การศึกษาการยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้าที่ทางข้ามภายในช่วงถนนแบบไม่มีสัญญาณไฟคนข้าม
Investigating of Pedestrian's Gap Acceptance at Unsignalized Mid-Block Crosswalks

พรเทพ พวงประโคน[1,*] กฤษณ เวหุดิตถ์[2] ปานเทพ เตชรัตน์[3] เกียรติศักดิ์ แซมทอง[4] และ พีระวัฒน์ มโนเจริญ[5]

[1-5] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; E-mail address: puangprakhon@gmail.com*

บทคัดย่อ

คนเดินเท้าเป็นองค์ประกอบที่มีความเปราะบางในระบบจราจร เนื่องจากคนเดินเท้าไม่มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนตัวในการลดความรุนแรงของอุบัติเหตุจราจรที่อาจเกิดขึ้น จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุรุนแรงมากกว่าคนกลุ่มอื่นที่ใช้พื้นที่ถนน บทความนี้ทำการศึกษาพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างในการข้ามถนนของคนเดินเท้า ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจเพื่อให้สามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย โดยเก็บข้อมูลพฤติกรรมการข้ามแบบจังหวะเดียว (one-stage crossing) บนทางข้ามที่อยู่ภายในช่วงถนนและไม่มีสัญญาณไฟคนข้ามจำนวน 6 แห่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร พบข้อมูลการข้ามถนนทั้งสิ้น 1,275 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่าการยอมรับช่องว่างเฉลี่ยของผู้ข้ามที่มีเพศชายและเพศหญิงเท่ากับ 6.12 และ 6.24 วินาที วัยรุ่น วัยทำงาน และสูงอายุเท่ากับ 6.03, 6.18 และ 6.33 วินาที การข้ามแบบเดี่ยวและกลุ่มเท่ากับ 6.17 และ 6.81 วินาที การข้ามในและนอกชั่วโมงเร่งด่วนเท่ากับ 6.72 และ 5.78 วินาที ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ได้นำเสนอข้อมูลช่องว่างวิกฤตจากการประมาณโดยวิธีการของ Raff ตามสถานการณ์ต่างๆ พบว่าช่องว่างวิกฤตของคนเดินเท้าในการข้ามถนนมีค่าระหว่าง 3.73 ถึง 5.75 วินาที โดยผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงประกอบการปรับปรุงและออกแบบทางข้ามให้มีความปลอดภัยต่อคนเดินเท้าได้ต่อไป

คำสำคัญ: คนเดินเท้า, ทางข้าม, การยอมรับช่องว่าง, ช่องว่างที่ถูกยอมรับ, ช่องว่างวิกฤต

Abstract

Pedestrians are considered as one of the most vulnerable components in traffic system. They are at higher risk of serious accidents than other road users because they do not have personal protective equipment to increase their safety while using the road. This article aims to study the pedestrian gap acceptance, which is one of the key factors affecting decision-making processes for safe crossing. The study was conducted by gathering the actual pedestrian crossing behavior at 6 unsignalized mid-block crosswalks in Bangkok. A total of 1,275 one-stage road crossing circumstances were found. The results showed that the average gap acceptance of male and female were 6.12 and 6.24 seconds, young, middle-aged and elderly were 6.03, 6.18 and 6.33 seconds, single and group crossing were 6.17 and 6.81 seconds, crossing during peak and off-peak periods were 6.72 and 5.78 seconds, respectively, and all factors were statically different. In addition, critical gap in various situations estimated from Raff's method were presented. It was found that the critical gaps of pedestrians crossing were ranging between 3.73 and 5.75 seconds. The results of the study can be used as information for further improvement and design of the crossing facilities to make them safer for pedestrian.

Keywords: pedestrian, crossing, gap acceptance, accepted gap, critical gap

1. บทนำ

ความปลอดภัยทางถนนเป็นประเด็นสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ เนื่องจากในแต่ละปีมีอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจจำนวนกว่า 1.8 ล้านล้านเหรียญสหรัฐต่อปี [1] สถิติในปี 2016 พบว่าในแต่ละปีมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรสูงถึง 1.35 ล้านคนทั่วโลก [2] ทั้งนี้ผู้เสียชีวิตจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนข้างต้น เป็นคนเดินเท้า ผู้ขับขี่จักรยาน และจักรยานยนต์ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรในประเทศที่กำลังพัฒนามีอัตราสูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วถึง 3 เท่า และมีจำนวนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

สำหรับสถานการณ์ในประเทศไทย ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนของกรมทางหลวงในช่วงปี 2556 – 2560 [3] บ่งชี้ว่าในแต่ละปีมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนกว่า 20,000 คน โดยอุบัติเหตุที่เกิดกับคนเดินเท้าเป็นอุบัติเหตุที่มีความรุนแรงสูงสุดในบรรดาอุบัติเหตุจากการจราจรทั้งหมด มีผู้เสียชีวิตเฉลี่ยสูงถึง 55 รายต่ออุบัติเหตุ 100 ครั้ง แนวโน้มความรุนแรงของอุบัติเหตุคนเดินเท้ายังเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2551 เป็นต้นมา ข้อมูลในปี 2560 พบว่าอุบัติเหตุคนเดินเท้ามีความรุนแรงมากกว่าอุบัติเหตุทั่วไปที่เกิดขึ้นบนทางหลวงประมาณ 4 เท่า นอกจากนี้ข้อมูล

ระหว่างปี 2558-2560 ยังพบว่าอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้าร้อยละ 57 เกิดขึ้นในขณะที่คนเดินเท้ากำลังข้ามถนน และจากจำนวนคนเดินเท้าที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทั้งหมด มีถึงร้อยละ 60 ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะข้ามถนน

ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟคนข้ามที่ตั้งอยู่ในช่วงถนน เป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุรุนแรงต่อคนเดินเท้ามากที่สุด เนื่องจากคนเดินเท้าต้องหาจังหวะและช่องว่างเพื่อข้ามถนนผ่านยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนตัวด้วยความเร็ว ข้อมูลการศึกษาทางข้ามในสหรัฐอเมริกาโดย Sandt และ Zegeer [4] บ่งชี้ว่าอุบัติเหตุกับคนเดินเท้าเกิดขึ้นที่ทางข้ามบริเวณช่วงถนนและไม่มีสัญญาณไฟคนข้ามถึงร้อยละ 79-89 จากทางข้ามทั้งหมด การศึกษาโดย Chu [5] พบว่าอุบัติเหตุที่ทางข้ามบริเวณช่วงถนนมีโอกาสทำให้คนเดินเท้าเสียชีวิตมากกว่าทางข้ามที่อยู่บริเวณทางแยก นอกจากนี้ Mohan และคณะ [6] ได้สำรวจข้อมูลอุบัติเหตุจาก 2 เมืองในประเทศอินเดีย พบว่าอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่ทางข้ามบริเวณช่วงถนนมีค่าสูงกว่า ร้อยละ 85 จากอุบัติเหตุจราจรที่ทำให้เสียชีวิตทั้งหมด

พฤติกรรมการข้ามถนนของคนเดินเท้าเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อน [7] การเข้าใจกระบวนการ ปัจจัยเสี่ยง และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของคนเดินเท้าในการข้ามถนนจะช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถดำเนินการต่างๆ เพื่อยกระดับความปลอดภัยให้แก่คนเดินเท้าได้ [8] เช่น การใช้มาตรการต่างๆ การจัดให้มีระยะมองเห็นสำหรับคนเดินเท้าที่เพียงพอ การเตรียมโครงสร้างพื้นฐานด้านการจราจรที่เหมาะสม หรือการปรับปรุงระบบจราจรในองค์รวมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เป็นต้น

บทความนี้ทำการศึกษาค่าการยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้าในการข้ามทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟที่อยู่บริเวณช่วงถนน โดยการเก็บข้อมูลด้วยการบันทึกวีดีโอในพื้นที่จริงจำนวน 6 พื้นที่ ในเขตกรุงเทพมหานคร ทำการวิเคราะห์และนำเสนอค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับและช่องว่างวิกฤตของคนเดินเท้าที่มีเพศ ช่วงอายุ และปัจจัยอื่นๆ แตกต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้บริหารจัดการทางข้ามให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้นต่อไป

เนื้อหาในการนำเสนอของบทความนี้แบ่งเป็น 5 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 บทนำ ที่มาและความสำคัญของการศึกษา ส่วนที่ 2 การยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้า รวมทั้งการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 วิธีการศึกษาและรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา ส่วนที่ 4 ผลและการวิเคราะห์การศึกษาจำแนกตามปัจจัยต่างๆ และส่วนที่ 5 สรุปผลการศึกษา รวมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต

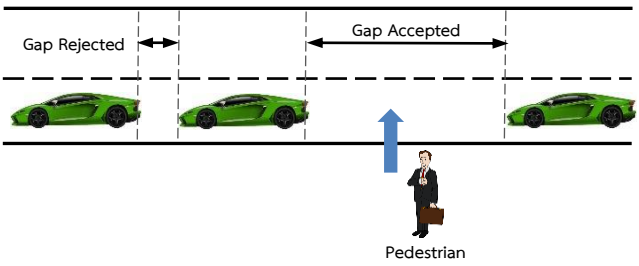
2. การยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้า

2.1 นิยามของช่องว่าง (definition of gap)

ช่องว่าง (gap) ที่คนเดินเท้าต้องพิจารณาในการข้ามทางข้าม คือ ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่แล่นเข้ามายังบริเวณทางข้าม โดย Highway Capacity Manual (HCM) [9] ได้ให้นิยามช่องว่างวิกฤต (critical gap) หมายถึง ช่องว่างที่มีระยะเวลา (วินาที) น้อยที่สุด ที่คนเดินเท้าจะตัดสินใจข้ามถนนในสถานการณ์นั้นๆ โดยคนเดินเท้าจะใช้วิจารณญาณของตนในการประเมินช่องว่างที่มีอยู่ ว่ามีระยะเวลาเพียงพอที่จะข้ามถนนได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ โดยหากช่องว่างที่มีอยู่มีระยะเวลาสูงกว่าช่องว่างวิกฤตคนเดินเท้าจะตัดสินใจข้ามถนน แต่หากช่องว่างที่มีอยู่มีระยะเวลาน้อยกว่าช่องว่างวิกฤตคนเดินเท้าจะตัดสินใจไม่ข้ามถนน

2.2 การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้า

การยอมรับช่องว่างในการข้ามถนน เป็นกระบวนการที่คนเดินเท้าแต่ละคนจะต้องเลือกช่องว่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนตัวเข้าสู่ทางข้ามอย่างเหมาะสมเพื่อข้ามทางข้าม ดังรูปที่ 1 พฤติกรรมการยอมรับช่องว่างขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อาทิ ปัจจัยจากตัวผู้ข้ามเอง ปัจจัยจากผู้ขับขี่ยานพาหนะ ปัจจัยทางด้านกายภาพของถนน รวมทั้งสภาพจราจรและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ทั้งนี้ในกระบวนการข้ามถนนโดยเฉพาะทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟคนข้าม ผู้ข้ามต้องสังเกตยานพาหนะที่กำลังวิ่งเข้าสู่บริเวณทางข้าม วิเคราะห์ระยะห่าง ความเร็วและคาดการณ์เวลาที่ยานพาหนะจะมาถึงทางข้าม จากนั้นตัดสินใจเลือกช่องว่างที่เหมาะสมเพื่อข้ามทางข้าม ช่องว่างที่ถูกยอมรับนี้ (accepted gap) โดยทั่วไปได้รับการนิยามว่าคือระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่แล่นเข้าสู่ทางข้ามและมีหน่วยเป็นวินาที [10-11] ช่องว่างที่ถูกยอมรับจะมีค่าแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น



รูปที่ 1 ช่องว่างที่ถูกยอมรับและปฏิเสธ

จากความสำคัญและความซับซ้อนของกระบวนการตัดสินใจข้ามถนนดังที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ทำให้มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้าเป็นจำนวนมาก เช่น Brewer และคณะ [12] ทำการศึกษาทางข้ามจำนวน 42 แห่ง ใน 7 มลรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่าระหว่าง 5.3 ถึง 9.4 วินาที โดยพบว่าค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางที่ต้องข้ามสูงขึ้น Nor และคณะ [11] ทำการศึกษาทางข้ามจำนวน 6 แห่ง ในกรุงกัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย พบว่าค่าเฉลี่ยของช่องว่างที่ถูกยอมรับของเพศชายและหญิงมีค่า 4.1 และ 5.4 วินาที ตามลำดับ การข้ามแบบเป็นกลุ่มมีค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ย 4.9 วินาที โดยผู้วิจัยให้ความเห็นว่าการข้ามเป็นกลุ่มทำให้ผู้ข้ามรู้สึกปลอดภัย ดังนั้นผู้ข้ามโดยเฉพาะผู้ข้ามที่เป็นเพศหญิงจึงมีแนวโน้มยอมรับช่องว่างที่น้อยลงกว่าการข้ามคนเดียว Arman และคณะ [13] ทำการศึกษาการใช้ทางข้ามบริเวณทางแยกและทางข้ามในช่วงถนน ในเมืองเตหะราน ประเทศอิหร่าน พบว่าที่ทางข้ามบริเวณทางแยก เพศชายและเพศหญิงยอมรับช่องว่างเฉลี่ยที่ 9.44 และ 11.03 วินาที

ตามลำดับ ส่วนบริเวณทางข้ามในช่วงถนน เพศชายและเพศหญิงยอมรับช่องว่างเฉลี่ยที่ 9.03 และ 9.63 วินาที ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตถึงค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับที่มีค่าค่อนข้างสูงว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากพฤติกรรมการใช้โทรศัพท์ โดยพบผู้ข้ามที่ใช้โทรศัพท์ขณะข้ามทางข้ามบริเวณทางแยกและทางข้ามในช่วงถนน เป็นจำนวนมากถึง ร้อยละ 41.2 และ 39.7 ตามลำดับ

นอกจากการศึกษาค่าการยอมรับช่องว่างเฉลี่ยของคนเดินเท้ากลุ่มต่างๆ แล้ว การศึกษาที่ผ่านมาจำนวนมากมีการพิจารณาถึงช่องว่างวิกฤตหรือช่องว่างขนาดเล็กที่สุดที่ผู้ข้ามจะยอมรับและตัดสินใจข้ามถนน ในสถานการณ์ต่างๆ เช่น Purwanto และ Siregar [14] ทำการศึกษาค่าช่องว่างวิกฤตในการใช้ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟบริเวณทางแยกในเมือง Gundul ประเทศอินโดนีเซีย โดยเปรียบเทียบวิธีการประมาณช่องว่างวิกฤต 3 วิธี ได้แก่ วิธีการของ Raff วิธีการของ Harder และวิธีการของ Wu พบว่าได้ค่าช่องว่างวิกฤต 4.125, 4.600 และ 4.101 วินาที ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่าการประมาณช่องว่างวิกฤตโดยวิธีของ Raff มีจุดเด่นคือเป็นวิธีการที่สะดวกและให้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือ โดยได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวิธีการของ Wu ในขณะที่วิธีการของ Harder ให้ค่าที่ค่อนข้างสูงกว่าวิธีอื่นๆ (over-estimated) Alver และคณะ [15] ทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้ทางข้ามของคนเดินเท้าในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน บนทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟบริเวณภายในช่วงถนน จำนวน 2 แห่ง ในเมือง Izmir ประเทศตุรเคีย พบว่าช่องว่างวิกฤตจากการประมาณโดยวิธีการของ Raff มีค่า 4.1 วินาที ในการข้ามถนน 1 ช่องจราจร (ไปยังเกาะกลาง) และ 5.7 ถึง 6.2 วินาที ในการข้ามถนน 2 ช่องจราจร (ไปยังเกาะกลาง) Pawar และ Patil [16] ศึกษาพฤติกรรมการใช้ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟบริเวณภายในช่วงถนน จำนวน 2 แห่ง ในเมือง Kolhapur และ Mumbai ประเทศอินเดีย และเปรียบเทียบผลของการประมาณด้วยวิธีต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าการประมาณช่องว่างวิกฤตโดยวิธีของ Raff และ Ashworth ให้ค่าประมาณใกล้เคียงกันที่ 3.6 วินาที วิธี Logit Method และ Maximum Likelihood Method (MLM) ให้ผลการประมาณที่ 4.3 วินาที ส่วนวิธี HCM (2010) ให้ผลการประมาณ 11.5 วินาที สูงกว่าวิธีอื่นๆ มาก ผู้วิจัยได้เสนอว่าควรมีการพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ในการศึกษาต่อไปด้วย เช่น เพศ และ ช่วงอายุของผู้ข้าม เป็นต้น

3. วิธีการศึกษา

3.1 รายละเอียดของพื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ทำการเก็บข้อมูลพฤติกรรมการใช้ทางข้ามของผู้เดินเท้าในเขตกรุงเทพมหานครด้วยการบันทึกวีดีโอเทปพฤติกรรมการใช้ทางข้ามที่อยู่ในช่วงถนนและไม่มีสัญญาณไฟคนข้าม จำนวน 6 แห่ง ประกอบด้วย ถนนประเภท 2, 4 และ 6 ช่องจราจร รายละเอียดของทางข้ามแต่ละแห่ง แสดงดังตารางที่ 1 โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2564 ถึง กุมภาพันธ์ 2565 พื้นที่ละ 7 วัน วันละ 2 ชั่วโมง รวมพื้นที่ละ 14 ชั่วโมง รายละเอียดพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งมีดังต่อไปนี้

พื้นที่ 1 ทางข้ามบนถนนพหลโยธินบริเวณหน้าบิ๊กซีสะพานควาย เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร แบ่งเป็นทิศทางละ 3 ช่องจราจร มีเกาะกลางสำหรับคนเดินเท้าพักขณะข้ามทางข้าม ในการศึกษานี้พิจารณาเฉพาะทิศทางจากถนนฝั่งตรงข้ามบิ๊กซีสะพานควายมุ่งหน้าไป BTS สะพานควาย เพียงทิศทางเดียว จำนวน 3 ช่องจราจร ความยาวของทางข้าม 10.50 เมตร ดังรูปที่ 2

พื้นที่ 2 ทางข้ามบนถนนพหลโยธินบริเวณหน้าตลาดยิ่งเจริญ เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร แบ่งเป็นทิศทางละ 3 ช่องจราจร มีเกาะกลางสำหรับคนเดินเท้าพักขณะข้ามทางข้าม ในการศึกษานี้พิจารณาเฉพาะทิศทางจากถนนฝั่งเดียวกับตลาดยิ่งเจริญมุ่งหน้าไปพิพิธภัณฑ์กองทัพอากาศการบินแห่งชาติ เพียงทิศทางเดียว จำนวน 3 ช่องจราจร ความยาวของทางข้าม 10.54 เมตร ดังรูปที่ 3

พื้นที่ 3 ทางข้ามบนถนนเชื่อมสัมพันธ์ บริเวณหน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร แบ่งเป็นทิศทางละ 3 ช่องจราจร มีเกาะกลางสำหรับคนเดินเท้าพักขณะข้ามทางข้าม ในการศึกษานี้พิจารณาเฉพาะทิศทางจากถนนฝั่งเดียวกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครมุ่งหน้าไปสี่แยกหนองจอก เพียงทิศทางเดียว จำนวน 3 ช่องจราจร ความยาวของทางข้ามเท่ากับ 9.02 เมตร ดังรูปที่ 4

พื้นที่ 4 ทางข้ามบนถนนสุคนธสวัสดิ์ บริเวณหน้าตลาดสดโรงเรียนสตรีวิทยา 2 เป็นถนนขนาด 4 ช่องจราจร ยานพาหนะวิ่งสองทิศทางสวนกัน ไม่มีเกาะกลาง ความยาวของทางข้าม 11.30 เมตร ดังรูปที่ 5

พื้นที่ 5 ทางข้ามบนถนนสีหบุรานุกิจ บริเวณหน้าสถานีตำรวจนครบาลมีนบุรี เป็นถนนขนาด 4 ช่องจราจร ยานพาหนะวิ่งสองทิศทางสวนกัน ไม่มีเกาะกลาง ความยาวของทางข้าม 13.09 เมตร ดังรูปที่ 6

พื้นที่ 6 ทางข้ามในซอยพหลโยธิน 7 บริเวณหน้าคอนโดมิเนียม Noble Reflex เป็นถนนขนาด 2 ช่องจราจร ยานพาหนะวิ่งสองทิศทางสวนกัน ไม่มีเกาะกลาง ขนาดความยาวของทางข้ามเท่ากับ 6.52 เมตร ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 1 สรุปรายละเอียดของทางข้ามในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	1	2	3	4	5	6
จำนวนช่องจราจร	6(3)*	6(3)*	6(3)*	4	4	2
เกาะกลาง	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ความยาวทางข้าม (เมตร)	10.50	10.54	9.02	11.30	13.09	6.52
ความกว้างทางข้าม (เมตร)	2.99	3.01	3.00	2.97	3.06	3.02

**ถนน 6 ช่องจราจร แต่พิจารณาเพียง 3 ช่องจราจร เนื่องจากมีเกาะกลางถนน*

รูปที่ 2 ทางข้ามบนถนนพหลโยธินบริเวณหน้าบิ๊กซีสะพานควาย (พื้นที่ 1)

รูปที่ 3 ทางข้ามบนถนนพหลโยธินบริเวณหน้าตลาดยิ่งเจริญ (พื้นที่ 2)

รูปที่ 4 ทางข้ามบนถนนเชื่อมสัมพันธ์ (พื้นที่ 3)

รูปที่ 5 ทางข้ามบนถนนสุคนธสวัสดิ์ (พื้นที่ 4)

รูปที่ 6 ทางข้ามบนถนนสีหบุรานุกิจ (พื้นที่ 5)

รูปที่ 7 ทางข้ามในซอยพหลโยธิน 7 (พื้นที่ 6)

3.2 วิธีการเก็บข้อมูลและถอดข้อมูล

การเก็บข้อมูลพฤติกรรมของคนเดินเท้าในการข้ามทางข้าม ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่ง ใช้การบันทึกวีดีโอ โดยตั้งค่าการบันทึกที่อัตรา 100 เฟรมต่อวินาที จากนั้นเลือกจุดตั้งกล้องที่สามารถมองเห็นสภาพการจราจรของยานพาหนะที่สัญจรและพฤติกรรมการข้ามถนนของคนเดินเท้าได้อย่างชัดเจนที่สุด ทั้งนี้ควรหลีกเลี่ยงการตั้งกล้องในจุดที่เป็นที่น่าสังเกต เนื่องจากอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการขับขี่ได้

หลังจากบันทึกวีดีโอแล้ว นำข้อมูลไปประมวลผลโดยใช้โปรแกรม VN Video Editor เพื่อปรับให้ความละเอียดของเวลาในไฟล์ที่บันทึกเป็น 00:01 วินาที และทำการสร้างเส้นสมมุติในไฟล์ที่บันทึกมา เพื่อตรวจสอบเวลาที่ยานพาหนะผ่านตำแหน่งต่างๆ รวมทั้งเวลาที่คนเดินเท้าข้ามทางข้าม

จากนั้นทำการถอดข้อมูลทั้งขนาดช่องว่างที่ถูกปฏิเสธและถูกยอมรับ โดยการศึกษานี้พิจารณาเฉพาะการข้ามแบบจังหวะเดียว ซึ่งหมายถึงการข้ามที่ผู้ข้ามไม่มีการหยุดระหว่างการข้าม ทำการจำแนกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการข้าม ประกอบด้วย

1) การข้ามแบบเดี่ยว หรือ การข้ามแบบกลุ่ม
2) เพศชาย หรือ เพศหญิง
3) ช่วงอายุ แบ่งเป็น อายุไม่เกิน 20 ปี อายุ 21-55 ปี และอายุมากกว่า 55 ปี (ทั้งนี้การประเมินช่วงอายุของผู้ข้ามในขั้นตอนการถอดข้อมูล ได้จากการประมาณด้วยสายตาและวิจารณญาณของผู้ถอดข้อมูล)

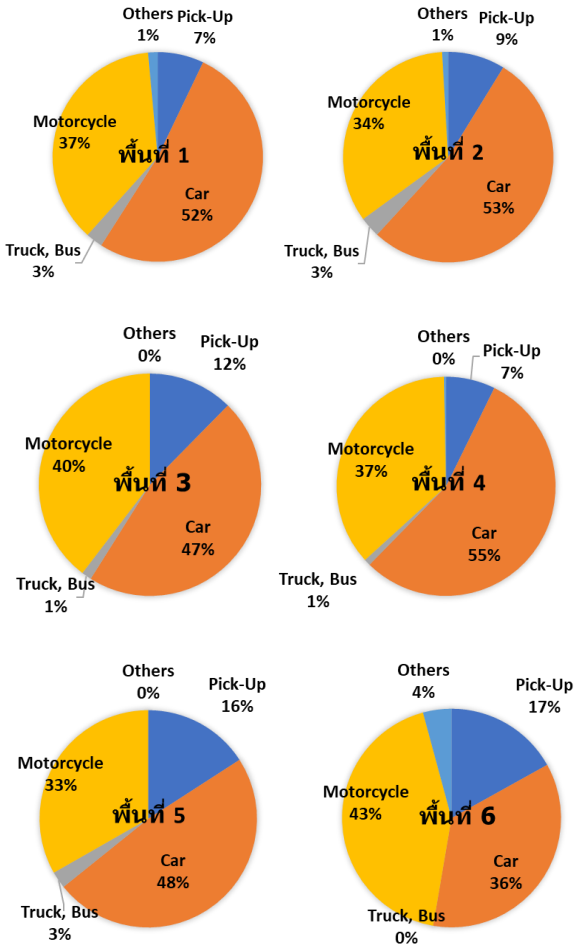
3.3 ปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยรายชั่วโมงในพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่ง ทั้งในและนอกชั่วโมงเร่งด่วน แสดงดังตารางที่ 2 โดยค่าที่แสดงมีหน่วยเป็น PCU (Passenger Car Unit)/ช่องจราจร/ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าปริมาณจราจรเฉลี่ยรายชั่วโมงในช่วงเวลาเร่งด่วนมีค่าสูงกว่าปริมาณจราจรนอกช่วงเวลาเร่งด่วนในทุกพื้นที่ นอกจากนี้ในพื้นที่ศึกษาที่เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร (พื้นที่ 1-3) มีปริมาณจราจรสูงกว่าถนนขนาด 4 ช่องจราจร (พื้นที่ 4 และ 5) และถนนขนาด 2 ช่องจราจร (พื้นที่ 6) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณจราจรเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา (PCU/ช่องจราจร/ชั่วโมง)

พื้นที่ศึกษา	1	2	3	4	5	6
ในช่วงเวลาเร่งด่วน	656	659	557	221	389	67
นอกช่วงเวลาเร่งด่วน	351	311	326	143	193	35

สัดส่วนยานพาหนะประเภทต่างๆ ที่สำรวจพบในพื้นที่ศึกษา แสดงดังรูปที่ 8 พบว่าในพื้นที่ศึกษา 1-5 ซึ่งเป็นถนนขนาด 6 และ 4 ช่องจราจร สำรวจพบยานพาหนะประเภทรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นสัดส่วนสูงสุด โดยมีค่าร้อยละ 47-55 ของยานพาหนะทั้งหมด และพบรถจักรยานยนต์ในสัดส่วนรองลงมาเป็นสัดส่วนร้อยละ 33-40 ของยานพาหนะทั้งหมด แตกต่างจากพื้นที่ศึกษา 6 ที่เป็นถนนขนาด 2 ช่องจราจร และอยู่ภายในซอย ซึ่งพบรถจักรยานยนต์เป็นสัดส่วนสูงสุด โดยมีค่าร้อยละ 43 ของยานพาหนะทั้งหมด รองลงมาคือรถยนต์ส่วนบุคคลที่สัดส่วนร้อยละ 36



รูปที่ 8 สัดส่วนยานพาหนะแต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษา

4. ผลและการวิเคราะห์ผลการศึกษา

4.1 การยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้า

การสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการใช้ทางข้ามของคนเดินเท้าในพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่ง พบการข้ามจำนวนทั้งสิ้น 1,275 ครั้ง โดยจากข้อมูลในภาพรวม (รวมทั้ง 6 พื้นที่) สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบพฤติกรรมตามปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

4.1.1 ช่องว่างที่ถูกยอมรับในและนอกชั่วโมงเร่งด่วน

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบช่องว่างที่ถูกยอมรับในและนอกชั่วโมงเร่งด่วน โดยแสดงค่าช่องว่างขนาดเล็กที่สุดที่ถูกยอมรับ ค่าช่องว่างขนาดใหญ่ที่สุดที่ถูกยอมรับ ค่า 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของช่องว่างที่ถูกยอมรับ ค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่องว่างที่ถูกยอมรับ และผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าในชั่วโมงเร่งด่วนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณจราจรจำนวนมาก ผู้ใช้ทางข้ามยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.72 วินาที ส่วนนอกชั่วโมงเร่งด่วนมีค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ย 5.78 วินาที ผลการทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีการทางสถิติสามารถสรุปได้ว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยในและนอกชั่วโมงเร่งด่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบช่องว่างที่ถูกยอมรับในและนอกชั่วโมงเร่งด่วน

ช่วงเวลา	จำนวนการข้าม (ครั้ง)	ขนาดช่องว่างที่ถูกยอมรับ (วินาที)				S.D.	Sig.
		Min.	Max.	85 PCTL.	Avg.		
ในชั่วโมงเร่งด่วน	745	2.22	11.90	8.13	6.72	1.34	0.000**
นอกชั่วโมงเร่งด่วน	530	2.94	9.89	6.85	5.78	1.09	

4.1.2 ช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามเพศ

ตารางที่ 4 แสดงค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามเพศ พบว่าผู้ใช้ทางข้ามเพศชายยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.11 วินาที ส่วนเพศหญิงยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.24 วินาที ผลการทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีการทางสถิติสามารถสรุปได้ว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยของเพศชายและหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 บ่งชี้ว่าเพศหญิงมีแนวโน้มยอมรับช่องว่างที่ที่มีขนาดใหญ่กว่าเพศชาย และยอมรับความเสี่ยงได้น้อยกว่าเพศชาย สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา [11, 13] แต่พบว่าค่าช่องว่างเฉลี่ยจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าผลการศึกษาของ [11] ที่เพศชายและหญิงยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 3.5 และ 4.6 วินาที ตามลำดับ แต่น้อยกว่าผลการศึกษาของ [13] ที่เพศชายและเพศหญิงยอมรับช่องว่างเฉลี่ยที่ 9.03 และ 9.63 วินาที ตามลำดับ

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบช่องว่างที่ถูกยอมรับของเพศชายและหญิง

เพศ	จำนวนการข้าม (ครั้ง)	ขนาดช่องว่างที่ถูกยอมรับ (วินาที)				S.D.	Sig.
		Min.	Max.	85 PCTL.	Avg.		
ชาย	463	2.94	10.25	7.35	6.12	1.17	0.047**
หญิง	495	2.22	9.98	7.57	6.24	1.22	

4.1.3 ช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามช่วงอายุ

ตารางที่ 5 แสดงค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามช่วงอายุของผู้ใช้ทางข้าม พบว่าผู้ใช้ทางข้ามที่มีอายุไม่เกิน 20 ปี ยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.03 วินาที ผู้ใช้ทางข้ามที่มีอายุระหว่าง 21-55 ปี ยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.18 วินาที ส่วนผู้ใช้ทางข้ามที่มีอายุมากกว่า 55 ปี ยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.33 วินาที ผลการทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีการทางสถิติบ่งชี้ว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยของผู้ข้ามที่มีช่วงอายุต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวัยรุ่นอายุไม่เกิน 20 ปี เป็นกลุ่มที่ยอมรับความเสี่ยงได้สูงที่สุดในบรรดาคนทั้ง 3 กลุ่ม รองลองมาคือกลุ่มวัยทำงาน อายุ 21-55 ปี และผู้สูงอายุ ที่มีอายุมากกว่า 55 ปี ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [13] แต่พบว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยจากการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่าการศึกษาโดย [13] ที่ได้ค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยของคนทั้ง 3

กลุ่มอยู่ระหว่าง 8.33-12.30 วินาที ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นจากเนื่องการศึกษาของ [13] ที่พบว่ามีผู้ใช้โทรศัพท์ขณะข้ามถนนเป็นจำนวนมากถึงประมาณร้อยละ 40 จากผู้ข้ามทั้งหมด อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่ได้เก็บข้อมูลการใช้โทรศัพท์ขณะใช้ทางข้าม ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในประเด็นการใช้โทรศัพท์ขณะข้ามถนนต่อไป

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบช่องว่างที่ถูกยอมรับตามช่วงอายุของผู้ข้าม

ช่วงอายุ	จำนวนการข้าม (ครั้ง)	ขนาดช่องว่างที่ถูกยอมรับ (วินาที)				S.D.	Sig.
		Min.	Max.	85 PCTL.	Avg.		
≤ 20 ปี	341	2.22	9.98	7.31	6.03	1.25	0.007**
21-55 ปี	328	2.94	10.25	7.59	6.18	1.19	
> 55 ปี	289	2.97	9.55	7.43	6.33	1.10	

4.1.4 ช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามลักษณะการข้าม (แบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่ม)

ตารางที่ 6 แสดงค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามลักษณะการข้าม พบว่าการข้ามคนเดียวผู้ใช้ทางข้ามยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.17 วินาที ส่วนการข้ามเป็นกลุ่มมีค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ย 6.81 วินาที ผลการทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีการทางสถิติสามารถสรุปได้ว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยของการข้ามแบบเดี่ยวและการข้ามแบบกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการข้ามแบบกลุ่มซึ่งมีผู้ข้ามหลายคนพฤติกรรมการข้ามและกระบวนการตัดสินใจจะถูกรบกวนหรือชี้นำจากผู้คนรอบข้าง นอกจากนี้การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับความเร็วของคนเดินเท้าในการใช้ทางข้ามในเขตกรุงเทพมหานคร [18] พบว่าการข้ามแบบกลุ่มมีความเร็วในการเดินข้ามช้ากว่าการข้ามคนเดียวดังนั้นกลุ่มผู้ข้ามจึงมีแนวโน้มต้องการช่องว่างที่สูงกว่าการข้ามคนเดียว

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามลักษณะการข้าม

ลักษณะการข้าม	จำนวนการข้าม (ครั้ง)	ขนาดช่องว่างที่ถูกยอมรับ (วินาที)				S.D.	Sig.
		Min.	Max.	85 PCTL.	Avg.		
เดี่ยว	958	2.22	10.25	7.43	6.17	1.20	0.000**
กลุ่ม	317	3.14	11.90	8.42	6.81	1.55	

4.1.5 ช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามจำนวนช่องจราจร

ตารางที่ 7 แสดงค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับจำแนกตามจำนวนช่องจราจร พบว่าทางข้ามบนถนน 2 ช่องจราจร (พิจารณาการข้ามผ่านกระแสจราจรทั้ง 2 ทิศทาง ทิศทางละ 1 ช่อง) ผู้ข้ามยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 5.65 วินาที ทางข้ามบนถนน 4 ช่องจราจร (พิจารณาพิจารณาการข้ามผ่านกระแสจราจรทั้ง 2 ทิศทาง ทิศทางละ 2 ช่อง) ผู้ข้ามยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.29 วินาที ส่วนทางข้ามบนถนน 6 ช่องจราจร (พิจารณาการข้ามผ่านกระแสจราจรเพียงทิศทางเดียว จำนวน 3 ช่องจราจร เนื่องจากมีเกาะกลาง) ผู้ข้ามยอมรับช่องว่างเฉลี่ย 6.56 วินาที ผลการทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีการทางสถิติบ่งชี้ว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยบนถนนที่มีช่องจราจรไม่เท่ากัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้การที่ช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ยทางข้ามบนถนนขนาด 2 ช่องจราจร มีค่าน้อยที่สุดอาจเนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ระยะทางที่ผู้ข้ามต้องเดินข้ามสั้นที่สุดเมื่อเทียบกับถนนประเภทอื่นๆ ดังผลการศึกษาของ [12] ที่สรุปว่าช่องว่างที่ถูกยอมรับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางที่ต้องข้ามสูงขึ้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษาพบว่า พื้นที่ 6 ซึ่งเป็นถนนขนาด 2 ช่องจราจร มีปริมาณจราจรต่ำกว่าถนนประเภทอื่นๆ มาก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงผลของปริมาณจราจรที่มีต่อการยอมรับช่องว่างในการใช้ทางข้ามต่อไป

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบช่องว่างที่ถูกยอมรับตามจำนวนช่องจราจร

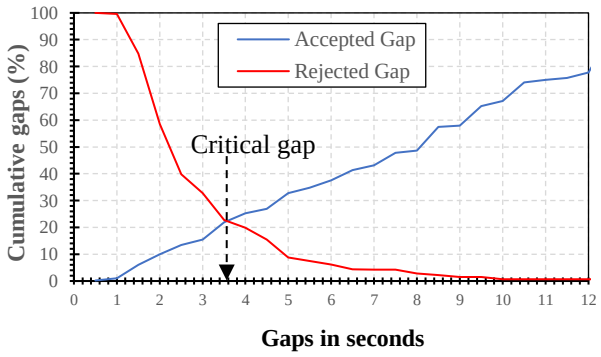
จำนวนช่องจราจร	จำนวนการข้าม (ครั้ง)	ขนาดช่องว่างที่ถูกยอมรับ (วินาที)				S.D.	Sig.
		Min.	Max.	85 PCTL.	Avg.		
2	180	2.94	10.56	7.07	5.65	1.49	0.000**
4	470	4.17	9.89	7.64	6.29	1.21	
6	625	2.22	11.90	7.88	6.56	1.28	

*หมายเหตุ * ถนน 6 ช่องจราจร จะพิจารณาการข้ามเพียงทิศทางเดียว (3 ช่องจราจร) เนื่องจากมีเกาะกลาง ส่วนถนนขนาด 2 และ 4 ช่องจราจรจะพิจารณาการข้ามผ่านกระแสจราจรทั้ง 2 ทิศทาง เนื่องจากไม่มีเกาะกลาง*

4.2 การประมาณช่องว่างวิกฤต

ช่องว่างวิกฤต คือช่องว่างขนาดเล็กที่สุดที่ผู้ข้ามจะยอมรับและตัดสินใจข้ามถนนที่สถานการณ์นั้นๆ ในการศึกษานี้ทำการประมาณค่าช่องว่างวิกฤตโดยใช้วิธีที่นำเสนอโดย Raff [17] ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและมีการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยที่ผ่านมาอย่างแพร่หลาย โดยหลักการของวิธีนี้คือใช้การพิจารณาค่าช่องว่างวิกฤตจากความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับช่องว่าง $F_a(t)$ และการปฏิเสธช่องว่าง $F_r(t)$ ดังสมการที่ 1 และ รูปที่ 9

$$F_a(t) = 1 - F_r(t) \quad (1)$$



รูปที่ 9 การประมาณช่องว่างวิกฤตโดยวิธีของ Raff

ค่าช่องว่างวิกฤตในการข้ามถนนของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จำแนกตามตัวแปรและสถานการณ์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าประมาณช่องว่างวิกฤตโดย **Raff's Method** (วินาที)

พื้นที่ศึกษา	1	2	3	4	5	6
ในช่วงเวลาเร่งด่วน	4.61	4.66	5.01	5.43	5.09	4.04
นอกช่วงเวลาเร่งด่วน	4.62	4.34	4.46	3.85	4.54	3.73
เพศชาย	4.78	4.76	5.00	4.75	5.03	4.04
เพศหญิง	4.86	4.75	4.99	4.93	5.25	4.55
อายุไม่เกิน 20 ปี	4.42	4.02	4.78	4.23	4.56	3.81
อายุ 21-55 ปี	4.79	4.42	4.59	4.53	4.94	4.02
อายุมากกว่า 55 ปี	4.22	4.55	4.61	5.00	4.94	4.47
การข้ามแบบเดี่ยว	4.81	4.75	5.00	4.83	5.12	4.38
การข้ามแบบกลุ่ม	5.32	5.75	5.20	4.29	5.43	3.99

เมื่อพิจารณาตามช่วงเวลาในการข้ามถนนบนพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่ง พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนผู้ข้ามยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 4.04 ถึง 5.43 วินาที สูงกว่านอกช่วงเวลาเร่งด่วน ซึ่งยอมรับช่องว่างวิกฤตระหว่าง 3.73 ถึง 4.62 วินาที

เมื่อจำแนกตามเพศ พบว่าเพศชายยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 4.04 ถึง 5.03 วินาที ต่ำกว่าเพศหญิงที่ยอมรับช่องว่างวิกฤตระหว่าง 4.55 ถึง 5.25 วินาที

เมื่อจำแนกตามช่วงอายุของผู้ข้ามพบว่า ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่ง ผู้ข้ามที่มีอายุไม่เกิน 20 ปี ยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าต่ำที่สุดในบรรดากลุ่มคนทั้ง 3 ช่วงอายุ โดยยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 3.81 ถึง 4.78 วินาที ผู้ข้ามที่มีอายุระหว่าง 21-55 ปี ยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 4.02 ถึง 4.94 วินาที ใกล้เคียงกับกลุ่มผู้ข้ามที่มีอายุมากกว่า 55 ปี ซึ่งยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 4.22 ถึง 5.00 วินาที

เมื่อจำแนกตามลักษณะการข้ามแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม พบว่าการข้ามคนเดียวผู้ข้ามยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 4.38 ถึง 5.12 วินาที ส่วนการข้ามแบบกลุ่มผู้ข้ามยอมรับช่องว่างวิกฤตที่มีค่าระหว่าง 3.99 ถึง 5.75 วินาที

เมื่อพิจารณาตามจำนวนช่องจราจร พบว่าบนถนนขนาด 2 ช่องจราจรที่ไม่มีเกาะกลาง (พื้นที่ 6) ช่องว่างวิกฤตในการข้ามถนนมีค่าระหว่าง 3.73 ถึง 4.55 วินาที ต่ำกว่าถนนขนาด 4 ช่องจราจร ที่ไม่มีเกาะกลาง (พื้นที่ 4 และ 5) ซึ่งมีช่องว่างวิกฤตระหว่าง 3.85 ถึง 5.43 วินาที ส่วนการข้ามถนนขนาด 6 ช่องจราจรที่มีเกาะกลาง (พื้นที่ 1-3) มีช่องว่างวิกฤตระหว่าง 4.02 ถึง 5.75 วินาที

ในการศึกษานี้ ช่องว่างวิกฤตที่ได้จากการประมาณโดยวิธีการของ Raff เมื่อพิจารณาตามสถานการณ์และปัจจัยต่างๆ ดังตารางที่ 8 มีค่ากระจายตัวอยู่ในช่วงระหว่าง 3.73 – 5.75 วินาที ใกล้เคียงกับการศึกษาโดย [14-16] ที่พบว่าช่องว่างวิกฤตมีค่าระหว่าง 3.6 - 6.2 วินาที อย่างไรก็ตามที่ผ่านมามีผู้นำเสนอวิธีการประมาณช่องว่างวิกฤตหลายวิธี เช่น วิธี Probability Equilibrium Method (PEM) [19] วิธีการของ HCM [9] วิธี Maximum Likelihood Estimation (MLE) [20] เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาในอนาคตควรมีการพิจารณาเปรียบเทียบผลจากการประมาณด้วยวิธีการต่างๆ เหล่านี้ต่อไป เพื่อให้เข้าใจถึงแนวโน้มในการประมาณ จุดแข็ง จุดอ่อน และข้อจำกัดของวิธีการต่างๆ

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ทำการศึกษาพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของคนเดินเท้าในการใช้ทางข้ามที่อยู่ในช่วงถนนและไม่มีสัญญาณไฟสำหรับคนข้าม ซึ่งเป็นบริเวณที่คนข้ามต้องหาจังหวะและช่องว่างเพื่อข้ามถนนผ่านยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนตัวด้วยความเร็ว โดยได้นำเสนอ ค่าช่องว่างขนาดเล็กที่สุดที่ถูกยอมรับ ค่าช่องว่างขนาดใหญ่ที่สุดที่ถูกยอมรับ ค่า 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของช่องว่างที่ถูกยอมรับ ค่าช่องว่างที่ถูกยอมรับเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่องว่างที่ถูกยอมรับ ผลการทดสอบทางสถิติ รวมทั้งค่าช่องว่างวิกฤตจากการประมาณโดยวิธีการของ Raff จำแนกตามปัจจัยและสถานการณ์ต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าค่าการยอมรับช่องว่างเฉลี่ยระหว่างกลุ่มคนข้ามที่มีเพศ วัย แตกต่างกัน การข้ามแบบเดี่ยวและกลุ่ม การข้ามบนถนนที่มีจำนวนช่องจราจรต่างกัน การข้ามในและนอกช่วงชั่วโมงเร่งด่วน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นอกจากนี้ได้ทำการประมาณช่องว่างวิกฤตซึ่งเป็นช่องว่างขนาดเล็กที่สุดที่ผู้ข้ามจะยอมรับ จากประมาณโดยวิธีการของ Raff ตามปัจจัยและสถานการณ์ต่างๆ พบว่ามีค่าระหว่าง 3.73 ถึง 5.75 วินาที

เพื่อให้เกิดข้อมูลและความเข้าใจเกี่ยวกับการยอมรับช่องว่างในการข้ามถนนของคนเดินเท้ามากยิ่งขึ้น ข้อแนะนำสำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต คือ ควรมีการเพิ่มพื้นที่ศึกษาให้มากยิ่งขึ้นทั้งในรูปแบบที่มีลักษณะคล้ายกับการศึกษานี้เพื่อตรวจสอบและยืนยันผลจากการศึกษา ควรมีการพิจารณาผลของความเร็วยานพาหนะ ผลของประเภทยานพาหนะต่างๆ หรือตำแหน่งของช่องว่างที่เกิดขึ้น เช่น เกิดขึ้นที่เลนใกล้ เลนกลาง หรือเลนไกล เป็นต้น และควรมีการศึกษาทางข้ามที่อยู่บริเวณทางแยก การศึกษาการยอมรับช่องว่างที่เป็นระยะทาง (spatial) เพิ่มเติมจากการศึกษานี้ที่นิยามช่องว่างเป็นระยะเวลา (temporal) นอกจากนี้ควรมีการพิจารณาพฤติกรรมในกรณีที่ทัศนวิสัยไม่ปกติ เช่น ในที่มืด หรือสภาวะถนนเปียก เพื่อให้สามารถสะท้อนพฤติกรรมต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น อันจะส่งผลให้สามารถเข้าใจพฤติกรรมการใช้ทางข้าม และนำไปปรับปรุงออกแบบทางข้ามให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงสุดได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Chen, S., Kuhn, M., Prettner, K. and Bloom. D. E. (2019). The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries external icon. *The Lancet Planetary Health*. 3(9), pp.390–398.

[2] World Health Organization (WHO). (2018). *Global Status Report on Road Safety 2018*.

[3] มูลนิธิไทยโรดส์ ศูนย์วิจัยอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย. 2562. *รายงานสถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของประเทศไทย 2559-2560*. หน้า 16-17.

[4] Sandt, L. and Zegeer, C. V. (2006). Characteristics related to midblock pedestrian–vehicle crashes and potential treatments. *Transportation Research Record*: Journal of the Transportation Research Board, 1982(1), pp.113–121.

[5] Chu, X. (2006). *Pedestrian safety at midblock locations.* Center for Urban Transportation Research, University of South Florida.

[6] Mohan, D., Tsimhoni, O., Sivak, M., Flannagan, M.J., (2009). *Road Safety in India: Challenges and Opportunities*. University of Michigan, Ann Arbor. Transportation Research Institute.

[7] Muley, D., Kharbeche, M., Downey, L., Saleh, W. and Al-Salem, M. (2019). Road Users' Behavior at Marked Crosswalks on Channelized Right-Turn Lanes at Intersections in the State of Qatar. *Sustainability*, vol. 11.

[8] Theofilatos, A., Ziakopoulos, A., Trespalacios, O. O. and Timmis, A. (2021). To cross or not to cross? Review and meta-analysis of pedestrian gap acceptance decisions at midblock street crossings, *Journal of Transport & Health*, Vol. 22.

[9] *Highway Capacity Manual (HCM) edition 2010*. (2010) Transportation Research Board, Washington DC.

[10] Kadali, B. R. and Perumal, V. (2013). Effect of vehicular lanes on pedestrian gap acceptance behaviour. *Procedia- Soc. Behav. Sci.* 104, pp.678–687.

[11] Nor, S. N. M., Daniel, B.D., Hamidun, R., Al Bargi, W.A., Rohani, M. M.and Prasetijo, J. (2017). Analysis of pedestrian gap acceptance and crossing decision in Kuala Lumpur. In: *MATEC Web of Conferences*, vol. 103. EDP Sciences, 08014.

[12] Brewer, M. A., Fitzpatrick, K., Whitacre, J. A. and Lord, D. (2006). Exploration of pedestrian gap-acceptance behavior at selected locations. *Transp. Res. Rec.: J. Transp. Res. Board*, 1982 (1), pp.132–140.

[13] Arman, M. A., Rafe, A. and Kretz, T. (2015). Pedestrian gap acceptance behavior, a case study: Tehran. *In Proceedings of the Transportation Research Board 94th Annual Meeting*, Washington, DC, USA, pp. 11-15.

[14] Purwanto, Y. and Siregar, M. (2019). Analysis on critical gap for pedestrian crossing at Gandul intersection leg. *MATEC Web of Conferences.* Vol.276, 03012.

[15] Alver, Y., Onelcin, P., Cicekli, A., and Abdel-Aty, M. (2021). Evaluation of pedestrian critical gap and crossing speed at midblock crossing using image processing, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 156.

[16] Pawar, D. S., and Patil, G. R. (2016). Critical gap estimation for pedestrians at uncontrolled mid-block crossings on high-speed arterials. *Safety science*, vol.86, pp.295-303.

[17] Raff, M.S. and Hart, J.W. (1950). *A Volume Warrant for Stop Signs*. Eno Foundation for Highway Traffic Control, Saugatuck, Connecticut.

[18] พรเทพ พวงประโคน, ณัฐภรณ์ กลั่นอ่ำ และ วลัยรัตน์ บุญไทย (2564). การศึกษาความเร็วในการใช้ทางข้ามถนนของผู้เดินเท้าในเขตกรุงเทพมหานคร : กรณีศึกษา ถนน 4 ช่องจราจร, *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26,* วันที่ 23-25 มิถุนายน 2564, การประชุมรูปแบบออนไลน์.

[19] Wu, N. (2012). Equilibrium of probabilities for estimating distribution function of critical gaps at un-signalized intersections, *Transportation Research Record*: Journal of the Transportation Research Board, 2286, pp 49-55.

[20] Troutbeck, R.J. (1992). *Estimating the Critical Acceptance Gap from Traffic Movements*. Physical Infrastructure Centre, Queensland University of Technology.