน การจราจร และพฤติกรรมของผู้ขับขี่ใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณรถจักรยานยนต์ในขาที่เลือกคิดเป็น ร้อยละ 58, 32 และ 45 ของจำนวนยานพาหนะทั้งหมดที่วิ่งเข้าแยก โดยมีปริมาณจราจรในแต่ละขาของทางแยกดังแสดงในภาพที่ 2, 3 และ 4

ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาและปริมาณจราจรทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษาและปริมาณจราจรทางแยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ

ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาและปริมาณจราจรทางแยกบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

2. การสำรวจข้อมูล

2.1 เครื่องมือสำรวจข้อมูล

1) อากาศยานไร้คนขับ (โดรน) DJI Phantom 3 Standard กล้อง 12 ล้านพิกเซล ถ่ายวีดีโอได้ที่ 2.7K บินได้นานสูงสุดถึง 25 นาที

2) กล้องวีดีโอ 4K ขนาดภาพ 3840×2160 สามารถบันทึกได้สูงสุดถึง 1 ชั่วโมง 20 นาที และกล้อง CCTV

โดย 1) และ 2) ใช้ในการบันทึกวีดีโอ นำมาวิเคราะห์เวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) และตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์

3) เป้าแสดงสัญญาณไฟจราจรขนาด 60×60 ตารางเซนติเมตร ให้ผู้สำรวจข้อมูลแสดงสัญญาณไฟจราจร ขณะอากาศยานไร้คนขับบินบันทึกวีดีโอมุมสูง

4) เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ นาฬิกาจับเวลา Smart Phone เพื่อใช้ระบุเวลาเมื่อยานพาหนะผ่านจุดอ้างอิง เพื่อหาระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะ (Headway) ซึ่งใช้ในการคำนวณหาเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time)

2.2 เวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time)

การศึกษานี้ใช้อากาศยานไร้คนขับบินบันทึกวิดีโอด้วยภาพมุมสูง เพื่อสำรวจช่วงเวลาห่างระหว่างยานพาหนะ (Headway) ที่วิ่งติดกันมา การพิจารณาเวลาที่สูญเสียขณะออกตัว จะพิจารณากระแสจราจรที่เคลื่อนตัวผ่านจุดอ้างอิง คือ เส้นหยุด ซึ่งกระแสจราจรมีลักษณะเป็นแบบผสม (รวมยานพาหนะทุกประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถโดยสารประจำทาง และรถบรรทุกขนาดใหญ่) ของแต่ละรอบสัญญาณไฟจราจร โดยมีผู้สำรวจคอยสังเกตสัญญาณไฟจราจรและพลิกเปลี่ยนเป้าแสดงสัญญาณไฟจราจร เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียว

โดยการวิเคราะห์เวลาสูญเสียขณะออกตัวจะแบ่งตามช่องจราจร ตัวอย่าง เช่น ขาของทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี ถูกแบ่งเป็น 3 ช่องจราจร ดังนี้ ช่องจราจรที่ 1 คือ ช่องขวาในติดกับเกาะกลางถนน, ช่องจราจรที่ 2 คือ ช่องกลาง และช่องจราจรที่ 3 คือ ช่องซ้ายด้านนอก แสดงดังภาพที่ 5 โดยมีช่วงเวลาในการสำรวจและข้อมูลจำนวนรอบสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา แสดงดังตารางที่ 1

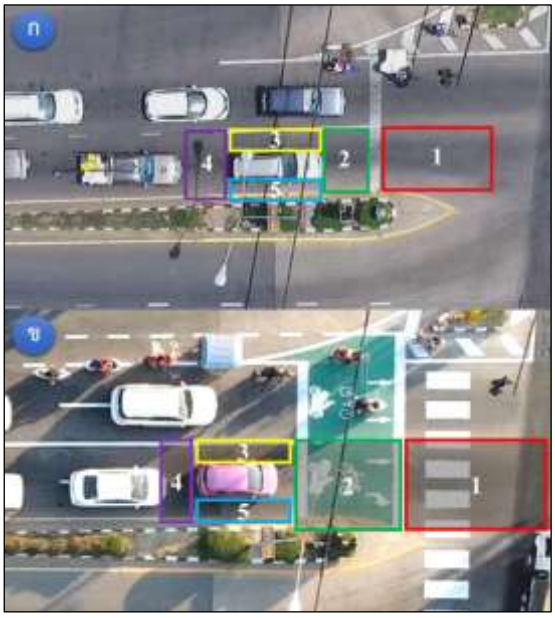
ตารางที่ 1 ช่วงเวลาในการสำรวจและจำนวนรอบสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา

ทางแยก	ช่วงเวลาการสำรวจ				จำนวนรอบสัญญาณ (รอบ)
	วัน/เดือน/ปี		เวลา		
	ไม่มีพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์	มีพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (สำรวจหลังเปิดใช้บริการ)	ช่วงเร่งด่วน	ช่วงไม่เร่งด่วน	
แยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	1 เม.ย. 2562	30 ก.ค. 2562 (48 วัน)	08.00 - 09.00 น.	14.00 - 15.00 น.	20
แยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ	18 ก.ค. 2562	11 ส.ค. 2562 (20 วัน)	08.00 - 09.00 น.	14.00 - 15.00 น.	92
แยกบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น	8 ก.ย. 2563	9 ธ.ค. 2563 (37 วัน)	08.00 - 09.00 น.	14.00 - 15.00 น.	90
			รวม		202

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการแบ่งช่องจราจรในการวิเคราะห์ของทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2.3 ตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร

การศึกษานี้ทำการสำรวจตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) และตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์ โดยมีการแบ่งลักษณะการจอดของรถจักรยานยนต์ต่อช่องจราจร เป็น 5 ตำแหน่ง แสดงดังภาพที่ 6 ดังนี้ 1) รถจักรยานยนต์จอดหน้าเส้นหยุด 2) แบ่งเป็น 2 กรณี คือ (A) รถจักรยานยนต์จอดหลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้ารถยนต์ (ไม่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) หรือ (B) พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ 3) รถจักรยานยนต์จอดแทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์ 4) รถจักรยานยนต์จอดแทรกกลางแถวรถยนต์ 5) รถจักรยานยนต์จอดแทรกด้านขวาของแถวรถยนต์



ภาพที่ 6 ลักษณะการจอดของรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร
(ก) ไม่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (ข) มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) ตามวิธีของ Highway Capacity Manual (HCM) [12] และประยุกต์ใช้วิธีทางสถิติ Paired Sample T-test เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบเวลาสูญเสียขณะออกตัวระหว่างไม่มีและมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร

ผู้วิจัยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ Multiple linear regression analysis (Stepwise) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up lost time) และตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์เพื่อรอสัญญาณไฟเขียวบริเวณทางแยก ซึ่งแบ่งแบบจำลองเป็น 3 ประเภท สำหรับ ช่องจราจรทิศทางตรง ช่องจราจรเลี้ยว และ รวมทุกช่องจราจรต่อขาของทางแยก

ผลการวิเคราะห์และการอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์เวลาที่สูญเสียขณะออกตัว

ผู้วิจัยถอดข้อมูลคลิปวิดีโอที่ได้จากการบินสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับเพื่อหาระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะ จะพิจารณากระแสจราจรที่เคลื่อนตัวผ่านจุดอ้างอิง คือ เส้นหยุด ซึ่งกระแสจราจรมีลักษณะเป็นแบบผสม (รวมยานพาหนะทุกประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถโดยสารประจำทาง และรถบรรทุกขนาดใหญ่) ตัวอย่าง ผลการถอดข้อมูลระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะของ รอบสัญญาณที่ 8 ช่องจราจรที่ 2 แสดงดังตารางที่ 2 ต่อมาผู้วิจัยสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาห่างของยานพาหนะ และลำดับของยานพาหนะในแถวคอย เพื่อระบุช่วงการไหลอิ่มตัวของกระแสจราจร (ปริมาณการจราจรสูงสุดที่ผ่านเส้นหยุดที่ทางแยกไปได้ในช่วงสัญญาณไฟเขียว (Effective green time) โดยพิจารณาจากกราฟช่วงที่มีระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะทุกประเภทที่ใกล้เคียงกันและค่อนข้างคงที่

ตัวอย่าง การระบุช่วงการไหลอิ่มตัวของกระแสจราจรของช่องจราจรที่ 2 รอบสัญญาณไฟที่ 8 แสดงดังภาพที่ 7 จากกราฟ คันที่ 1-5 มีเวลาสูญเสียขณะออกตัวเกิดขึ้นเนื่องจากระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะทุกประเภทค่อยๆ

ลดลง ในช่วงต้นของสัญญาณไฟเขียว และช่วงคันที่ 6-11 เป็นช่วงการไหลอิ่มตัวของกระแสจราจร เนื่องจากมีระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะใกล้เคียงกันและคงที่ โดยช่วงคันที่ 12 เป็นต้นไปเป็นช่วงหลังการไหลอิ่มตัวของกระแสจราจร โดยมีระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะที่มากขึ้นและไม่คงที่ และจะเริ่มใกล้เคียงกันอีกครั้งในช่วงปลายของสัญญาณไฟเขียว

ภาพที่ 7 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาห่างของยานพาหนะและลำดับของยานพาหนะในแถวคอยของรอบสัญญาณไฟที่ 8 ช่องจราจรที่ 2

ผู้วิจัยพิจารณาคำนวณเวลาสูญเสียขณะออกตัวของยานพาหนะแต่ละคันจากผลต่างระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะ (ซึ่งกระแสจราจรมีลักษณะเป็นแบบผสม รวมยานพาหนะทุกประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถโดยสารประจำทาง และรถบรรทุกขนาดใหญ่) และระยะเวลาห่างระหว่างยานพาหนะขณะกระแสจราจรมีการไหลแบบอิ่มตัวเฉลี่ย (Average saturation headway) โดยเวลาที่สูญเสียขณะออกตัวรวม (Total start-up lost time) ของจังหวะสัญญาณไฟเขียวของช่องจราจรที่ 2 รอบสัญญาณไฟที่ 8 คือ ผลรวมเวลาสูญเสียขณะออกตัวของยานพาหนะคันที่ 1-5 ในช่วงต้นของสัญญาณไฟเขียว แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์เวลาสูญเสียในการออกตัวรวมของรอบสัญญาณที่ 2 ช่องจราจรที่ 1

คันที่	Unsaturation Headway (s) (1)	Saturation Headway (s)	Start loss time (s) (1) - (2)
1	1.43		0.59
2	2.46		1.62
3	2.25		1.41
4	1.14		0.30
5	1.03		0.19
6		0.65	
7		0.84	
8		0.86	
9		0.99	
10		0.91	
11		0.80	
Sum		**5.05**	
Average (2)		**0.84**	
Total			**4.11**

2. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบเวลาสูญเสียขณะออกตัวก่อนและหลังมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบเวลาสูญเสียขณะออกตัวก่อนและหลังมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจรแสดงดังตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์พบว่า

ทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ช่องจราจรที่ 1 มีเวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ยลดลง 1.79 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือลดลงร้อยละ 60 เนื่องจากในช่องจราจรที่ 1 มีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรสูง (17.60 คัน/รอบ) และมีอัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์สูง (ร้อยละ 43) ช่องจราจรที่ 2 มีเวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.28 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 22 เนื่องจากในช่องจราจรที่ 2 มีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรต่ำ (1.90 คัน/รอบ) และมีอัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ต่ำ (ร้อยละ 21) และช่องจราจรที่ 3 เวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทางแยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ ช่องจราจรที่ 1 ไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติได้เนื่องจาก ช่วงเวลาการสำรวจมีปริมาณยานพาหนะจอดในช่องจราจรไม่มากพอ สำหรับช่องจราจรที่ 2 และช่องจราจรที่ 3 เวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากมีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรต่ำมาก (0.15 และ 1.82 คัน/รอบ)

ทางแยกบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ช่องจราจรที่ 1 มีเวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ยลดลง 1.13 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือลดลงร้อยละ 29 และช่องจราจรที่ 2 เวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ยลดลง 1.18 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือลดลงร้อยละ 67 เนื่องจากในช่องจราจรที่ 1 มีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจร (1.44 คัน/รอบ) และมีอัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์สูง (ร้อยละ 66) และช่องจราจรที่ 2 มีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรสูง (9.87คัน/รอบ) และมีอัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำ หรับรถจักรยานยนต์สูง (ร้อยละ 39)

3. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสูญเสียขณะออกตัวและตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แสดงในตารางที่ 4 พบว่า

ช่องจราจรทิศทางตรง ตัวแปรอิสระคือ จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์) (X_2) มีความสัมพันธ์เป็นลบกับตัวแปรตาม คือเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.000 และจำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) (X_5) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม คือเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 และจำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 1 (หน้าเส้นหยุด) (X_1), จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 3 (แทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์) (X_3), จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) (X_4) และมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7) มีความสัมพันธ์กับเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ช่องจราจรทิศทางเลี้ยวขวา จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์) (X_2) มีความสัมพันธ์เป็นลบกับตัวแปรตาม คือเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.000 และมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7) มีความสัมพันธ์เป็นลบกับตัวแปรตาม คือเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 และจำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) (X_4) และ จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) (X_5) มีความสัมพันธ์กับเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สำหรับทุกช่องจราจร จำนวนรถจักรยานยนต์ที่จอดบริเวณทางแยก (X_6) มีความสัมพันธ์เป็นลบกับตัวแปรตามเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.000และมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7) มีความสัมพันธ์เป็นลบกับตัวแปรตาม คือเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Y) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์เวลาสูญเสียขณะออกตัวเฉลี่ย

ช่องจราจร	จำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟ (คัน/รอบ)	จำนวนรถจักรยานยนต์จอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (คัน/รอบ)	อัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ (%)	เวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up loss time (s))				ผลต่างค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	t	Sig.
				ไม่มีพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์		มีพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์				
				ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
แยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี										
1	17.60	7.50	43%	3.08	3.40	1.29	1.38	-1.79 (-60%)	2.63	0.027*
2	1.90	0.40	21%	5.91	1.53	7.19	1.81	1.28 (22%)	-4.94	0.001**
3	1.70	0.60	35%	4.33	3.17	3.99	3.58	-0.34 (-8%)	0.554	0.593
แยกพยุห์ จ.ศรีสะเกษ										
2	0.15	0.15	100%	1.64	2.05	1.54	1.72	0.08 (5%)	0.376	0.708
3	1.82	1.72	83%	0.44	1.10	0.71	1.39	0.27 (61%)	-1.803	0.078
แยกบ้านไผ่ จ.ขอนแก่น										
1	1.44	0.91	66%	3.94	2.33	2.81	2.37	-1.13 (-29%)	3.279	0.002*
2	9.87	3.84	39%	1.75	1.16	0.57	0.68	-1.18 (-67%)	8.902	0.000***

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05), **มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (P<0.001), ***มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9% (P<0.000)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสูญเสียขณะออกตัว และตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร แสดงในตารางที่ 5 พบว่า

แบบจำลองสำหรับช่องจราจรทิศทางตรง คือ $Y = 4.756 - 0.350X_1 - 0.362X_2 - 0.179X_3 + 1.811X_4 + 0.801 X_5 – 1.006X_7$ โดยตัวแปรอิสระในสมการสามารถอธิบายการผันแปรของเวลาสูญเสียขณะออกตัวได้ร้อยละ 41 โดยถ้าทางแยกมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และ รถจักรยานยนต์จอดที่ตำแหน่งที่ 1 (หน้าเส้นหยุด), 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์หรือพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) และ 3 (แทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์) มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวลดลง (สัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรเป็นลบ) โดยการจอดในตำแหน่งที่ 1 (หน้าเส้นหยุด) เป็นการทำผิดกฎจราจรและไม่ปลอดภัย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Minh and Sano 2003) [5] กล่าวว่าเนื่องจากพฤติกรรมของรถจักรยานยนต์มักจะพยายามอยู่หน้าเส้นหยุดในช่วงสัญญาณไฟแดง แต่ทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์ที่จอดอยู่ในแถวคอย มีการรับรู้และการตอบสนองการเร่งความเร็วขณะไฟเขียวได้เร็วขึ้น ดังนั้น วิศวกรควรนำมาพิจารณาประกอบในการออกแบบทางเรขาคณิตบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร โดยจัดพื้นที่หลังเส้นหยุดให้รถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟโดยเฉพาะ และควรมีการติดตั้งป้ายแนะนำการใช้พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ให้ผู้ใช้รถใช้ถนนเข้าใจ

และใช้งานได้อย่างเหมาะสม ในทางตรงกันข้าม ถ้าทางแยกมีรถจักรยานยนต์จอดที่ตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) และ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวเพิ่มขึ้น (สัมประสิทธิ์ความถดถอยเป็นบวก) เนื่องจากรถจักรยานยนต์ที่จอดแทรกกลางแถวรถยนต์ และแทรกด้านขวาของแถวรถยนต์ จะต้องแทรกกระแสจราจรของรถยนต์เพื่อไปในทิศทางตรง

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	~
แบบจำลองสำหรับช่องจราจรทิศทางตรง							
เวลาสูญเสียขณะออกตัว (y)	1						
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 1 (หน้าเส้นหยุด) (X_1)	-0.281*	1					
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์หรือพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) (X_2)	-0.285***	-0.186*	1				
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 3 (แทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์) (X_3)	-0.239*	0.383***	0.276*	1			
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) (X_4)	0.184*	-0.017	-0.043	0.191*	1		
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) (X_5)	0.291**	-0.044	-0.050	-0.004	-0.003	1	
มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7)	-0.178*	-0.395***	0.446***	-0.132	0.066	0.181*	1
แบบจำลองสำหรับช่องจราจรเลี้ยวขวา							
เวลาสูญเสียขณะออกตัว (y)	1						
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 1 (หน้าเส้นหยุด) (X_1)	-0.151	1					
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์หรือพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) (X_2)	-0.413***	-0.245*	1				
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 3 (แทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์) (X_3)	-0.091	0.023	-0.019	1			
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) (X_4)	0. 289*	-0.062	0.448***	0.564***	1		
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) (X_5)	-0.273*	-0.031	-0.088	-0.050	0.030	1	
มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7)	-0.319**	-0.439***	-0.147	0.104	-0.063	-0.255*	1

แบบจำลองสำหรับทุกช่องจราจร			
ตัวแปร	y	X_6	X_7
เวลาสูญเสียขณะออกตัว (y)	1		
จำนวนรถจักรยานยนต์ที่จอดบริเวณทางแยก (X_6)	-0.314***	1	
มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7)	-0.202*	-0.102	1

*มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05), **มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (P<0.001), ***มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9% (P<0.000)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งการจอดกับเวลาสูญเสียขณะออกตัว (Start-up Lost Time)

ตัวแปร	B	t	Sig.
แบบจำลองสำหรับช่องจราจรทิศทางตรง			
ค่าคงที่ (Constant)	4.756	11.643	0.000
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 1 (หน้าเส้นหยุด) (X_1)	-0.350	-3.241	0.002
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์หรือ พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) (X_2)	-0.362	-3.297	0.001
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 3 (แทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์) (X_3)	-0.179	-2.735	0.007
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) (X_4)	1.811	2.081	0.040
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) (X_5)	0.801	3.373	0.001
มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7) (1 = มีพื้นที่, 0 = ไม่มีพื้นที่)	-1.006	-2.012	0.046
$Y = 4.756 - 0.350X_1 - 0.362X_2 - 0.179X_3 + 1.811X_4 + 0.801\ X_5 - 1.006X_7$ (Adjusted $R^2 = 0.41$)			
แบบจำลองสำหรับช่องจราจรเลี้ยวขวา			
ค่าคงที่ (Constant)	4.437	12.658	0.000
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์หรือพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) (X_2)	-0.270	-4.361	0.000
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) (X_4)	0.207	3.248	0.002
จำนวนรถจักรยานยนต์จอดตำแหน่งที่ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) (X_5)	-0.990	-2.849	0.005
มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7) (1 = มีพื้นที่, 0 = ไม่มีพื้นที่)	-1.353	-3.194	0.002
$Y = 4.437 - 0.270X_2 + 0.207X_4 - 0.990X_5 - 1.353X_7$ (Adjusted $R^2 = 0.24$)			
แบบจำลองสำหรับทุกช่องจราจร			
ค่าคงที่ (Constant)	4.014	14.896	0.000
จำนวนรถจักรยานยนต์ที่จอดบริเวณทางแยก (X_6)	-0.117	-5.100	0.000
มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ (X_7) (1 = มีพื้นที่, 0 = ไม่มีพื้นที่)	-1.001	-3.169	0.002
$Y = 4.014 - 0.117X_6 - 1.001X_7$ (Adjusted $R^2 = 0.12$)			

แบบจำลองสำหรับแช่องจราจรทิศทางเลี้ยวขวา คือ $Y = 4.437 - 0.270X_2 + 0.207X_4 - 0.990X_5 - 1.353X_7$ โดยตัวแปรอิสระในสมการสามารถอธิบายการผันแปรของเวลาสูญเสียขณะออกตัวได้ร้อยละ 24 โดยถ้าทางแยกมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และมีรถจักรยานยนต์จอดที่ตำแหน่งที่ 2 (หลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์หรือ พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์) และ 5 (แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์) มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวลดลง (สัมประสิทธิ์ความถดถอยเป็นลบ) เนื่องจากรถจักรยานยนต์ที่จอดแทรกด้านขวาของแถวรถยนต์สามารถออกตัวเลี้ยวไปทางขวาโดยไม่ตัดกระแสจราจรของรถยนต์ที่เลี้ยวไปทางขวา ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีรถจักรยานยนต์จอดที่ตำแหน่งที่ 4 (แทรกกลางแถวรถยนต์) มากขึ้นจะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวเพิ่มขึ้น (สัมประสิทธิ์ความถดถอยเป็นบวก)

แบบจำลองสำหรับทุกช่องจราจร คือ $Y = 4.014 - 0.117X_6 - 1.001X_7$ โดยตัวแปรอิสระในสมการสามารถอธิบายการผันแปรของเวลาสูญเสียขณะออกตัวได้ร้อยละ 12 โดยถ้าทางแยกมีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และมีรถจักรยานยนต์ที่จอดบริเวณทางแยกมากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจรลดลง (สัมประสิทธิ์ความถดถอยเป็นลบ)

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อประเมิน พื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร (Exclusive stopping space for motorcycle) ในด้านการลดลงของเวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจร (Start-up lost time) โดยมีพื้นที่ศึกษา 3 ทางแยก คือ ทางแยกหน้ามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ทางแยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ และ ทางแยกบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

ผลการศึกษาพบว่า หลังจากมีการจัดทำพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์บริเวณทางแยก ช่องจราจรของทางแยกที่มีจำนวนรถจักรยานยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรสูง และมีอัตราการจอดในพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์สูง ช่วงสัญญาณไฟแดง จะมีเวลาสูญเสียในขณะออกตัว (Start-up lost time) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาสูญเสียขณะออกตัวและตำแหน่งการจอดของรถจักรยานยนต์ พบว่า

สำหรับช่องจราจรทิศทางตรง ทางแยกที่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และรอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์จอดบริเวณพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ หรือหลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์ หน้าเส้นหยุด และแทรกด้านซ้ายของแถวรถยนต์มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจรน้อยลง ในทางตรงกันข้าม รอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์จอดแทรกกลางแถวรถยนต์ และแทรกด้านขวาของแถวรถยนต์มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวมากขึ้น

สำหรับช่องจราจรทิศทางเลี้ยวขวา ทางแยกที่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และรอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์จอดบริเวณพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ หรือหลังเส้นหยุดแต่อยู่หน้าแถวรถยนต์ แทรกด้านขวาของแถวรถยนต์มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจรน้อยลง ในทางตรงกันข้าม รอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์จอดแทรกกลางแถวรถยนต์มากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวเพิ่มขึ้น

สำหรับทุกช่องจราจร ทางแยกที่มีพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ และรอบสัญญาณไฟแดงที่มีรถจักรยานยนต์ที่จอดบริเวณทางแยกมากขึ้น จะส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจรลดลง

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับขยายผลการศึกษาต่อไปดังนี้ เนื่องจากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเวลาสูญเสียขณะออกตัวของกระแสจราจร ที่ทางแยกพยุห์ จังหวัดศรีสะเกษ เพิ่มขึ้น หลังจากการจัดให้มีพื้นที่เฉพาะจอดรถจักรยานยนต์ เนื่องจาก ทางแยกนี้มีปริมาณรถจักรยานยนต์เข้าสู่ทางแยกน้อย ทำให้แต่ละรอบสัญญาณไฟแดง มีปริมาณรถจักรยานยนต์จอดที่พื้นที่เฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์น้อย หรือบางครั้งไม่มีรถจักรยานยนต์จอดที่ทางแยกเลย ส่งผลให้เวลาสูญเสียขณะออกตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจาก แถวคอยของรถยนต์จอดรอสัญญาณไฟจราจรห่างจากเส้นหยุดมากขึ้น ดังนั้น ควรมีการเพิ่มจำนวนการสำรวจทางแยกอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อให้มีความหลากหลายของปริมาณรถจักรยานยนต์วิ่งเข้าสู่ทางแยกมากเพียงพอ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณรถจักรยานยนต์ที่มากเพียงพอ ที่ควรแนะนำให้มีการจัดทำพื้นที่จอดเฉพาะรถจักรยานยนต์ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจร รวมทั้งมีข้อมูลเพียงพอเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) และควรมีการศึกษาเพื่อประเมินพื้นที่จอดเฉพาะสำหรับรถจักรยานยนต์ ด้านการลดการขัดแย้งระหว่างรถจักรยานยนต์และรถประเภทอื่นบริเวณทางแยกสัญญาณไฟจราจร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัย ขอขอบคุณ นายรพี ตั้งทรงสุวรรณ์ ตำแหน่งผู้อำนวยการแขวงทางหลวงศรีสะเกษที่ 2 ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลที่จังหวัดศรีสะเกษ และ นายสมเจตน์ เขื่อนเพชร ตำแหน่งผู้อำนวยการแขวงทางหลวงขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่) ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านพื้นที่ศึกษาและการเก็บข้อมูลที่จังหวัดขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. Transportation Statistics Group, Department of Land Transport. Cumulative number of registered vehicles [Internet]. 2020. Available from: https://web.dlt.go.th/statistics
2. Kuenpet P, Kuntawong N, Saensiribanphot E. Study of motorcycle parking behavior at signalized intersection case study of the intersection in front of Ubon Ratchathani University. 2018.
3. Bureau of Highway Safety, Department of Highways. Recommended specific areas for bicycles and motorcycles at the intersection (Bike Box) [Internet]. 2018. Available from: https://bhs.doh.go.th
4. Wall GT, Davies DG, Crabtree M. Capacity implications of Advanced Stop Lines for cyclists - Prepared for Charging and Local Transport Division, Department for Transport. 2003;TRL Repor:1–52.
5. Minh CC, Sano K. Analysis of Motorcycle Effects To Saturation Flow Rate At Signalized Intersection in Developing Countries. J East Asia Soc Transp Stud. 2003;5(10):1211–1222.
6. Rongviriyapanich T, Supattrakul C. Effects of motorcycles on traffic operations on arterial streets. 2004.
7. Jirasak P, Yamploy K, Iti-Amorn R, Sukwimolseree T, Suriyavanagul P. A study of effects count-down signal type signalized intersection. 2004.
8. Bester CJ, Meyers WL. Saturation flow rates. SATC 2007 - 26th Annu South African Transp Conf Challenges Implement Policy. 2007;(July):560–8.
9. Dill J, Monsere CM, McNeil N. Evaluation of bike boxes at signalized intersections. Accid Anal Prev. 2012;44(1):126–134.
10. Satiennam T, Seedam A, Radpukdee T, Satiennam W, Pasangtiyo W, Hashino Y. Development of on-road exhaust emission and fuel consumption models for motorcycles and application through traffic microsimulation. J Adv Transp. 2017.
11. Sutandi AC, Siregar DD. Evaluation of Exclusive Stopping Space for Motorcycle at Signalized Intersections in Large Cities in Indonesia. MATEC Web Conf. 2017;103:4–11.
12. Transportation Research Board (TRB). Highway Capacity Manual 2000. Washington D.C; 2000.