



การศึกษาการเกิดเขตหนีเสียปะจระเข้จากความเร็วของรถยนต์และระยะห่างจาก ทางแยก ในเวลาเริ่มต้นของสัญญาณไฟเหลือง

A Study of the Dilemma Zone from Drivers Approach Speed and Distance from Intersection at the Beginning of the Yellow Signal

พงษ์พันธ์ แทนเกษม (Phongphan Tankasem)¹* ดร.อนุชาติ ถือนันต์ศักดิ์ศิริ (Dr.Anuchat Leeanansuksiri)*

ชัยชาญ ยูวนะศิริ (Chaichan Yuwanasiri) *

(Received: July 13, 2018; Revised: September 14, 2018; Accepted: September 19, 2018)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มุ่งเน้นถึงการเกิดเขตหนีเสียปะจระเข้ของทางแยกที่ควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจรจากปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง พื้นที่ศึกษาเป็นสี่แยกที่อยู่ในเขตชานเมืองจำนวน 3 ทางแยก การศึกษานี้ได้สำรวจข้อมูลความเร็วของรถที่เข้าสู่ทางแยก ระยะเวลาไฟเหลือง ระยะเวลาไฟแดงทุกด้าน ความกว้างของทางแยก และจำนวนของรถที่ฝ่าสัญญาณไฟแดงสำหรับการวิเคราะห์พิจารณาจากเปรียบเทียบระยะการหยุดรถที่ปลอดภัย ระยะทางไกลที่สุดที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกได้โดยไม่ต้องเร่งความเร็ว และระยะเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่าหากความเร็วที่เข้าสู่ทางแยกมีค่าประมาณ 53-63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และระยะห่างจากเส้นหยุดประมาณ 51-68 เมตร จะไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลือง 3 วินาที ทำให้เกิดเขตหนีเสียปะจระเข้และเสี่ยงต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดง ผลการศึกษาที่ได้ทำให้เข้าใจถึงการเกิดเขตหนีเสียปะจระเข้ รวมทั้งได้เสนอแนวทางในการแก้ไขและป้องกันปัญหา

ABSTRACT

This study focuses on the dilemma zone of intersections controlled by traffic signal from various factors. The study area is three intersections in the suburbs. This study investigated the speed of the vehicle approaching the intersection during the yellow light and all red, width of intersection, and the number of cars passing through the red-light. For analysis and consideration from the comparison of minimum stopping distance, maximum yellow-light-running distance, and the minimum duration of the yellow light. The results presented that if the speed at the intersection is about 53-63 km/hr. and the distance from the stop line is about 51-68 meters, it does not correlate with the duration of the yellow light signal for 3 seconds, so it is resulting in dilemma zone and risk of passing through the red-light. The results of the study have led to the understanding of the dilemma zone, and it has proposed ways to fix and prevent problems for developing of safety measures.

คำสำคัญ: ความเร็วที่เข้าสู่ทางแยก สัญญาณไฟเหลือง เขตหนีเสียปะจระเข้

Keywords: Approach speed, Amber signal, Dilemma zone

¹ Correspondent author: civilphongphan@gmail.com

* อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทนำ

ถนนเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาความเจริญเติบโตทางด้านต่างๆ ของประเทศ ทั้งนี้เมื่อมีจำนวนถนนมากขึ้น ปริมาณจราจรที่สูงขึ้น ทำให้มีการขยายตัวของชุมชน มีการเชื่อมต่อระหว่างถนนเป็นทางแยกมากขึ้น ซึ่งหากบริเวณดังกล่าวมีปริมาณจราจรสูงจำเป็นต้องมีการควบคุมการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรที่เข้าสู่ทางแยกเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ถนน วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการควบคุมทางแยก คือ การใช้สัญญาณไฟจราจรซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการกำหนดสิทธิให้ยานพาหนะในแต่ละทิศทางเคลื่อนที่โดยไม่เกิดการขัดแย้งของกระแสจราจรหรือเกิดจุดตัดจากกระแสจราจรจากการเคลื่อนที่ผ่านทางแยก ทำให้ผู้ขับขี่ผ่านทางแยกได้อย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตามจากข้อมูลอุบัติเหตุทางถนนพบว่าอุบัติเหตุบริเวณทางแยกคิดเป็นร้อยละ 5-7 ของตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุทางถนนทั้งหมด [1-2] โดยเฉพาะทางแยกที่มีการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร หากผู้ขับขี่มีพฤติกรรมฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดง จะส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงที่ผู้ขับขี่เหล่านั้นจะเกิดอุบัติเหตุ และอาจรุนแรงถึงขั้นทำให้ผู้ประสบเหตุเสียชีวิตได้ ทั้งนี้ปัญหาการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงอาจเกิดขึ้นได้จากความตั้งใจฝ่าฝืนกฎจราจรและในบางกรณีอาจเกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ ทั้งนี้อุบัติเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ขับขี่ เช่น เพศ อายุ การศึกษา ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดง [3-7] เป็นต้น และปัจจัยจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองและไฟแดง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงต้นและปลายของรอบสัญญาณ [5,8] หรือการที่ยานพาหนะใช้ความเร็วสูงเข้าสู่ทางแยก ความแปรปรวนกระแสจราจรที่เข้าสู่ทางแยก หรือทางแยกที่ตั้งอยู่ในเขตชานเมืองหรือนอกเมือง [8-12] รวมทั้งลักษณะกายภาพของทางแยก การมองเห็นทางแยกและป้ายเตือนสัญญาณไฟจราจร การมีปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกต่ำ ไม่มีการควบคุมทางแยกโดยตำรวจ [3-4,7] เป็นต้น ทั้งนี้การฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงอาจเกิดขึ้นได้จากความสับสนของผู้ขับขี่ในช่วงเริ่มต้นสัญญาณไฟเหลือง ซึ่งหากผู้ขับขี่จากการใช้ความเร็วที่เข้าสู่ทางแยกสูง หรือลักษณะกายภาพของทางแยกและระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองไม่เหมาะสม อาจส่งผลทำให้ผู้ขับขี่คนดังกล่าวไม่สามารถหยุดรถได้ก่อนถึงเส้นหยุดยุด หรือหากตัดสินใจขับผ่านผู้ขับขี่นั้นจะไม่สามารถขับรถผ่านทางแยกได้ สถานการณ์ดังกล่าวเรียกว่าเขตหนีเสือปะจระเข้ ดังแสดงในภาพที่ 1 [12] ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาอุบัติเหตุจากการถูกชนจากด้านท้าย หรือถูกชนจากด้านข้างได้ ทางแยกที่ควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจรจึงควรมีการตรวจสอบการเกิดเขตหนีเสือปะจระเข้เพื่อลดการเกิดปัญหาอุบัติเหตุดังกล่าว ทั้งนี้ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตำแหน่งที่จะเกิดเขตหนีเสือปะจระเข้มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องจึงเป็นการยากที่จะกำหนดตำแหน่งดังกล่าว [13] ซึ่งจากงานวิจัยในต่างประเทศพบว่าตำแหน่งที่ทำให้เกิดเขตหนีเสือปะจระเข้จะอยู่ในช่วงเวลา 2.5-5.0 วินาที [14] จากเส้นหยุดยุด แต่ทั้งนี้ในแต่ละทางแยกมีปัจจัยที่มีความแตกต่างกัน เช่น ความเร็วที่เข้าสู่ทางแยก ระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลือง ความกว้างของทางแยก เป็นต้น จึงอาจส่งผลให้ตำแหน่งที่เสี่ยงต่อการเกิดเขตหนีเสือปะจระเข้แตกต่างกัน ดังนั้นหากสามารถกำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองให้สอดคล้องกับความเร็ว และลักษณะทางกายภาพของทางแยก รวมทั้งทราบถึงตำแหน่งที่จะให้เกิดการเกิดเขตหนีเสือปะจระเข้ จะทำให้เข้าใจถึงปัญหาและสามารถแก้ไขหรือป้องกันปัญหาอุบัติเหตุที่ทางแยกจากการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ความเร็วของรถยนต์ที่เข้าสู่ทางแยก ณ ตำแหน่งเริ่มสัญญาณไฟเหลือง ต่อการเกิดเขตหนีเสือปะจระเข้
2. เพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองที่เหมาะสม



วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พิจารณาสี่แยกที่ตั้งอยู่ในเขตชานเมือง จำนวน 3 ทางแยกโดยทั้งสามทางแยกมีลักษณะทางกายภาพของถนนใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 2 (A หมายถึง สี่แยก ถนนเลี้ยวเมือง (ทล.230) ตัดกับ ถนนกลางเมือง (ทล.2424) หรือสี่แยกเคหะ, B หมายถึง สี่แยกถนนมะลิวัลย์ (ทล.12) ตัดกับ ถนน (ทล.2062) หรือสี่แยกบ้านห่ม และถนน (ขก.2009) และ C หมายถึง สี่แยกถนนเลี้ยวเมืองขอนแก่น (ทล.230) ตัดกับ ถนนเหล่าธานี (ทล.2131) หรือสี่แยกบ้านสะอาด) ดังแสดงในภาพที่ 2

การสำรวจข้อมูลความเร็ว

สำรวจความเร็วของรถยนต์ที่เข้าสู่ทางแยก การศึกษานี้พิจารณาขนาดพาหนะประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล เนื่องจากเป็นยานพาหนะที่มีสัดส่วนมากที่สุดสำหรับเขตชานเมือง [4,15]

สำรวจข้อมูลในช่วงเวลา 09:00-11:00 น. ซึ่งปริมาณในพื้นที่จราจรมีปริมาณน้อยในช่วงกลางวัน [15]

สำรวจข้อมูลในวันปกติ (วันอังคาร-วันพฤหัสบดี) จำนวน 2 วันแล้วหาค่าเฉลี่ย

สำรวจข้อมูลความเร็วในทิศทางที่รถยนต์ใช้ความเร็วสูงที่สุดเมื่อเทียบกับทิศทางอื่น จำนวนตัวอย่าง 200 คัน [16-17] ต่อการวิเคราะห์ในแต่ละจุด

ตำแหน่งที่สำรวจความเร็วจำนวน 4 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งที่ไกลจากเส้นหยุดมากที่สุด พิจารณาจากความเร็วที่เข้าสู่ทางแยกคูณกับเวลาทั้งหมดในช่วงสัญญาณไฟเหลืองของแต่ละทางแยก (อ้างอิงจากช่วงเวลาที่รถอยู่ห่างจากเส้นหยุด 2.5-5.0 วินาที [14]) สำหรับตำแหน่งอื่นๆ จะเป็นระยะที่ลดลงตำแหน่งละ 10 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 3

สำรวจข้อมูลความเร็วโดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วแบบพกพา (Radar speed gun)

การสำรวจช่วงเวลาของสัญญาณไฟเหลืองและไฟแดงทุกด้าน

สำรวจระยะเวลาของช่วงสัญญาณไฟเหลือง และสัญญาณไฟแดงทุกด้านในเวลาที่สำรวจข้อมูลความเร็ว โดยการนาฬิกาจับเวลาจำนวน 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย (การวิเคราะห์พิจารณาเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม)

การสำรวจลักษณะกายภาพของทางแยก

สำรวจลักษณะกายภาพของทางแยก โดยการสำรวจความกว้างของทางแยกจากแนวเส้นหยุดของทางแยกทั้งสองฝั่งและความกว้างของช่องจราจร สำรวจโดยใช้สิ่ววัดระยะทาง ทำการสำรวจจำนวน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็ว ผู้วิจัยใช้ค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นตัวแทนสำหรับการวิเคราะห์ความเร็วเข้าสู่ทางแยก ทั้งนี้การวิเคราะห์การเกิดเขตหนีเสือประจระเข้ พิจารณาจากผลต่างของระยะทางการเคลื่อนของรถยนต์ในช่วงสัญญาณไฟเหลืองของ X_c และ X_0 [18] (สมการที่ 1 และ 2) ดังแสดงในภาพที่ 4 [13] และพิจารณาระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองที่เหมาะสม โดยคำนวณจากระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองที่น้อยที่สุด (τ_{min}) แสดงในสมการที่ 3

$$x_c = v_0 \delta + \frac{v_0^2}{2a} \quad (1)$$

โดยที่

X_c หมายถึง ระยะวิกฤต หรือระยะทางที่สั้นที่สุดของรถยนต์ที่สามารถหยุดได้อย่างรู้สึกสบาย (เมตร)

v_0 หมายถึง ความเร็วของยานพาหนะก่อนการแตะเบรก หรือความเร็วต้น (เมตร/วินาที)

a หมายถึง ความหน่วงของยานพาหนะ มีค่า 3.05 (เมตร/วินาที²) [19]

δ หมายถึง เวลาการรับรู้และเกิดปฏิกิริยา มีค่า 1.00 วินาที [19]

$$x_0 = v_0 \tau - (w + l) \quad (2)$$

โดยที่

X_0 หมายถึง ระยะทางที่สามารถเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุดและผ่านทางแยกได้โดยไม่ต้องเร่งความเร็ว (เมตร)

τ หมายถึง ระยะเวลาช่วงไฟเหลือง (วินาที)

w หมายถึง ความกว้างของทางแยก (เมตร)

l หมายถึง ความยาวของยานพาหนะเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจ (4.60 เมตร)

$$\tau_{\min} = \delta + \frac{v_0}{2a} + \frac{w+l}{v_0} \quad (3)$$

โดยที่

τ_{\min} หมายถึง ระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองที่น้อยที่สุด (วินาที)

ระยะเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุดข้างต้น เป็นระยะเวลาที่ผู้ขับขี่สามารถหยุดรถได้ทันอย่างปลอดภัยและรู้สึกสบาย หรือ ผ่านแยกไปได้ทัน โดยไม่ต้องเร่งความเร็ว ทั้งนี้การเกิดเขตหนีเสียจะเกิดขึ้นเมื่อ X_c มากกว่า X_0 (ภาพที่ 4) รวมทั้งหากระยะเวลาไฟเหลืองที่วิเคราะห์ได้จะต้องมีค่าต่ำกว่าผลรวมของระยะเวลาไฟเหลืองและระยะเวลาไฟแดงทุกด้าน

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา โดยพบว่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของทั้งสามทางแยกมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 60-70 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองของแต่ละทางแยกพบว่าสี่แยกเคหะ (A) และสี่แยกบ้านสะอาด(C) มีระยะเวลาไฟเหลือง 5 วินาที แต่สี่แยกบ้านท่อม (B) มีระยะเวลาไฟเหลือง 3 วินาที สำหรับการสำรวจสัญญาณไฟแดงทุกด้าน พบว่าทั้งสามทางแยกมีค่า 2 วินาทีเท่ากัน สำหรับความกว้างของทางแยกพบว่าสี่แยกเคหะ(A) และสี่แยกบ้านท่อม(B) มีความกว้างใกล้เคียงกันโดยมีค่าประมาณ 30 เมตร แต่สี่แยกบ้านสะอาด (C) มีความกว้างของทางแยกมากที่สุดโดยมีค่าประมาณ 40 เมตร

ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด

จากผลการสำรวจความเร็วที่เข้าสู่ทางแยก สามารถวิเคราะห์ระยะทางที่รถเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุดจากตัวแปรความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ และช่วงเวลาของสัญญาณไฟเหลืองทั้งหมด โดยพบว่าสี่แยกเคหะ (A) รถสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 95.46 เมตร สี่แยกบ้านท่อม (B) รถสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 56.54 เมตร และสี่แยกบ้านสะอาด



(C) รถสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 88.46 เมตร ทั้งนี้ระยะทางดังกล่าวจะถูกใช้เป็นระยะอ้างอิง ณ ตำแหน่งที่ไกลที่สุดจากเส้นหยุด สำหรับการสำรวจข้อมูลความเร็วของรถยนต์ที่เข้าสู่ทางแยก เพื่อวิเคราะห์การเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้

การวิเคราะห์ระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองที่น้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าความเร็วที่เข้าสู่ทางแยก ณ ตำแหน่งต่างๆ ทั้งสี่ตำแหน่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองที่น้อยที่สุด พบว่าสี่แยกเคหะ (A) และสี่แยกบ้านทุ่ม (B) มีเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุดใกล้เคียงกันมีค่าประมาณ 5.70-5.98 วินาที สี่แยกบ้านสะอาดควรมีเวลาไฟเหลืองประมาณ 7.90-8.20 วินาที ทั้งนี้โดยทั่วไปการกำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองจะอยู่ในช่วง 3-5 วินาที ซึ่งหากกรณีวิเคราะห์เวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุดได้มากกว่า 5 วินาที เวลาที่เกินจะถูกกำหนดให้เป็นระยะเวลาไฟแดงทุกด้านแทน

การวิเคราะห์การเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้

ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าตำแหน่งรถยนต์ที่เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์การเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้ของสี่แยกเคหะ (A) และสี่แยกบ้านสะอาด (C) ทั้ง 4 ตำแหน่งอยู่ไกลจากเส้นหยุดมากกว่าระยะที่สามารถหยุดรถได้อย่างรู้สึกสบายหรือระยะหยุดวิกฤต (X_c) หรือไม่อยู่ในเขตหนีเสือปะจระเข้ ส่งผลทำให้ ณ ตำแหน่งดังกล่าวรถยนต์ส่วนใหญ่จะตัดสินใจหยุดรถ แต่สำหรับสี่แยกบ้านทุ่ม (B) พบว่าระยะวิกฤต (X_c) มีระยะมากกว่าระยะไกลที่สุดที่รถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกโดยไม่ต้องเร่ง (X_0) และตำแหน่งทั้งสี่จากการวิเคราะห์ฯ อยู่ในเขตเขตหนีเสือปะจระเข้โดยมีระยะทางประมาณ 40-50 เมตร หรือระยะประมาณ 51-68 เมตร จากเส้นหยุด ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งอธิบายได้ว่าหากผู้ขับขี่อยู่ในระยะดังกล่าว และใช้ความเร็วประมาณ 53-63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีระยะเวลาสัญญาณไฟเหลือง 3 วินาที และระยะเวลาของสัญญาณไฟแดงทุกด้าน 2 วินาที จะส่งผลทำให้มีแนวโน้มสูงที่ฝ่าสัญญาณไฟแดง เนื่องจากไม่สามารถหยุดรถก่อนถึงเส้นหยุด หรือไม่สามารถข้ามผ่านทางแยกในช่วงเวลาของสัญญาณไฟเหลืองและไฟแดงทุกด้านจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวทำให้สี่แยกบ้านทุ่ม (B) เกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจจำนวนการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงที่ของทางแยกทั้งสาม โดยพบว่าสี่แยกบ้านทุ่ม (B) มีสัดส่วนของการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงสูงที่สุด (ประมาณร้อยละ 5 ของปริมาณรถยนต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ฯ) ขณะที่ทางแยกอื่นมีสัดส่วนการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงประมาณร้อยละ 0.50-1.00 แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องของการกำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลือง

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้ ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ ระยะทางจากเส้นหยุดในช่วงเริ่มต้นของสัญญาณไฟเหลือง ความเร็วที่เข้าสู่ทางแยก ระยะเวลาของช่วงไฟเหลืองและไฟแดงทุกด้าน รวมทั้งความกว้างของทางแยก ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญการกำหนดระยะเวลาในช่วงสัญญาณไฟเหลืองและไฟแดงทุกด้าน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดง โดยควรกำหนดระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองจากการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันการเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้ ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าสี่แยกบ้านทุ่ม (B) ควรเพิ่มระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองจาก 3 วินาทีเป็น 4-5 วินาทีควบคู่การใช้สัญญาณไฟทุกด้าน 2 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 5 จึงจะทำให้รถสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางสำหรับทางแยกได้สำหรับสี่แยกเคหะ (A) และสี่แยกบ้านสะอาด (B) สามารถใช้ระยะเวลาสัญญาณไฟเหลืองและเวลาไฟแดงทุกด้านเช่นเดิมได้ ทั้งนี้ตำแหน่งของการเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้มีความแตกต่างกันทั้งในทางแยกเดียวกันและต่างทางแยก สำหรับการศึกษานี้ได้กำหนดขอบเขตของการเกิดเหตุหนีเสือปะจระเข้ในช่วง 2.5-5.0 วินาที จากเส้นหยุด [10] ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศพบว่าระยะเวลาที่ทำให้รถยนต์เคลื่อนที่จนถึงเส้นหยุดจากการวิเคราะห์

โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์เรื่องของเวลาที่ทำให้เกิดเหตุหนีเสื้อปะจระเข้มีความแตกต่างกัน เช่น 2.0-4.5 วินาที [20] หรือ 3.3-5.3 วินาที [21] หรือ 1.7-4.7 วินาที [22] เป็นต้น ระยะเวลาดังกล่าวมีผลต่อตำแหน่งของการเกิดเหตุหนีเสื้อปะจระเข้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นกำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองและไฟแดงทุกด้าน ควรมีการวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการกำหนดระยะเวลาของสัญญาณไฟเหลืองให้เพียงพอ พิจารณาระยะหยุดวิกฤต (X_c) ให้มีค่ามากกว่าระยะไกลที่สุดที่รถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกโดยไม่ต้องเร่ง (X_0) รวมทั้งควรมีการเพิ่มการรับรู้แก่ผู้ขับขี่ก่อนถึงทางแยกเพื่อให้สามารถตัดสินใจหยุดรถหรือเคลื่อนที่ผ่านทางแยกในช่วงสัญญาณไฟเหลืองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งการศึกษาและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศได้เสนอมาตรการทางวิศวกรรมต่างๆ เช่น การใช้เทคโนโลยีสำหรับการตรวจจับยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้าสู่ทางแยก [23-24] ติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจรแบบแปรผันตามปริมาณจราจร [25-27] สัญญาณไฟเขียวกระพริบก่อนเริ่มสัญญาณไฟเหลืองร่วมกับการติดตั้งป้ายเตือน "เตรียมหยุดเมื่อไฟกะพริบ" [28] การจำกัดความเร็วของยานพาหนะเพื่อควบคุมความเร็วก่อนเข้าสู่ทางแยก [29-30] การใช้เทคโนโลยีการตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดง ร่วมกับการติดตั้งป้ายเตือนการตรวจจับฯ [31-32] รวมทั้งการปรับปรุงทัศนวิสัยเพื่อเพิ่มการมองเห็นทางแยก ป้ายเตือน และสัญญาณไฟจราจรให้ดียิ่งขึ้น เป็นต้น ทั้งนี้หากสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดเหตุหนีเสื้อปะจระเข้ได้ ถือได้ว่าเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญซึ่งมีความที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุทางถนนบริเวณทางแยก รวมไปถึง โดยเฉพาะพฤติกรรมการใช้ความเร็วที่ไม่เหมาะสมก่อนการเข้าสู่ทางแยกและการฝ่าสัญญาณไฟแดงทั้งแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจ ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้ใช้ถนนมีความปลอดภัยสำหรับการใช้ทางแยกเพิ่มมากขึ้น สำหรับการศึกษาในอนาคตควรมีพิจารณาระยะเวลาทางที่มีผลต่อการเกิดเหตุหนีเสื้อปะจระเข้ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้ถนนให้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งควรสำรวจข้อมูลความเร็ว ปริมาณจราจร สัดส่วนของผู้ฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงในช่วงเวลาอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน และควรมีการศึกษาระยะเวลาการรับรู้การเกิดอุบัติเหตุในช่วงสัญญาณไฟเหลืองของผู้ใช้รถแต่ละประเภท เพื่อให้สามารถเข้าใจและอธิบายการเกิดเหตุหนีเสื้อปะจระเข้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดมาตรการที่สามารถแก้ไขปัญหาเหตุหนีเสื้อปะจระเข้และการควบคุมพฤติกรรมรถฝ่าไฟแดงของผู้ขับขี่ได้เหมาะสมและดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Department of Highways [Internet]. 2016. [update 2016 Jan 1; cited 2016 Nov 10]. Available from: <http://bhs.doh.go.th/statistic/area>
2. Department of Rural Roads. Road safety principle manual. road safety audit and improvement manual for department of rural roads. Ministry of Transport, Thailand; 2017. Thai.
3. Tiyaubtr T, Satiennam W, Satiennam T. Application of the Theory of Planned Behavior (TPB) to study the factors effect to motorcyclist's intention to run red light. The 20th National Convention on Civil Engineering; 2015 July 8-10; Chonburi. Thailand; 2015. Thai.
4. Tankasem P, Jantosut P, Satiennam T, Yuwanasiri C. Psychological factors influencing red light running intentions at the junction with red light camera enforcement: a case of Thapra junction Khon Kaen province. Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University. 2018; 20(1): 143-157. Thai.
5. Retting RA, Williams AF. Characteristics of red-light violators: results of a field investigation. Journal of Safety Research. 1996; 27(1): 9-15.



6. Dinh DD, Kubota H. Speeding behavior on urban residential streets with a 30 km/h speed limit under the frame work of the Theory of Planned Behavior. *Transport Policy*. 2013; 29: 199-208.
7. Jengsupakarn A. Factors influencing red light running behavior: a study of socio-economic characteristics and geometry of intersections. [MEng thesis].Asian Institute of Technology; 2013.
8. Wu C, Yao L, Zhang K. The red-light running behavior of electric bike riders and cyclists at urban intersections in China: an observational study. *Accident Analysis & Prevention*. 2012; 49: 186-192.
9. Wu M, Ma W, LiLi. Characterize Dilemma zone and minimize its effect at coordinated signalized intersections. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2013; 96: 766-778.
10. Panagiotis P. Driver behaviour, dilemma zone and safety effects at urban signalized intersections in Greece. *Accident Analysis & Prevention*. 2006; 39(1): 147-158.
11. Sharma A, Bullock D, Peeta S. Estimating dilemma zone hazard function at high speed isolated intersection. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2010; 19(3): 400-412.
12. Hurwitz DS, Knodler Jr MA, Nyquist B. Evaluation of driver behavior in type II dilemma zones at high-speed signalized intersections. *Journal of Transportation Engineering*. 2011; 137:277-286.
13. Li Z, Wei H. Modeling dynamics of dilemma zones by formulating dynamical contributing factors with video-observed trajectory data. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2013; 80: 880 – 900.
14. Parsonson PS, Roseveare RW, Thomas JM. Small-area detection at intersection approaches. *Journal of Transportation Engineering*. 1974; 44(5). 8-17.
15. Expressway Authority of Thailand. Khon Kaen expressway masterplan. Ministry of Transport, Thailand; 2015. Thai.
16. Thailand Accident Research Center (TARC). Safe driving speed. Asian Institute of Technology; 2008. 114-115. Thai.
17. Ewing R. Traffic calming impacts. in traffic calming: state and practice. Institute of Transportation Engineers. 1999. 99–126.
18. Gazis D, Herman R, Maradudin A. The problem of the amber signal light in traffic flow. *Operations Research*. 1960; 8(1): 112-132.
19. Institute of Traffic Engineers. Traffic engineering handbook 6th edition, institute of traffic engineers. Prentice Hal; 2009.
20. Zegeer C. Effectiveness of green-extension systems at high-speed intersections. Kentucky Department of Transportation. Research Report. 1977. 472.
21. Bonneson JA, McCoy PT, Moen BA. Traffic detector design and evaluation guidelines. Finl report. Research report no. TRP-02-31-93. Lincoln Neb. Nebraska Department of Roads. 1994.
22. Bonneson JA, McCoy PT. Traffic detector designs for isolated intersections. *ITE Journal*. 1996; 66(8): 42-47.
23. Lin, X. & Lin, C. Engineering Countermeasures to Reducing Unintentional Yellow-light Running Owing to Dilemma Zone. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2013; (96): 900-904.

24. Savolainen PT, Sharma A, Gates TJ. Driver Decision-Making in the Dilemma Zone - Examining the Influences of Clearance Intervals, Enforcement Cameras and the Provision of Advance Warning Through A Panel Data Random Parameters Probit Model. *Accident Analysis & Prevention*. 2015; (96): 351-360.
25. Energy Policy and Planning Office. Ministry of Energy. Final Report; Guidelines for Improvement of Traffic Signal System on the Main Transport Routes for Reducing Energy Consumption in the Transportation Sector. Institute of Engineering, Suranaree University of Technology; 2014. Thai.
26. Promraksa T, Satiennam T, Satiennam W. A Study of Vehicle Actuated Signal Control for Coordinated Intersections. The 10th National Transport Conference. December 18, Chiang Mai; 2015. Thai.
27. Department of Highways. Final Report; Efficiency increasement of Traffic Control Management in Rural City and Urban City for Supporting Thailand towards the AEC. Kasetsart University.; 2015. Thai.
28. Tang KXu, Y. Wang F, Oguchi T. Exploring Stop-Go Decision Zones at Rural High-Speed Intersections with Flashing Green Signal and Insufficient Yellow Time in China. *Accident Analysis & Prevention*. 2016; (95): 470-478.
29. Tankasem P, Satiennam T, Satiennam W. Evaluation of Speed Control Measure by Automatic Speed Enforcement System on Mittraphap Road through Khon Kaen City in Initial Period. The 21st National Convention on Civil Engineering. June 28-30, Songkhla, Thailand; 2016. Thai
30. Tankasem P, Satiennam T, Satiennam W, Chatbunchachai W. Speed Control Measure by Automatic Speed Enforcement System on Mittraphap Road through Khon Kaen City. The 13th Thailand Road Safety Seminar: Invest for Sustainable Road Safety. December 6-7. Bangkok International Trade & Exhibition Centre (BITEC), Bangkok, Thailand; 2017. Thai.
31. Wonghabut P, Ung-arunyawee R, Satiennam T, Leelapatra W, Jantosut P, Kumphong J. Development of Program for Red Light Running Violation and Helmet Wearing Using CCTV Camera. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*. 2018; 19 (2). Thai.
32. Wonghabut P, Ung-arunyawee R, Satiennam T, Kumphong J, Leelapatra W. Traffic Light Color Identification for Automatic Traffic Light Violation Detection System. The 4th International Conference on Engineering Applied Sciences and Technology. July 4-7, Phuket, Thailand; 2018.

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของทางแยกและความเร็วของรถยนต์

ลำดับ ที่	ชื่อทางแยก	ความเร็วเข้าสู่ ทางแยก* (กม./ชม.)	ระยะเวลา ไฟเหลือง (วินาที)	ระยะเวลา ไฟแดง ทุกด้าน (วินาที)	ความกว้าง ของทางแยก (เมตร)	ระยะทางที่รถ เคลื่อนที่ ได้ไกลที่สุด** (เมตร)
1.	สี่แยกเคหะ (A)	68.73	5	2	28	95.46
2.	สี่แยกบ้านห่ม (B)	67.85	3	2	29	56.54
3.	สี่แยกบ้านสะอาด (C)	63.69	5	2	40	88.46

หมายเหตุ: * หมายถึง ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ในไทย

** หมายถึง ระยะทางที่รถยนต์เคลื่อนที่ได้ไกลที่สุดในช่วงสัญญาณไฟเหลือง



ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุด

ตำแหน่ง ที่	ระยะจากทางเส้นหยุด (เมตร)			ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (กม./ชม.)			ระยะเวลา ไฟเหลืองที่น้อยที่สุด (วินาที)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1.	95.46	56.54	88.46	42.14	63.14	52.70	5.70	5.79	7.95
2.	85.46	46.54	78.46	37.20	59.40	50.00	5.85	5.74	7.99
3.	75.46	36.54	68.46	36.31	57.22	49.10	5.89	5.72	8.01
4.	65.46	26.54	58.46	34.35	53.26	42.80	5.98	5.70	8.20

หมายเหตุ: A หมายถึง สี่แยกเคหะ, B หมายถึง สี่แยกบ้านทุ่ง และ C หมายถึง สี่แยกบ้านสะอาด

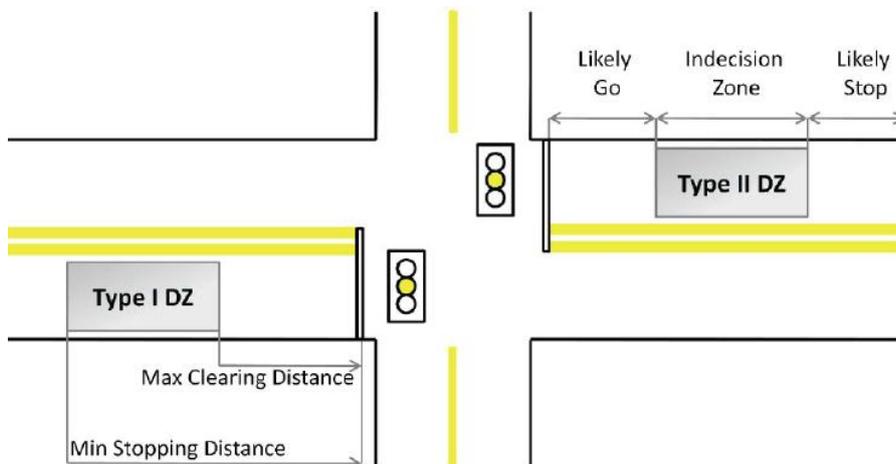
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระยะทางของเขตหนีเสือปะจระเข้

ตำแหน่ง ที่	ระยะที่หยุดรถได้อย่าง รู้สึกสบาย (X_c) (เมตร)			อยู่ในเขตหนีเสือปะ จระเข้ หรือไม่			ระยะทาง เขตหนีเสือปะจระเข้ (เมตร)			จำนวนรถยนต์ที่ ฝ่าสัญญาณไฟแดง (คัน)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1.	34.17	67.96	49.77	ไม่ใช่*	ใช่	ไม่ใช่*	-	48.94	-	-	5	1
2.	27.84	61.13	45.51	ไม่ใช่*	ใช่	ไม่ใช่*	-	45.23	-	1	5	2
3.	26.67	57.31	44.13	ไม่ใช่*	ใช่	ไม่ใช่*	-	43.23	-	-	3	1
4.	24.47	50.68	35.06	ไม่ใช่*	ใช่	ไม่ใช่*	-	39.9	-	1	6	-

**สัดส่วนการฝ่าสัญญาณไฟแดง (%) 0.50 4.75 1.00

หมายเหตุ: A หมายถึง สี่แยกเคหะ, B หมายถึง สี่แยกบ้านทุ่ง และ C หมายถึง สี่แยกบ้านสะอาด

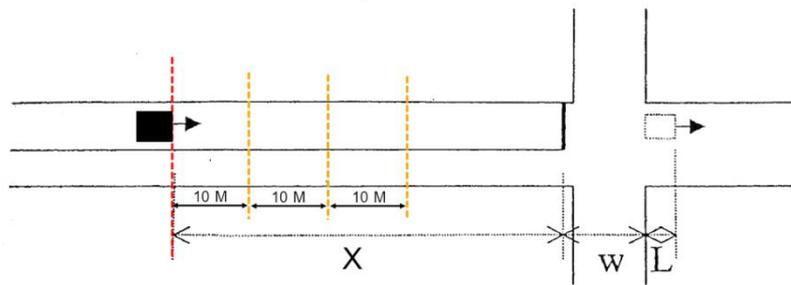
* หมายถึง ตำแหน่งของผู้ขับขี่ยังไม่ถึงเขตเขตหนีเสือปะจระเข้จึงควรหยุดรถ เนื่องจากมีระยะหยุดที่เพียงพอ



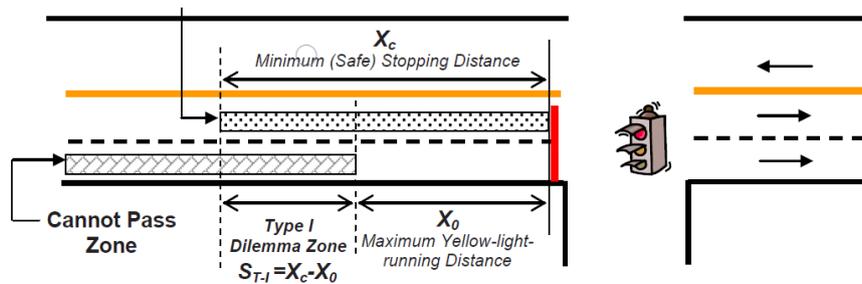
ภาพที่ 1 ลักษณะเขตหนีเสือปะจระเข้ [12]



ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาและทิศทางการสำรวจข้อมูล
 (A หมายถึง สี่แยกเคหะ B หมายถึง สี่แยกบ้านท่อม และ C หมายถึง สี่แยกบ้านสะอาด)



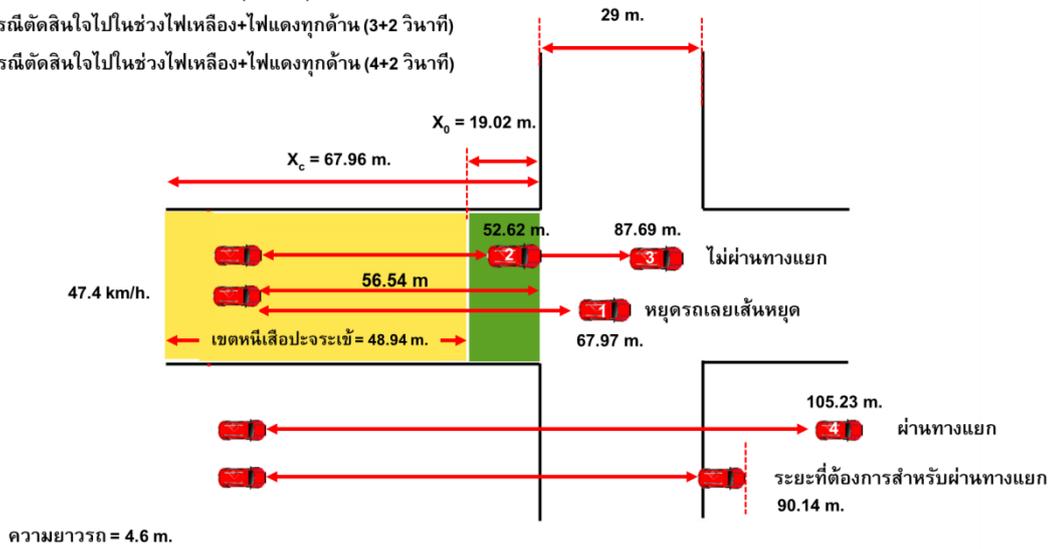
ภาพที่ 3 ตำแหน่งการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 4 การพิจารณาการเกิดเขตหนีเสียประจักษ์ [13]



- 1 กรณีคิดและตัดสินใจหยุดในช่วงไฟเหลือง (3 วินาที)
- 2 กรณีตัดสินใจไปในช่วงไฟเหลือง (3 วินาที)
- 3 กรณีตัดสินใจไปในช่วงไฟเหลือง+ไฟแดงทุกด้าน (3+2 วินาที)
- 4 กรณีตัดสินใจไปในช่วงไฟเหลือง+ไฟแดงทุกด้าน (4+2 วินาที)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างกรณีการตัดสินใจในช่วงเริ่มต้นของสัญญาณไฟเหลือง ณ สี่แยกบ้านทุ่ม (B)