การศึกษาการจำลองเกาะพักกลางถนนต่อความปลอดภัยของคนเดินเท้าที่ข้ามบนช่วงถนน
The Effect of Simulated Refuge Islands on Pedestrian Safety at Midblock Crosswalks

ณหทัย ไชยพรหม[1,*] และ วิชุดา เสถียรนาม[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น
**Corresponding author; E-mail address: nahatai_ch@kkumail.com*

บทคัดย่อ

การชนบริเวณทางข้ามบนช่วงถนนมักมีความรุนแรงสูง โดยเฉพาะเมื่อไม่มีสิ่งอำนวยความปลอดภัย เช่น เกาะพักกลางถนน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงโดยช่วยให้ผู้ขับขี่มองเห็นทางข้ามได้ชัดเจนขึ้น และเอื้อต่อการข้ามถนนทีละช่วง อย่างไรก็ตาม ทางข้ามส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังขาดองค์ประกอบนี้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงในการข้ามถนนก่อนและหลังการจำลองเกาะพักด้วยกรวยจราจร ณ ทางข้าม 6 แห่งในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้ภาพวีดีโอจากอากาศยานไร้คนขับในการเก็บข้อมูล และโปรแกรม Kinovea สำหรับสกัดข้อมูลการข้ามถนนจำนวน 242 ครั้ง เหตุการณ์ Post Encroachment Time (PET) 586 เหตุการณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ Independent Sample T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการจำลองเกาะพัก ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วในการเดินข้ามไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความเร็วของผู้ขับขี่ลดลงเมื่อเข้าสู่ทางข้าม และค่า PET เพิ่มขึ้นหลังมีการจำลองเกาะพัก ข้อค้นพบเบื้องต้นสะท้อนถึงระดับความเสี่ยงที่ลดลงของผู้ข้ามที่ทางข้ามบนช่วงถนนในบริบทการศึกษานี้

คำสำคัญ: เวลาหลังการบุกรุก, เกาะพักกลางถนน, ทางข้ามบนช่วงถนน, ความปลอดภัยของคนเดินเท้า

Abstract

Pedestrian crashes at mid-block crosswalks often result in severe outcomes. Pedestrian refuge islands are effective in mitigating these risks by enhancing driver visibility and enabling pedestrians to cross in two stages. However, most crosswalks in Thailand lack such infrastructure. This study aimed to evaluate the change in crossing risk before and after the temporary installation of simulated refuge islands using traffic cones at six crosswalks within Khon Kaen University. Aerial video footage captured by unmanned aerial vehicles (UAVs) was used for data collection, and 242 pedestrian crossing events were analyzed using Kinovea software, identifying 586 instances of Post Encroachment Time (PET). Descriptive statistics were used to summarize sample characteristics, and an Independent Sample T-test (α = 0.05) was employed to compare mean values before and after the intervention. Results indicated no significant change in pedestrian walking speed. However, driver speed decreased upon approaching the crosswalks, and PET values significantly increased after the simulated refuge islands were introduced. These initial findings suggest a reduced level of pedestrian crossing risk under the simulated conditions.

Keywords: Post Encroachment Time, Refuge Island, Midblock crosswalk, Pedestrian safety

1. บทนำ

คนเดินเท้าเป็นกลุ่มผู้ใช้ถนนที่เปราะบางที่สุด เนื่องจากการชนที่ความเร็วไม่สูงมากก็สามารถทำให้คนเดินเท้าเสียชีวิตได้ จากสถิติพบว่าหากถูกชนที่ความเร็ว 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะมีโอกาสเสียชีวิต 10% และเพิ่มขึ้นเป็น 100% หากความเร็วขณะชนมากกว่า 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง [1] ขณะที่จากรายงาน Global Status Report on Road Safety ปี 2564 ขององค์การอนามัยโลก (WHO) พบว่าทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากการชนบนถนนประมาณ 1.19 ล้านคน หรือคิดเป็น 15 คนต่อประชากร 100,000 คน โดยคนเดินเท้าคิดเป็น 23% ของผู้เสียชีวิตทั้งหมด ส่วนในประเทศไทยอัตราการเสียชีวิตสูงเป็นอันดับ 3 ของเอเชีย โดยคนเดินเท้าคิดเป็น 2.1% ของผู้เสียชีวิตทั้งหมด 16,957 ราย [1] นอกจากนี้ ข้อมูลจากการบูรณาการผู้เสียชีวิตจากการชนบนถนนในระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2557 – 2566) พบว่า มีผู้เสียชีวิตทั้งหมด 107,006 ราย ซึ่งเป็นคนเดินเท้าถึง 5,267 ราย หรือคิดเป็น 4.92% ของผู้เสียชีวิตทั้งหมด [2]

พฤติกรรมการข้ามถนนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดความปลอดภัยของคนเดินเท้า โดยเฉพาะในบริเวณทางข้ามที่ไม่มีการแบ่งแยกทิศทางจราจร ซึ่งมักเป็นจุดที่เกิดการชนบ่อยครั้ง [3] การประเมินความปลอดภัยของคนเดินเท้าเป็นสิ่งจำเป็น และต้องใช้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ โดยหนึ่งในแนวทางที่ใช้ในการประเมินความปลอดภัยคือการใช้ มาตรการความปลอดภัยของตัวแทน (Surrogate Safety Measure, SSM) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนข้อจำกัดของข้อมูลการชนที่อาจไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ความปลอดภัย [5-6] โดย เวลาหลังการบุกรุก (Post Encroachment Time, PET) เป็นหนึ่งในดัชนีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ SSM ซึ่งสามารถประเมินระดับความเสี่ยงของคนเดินเท้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ [5]

การศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นว่าความปลอดภัยของคนเดินเท้าขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ลักษณะของคนเดินเท้า พฤติกรรมการข้ามถนน สภาพจราจร และการออกแบบกายภาพของทางข้าม [6-9] โดยเกาะพักกลางถนนเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินเท้า โดยช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นคนเดินเท้าได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และช่วยให้คนเดินเท้าข้ามถนนได้ทีละช่วง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการข้ามถนนในบริเวณที่ไม่สามารถแยกทิศทางการจราจรได้ [11-13] อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างในสภาพพื้นที่ พฤติกรรมของคนเดินเท้าและยานพาหนะ รวมถึงความเข้มงวดของการบังคับใช้กฎหมาย อาจทำให้ผลการศึกษาที่ผ่านมายังไม่สามารถนำไปใช้ได้ในทุกบริบท

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงในการข้ามถนนของคนเดินเท้าบริเวณทางข้ามบนช่วงถนนก่อนและหลังการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทางข้าม

มาตรา 4 ในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2552 กำหนดความหมาย “ทางข้าม” หมายความว่า พื้นที่ที่ทำไว้สำหรับให้คนเดินเท้าข้ามทางโดยทำเครื่องหมายบนเส้นหรือแนวหรือตอกหมุดไว้บนทาง และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ที่ทำให้คนเดินเท้าข้ามไม่ว่าในระดับใต้หรือเหนือพื้นดินด้วย

โดยทางข้ามเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างมากสำหรับคนเดินเท้า ทำให้คนเดินเท้าสามารถข้ามทางได้อย่างปลอดภัย มีหลักการออกแบบโดยทั่วไปคือให้คนเดินเท้าสามารถมองเห็นยานพาหนะที่วิ่งผ่านไปมาได้อย่างชัดเจน รวมทั้งผู้ขับขี่บนถนนก็สามารถมองเห็นคนเดินเท้าข้ามถนนได้อย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน [10] สามารถพบเห็นได้ตามบริเวณทางแยกต่าง ๆ หรือบนช่วงถนน

2.1.1 รูปแบบทางข้าม

ทางข้ามในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการยกตัวอย่างทางข้าม 2 รูปแบบ ได้แก่ ทางม้าลาย และทางข้ามที่มีเกาะพักกลางถนน

ทางม้าลาย ทางข้ามประเภทนี้ให้สิทธิคนเดินเท้าในการข้ามถนน ยานพาหนะที่ผ่านบริเวณนั้นต้องหยุดหรือชะลอความเร็วลงเพื่อให้คนเดินข้ามถนนผ่านไปก่อน โดยมีการใช้อยู่ทั่วไปในประเทศไทย มีการตีเส้นให้เป็นแถบยาวขนานกับแนวการไหลของกระแสจราจร พร้อมกับเส้นแนวขวางถนนเพื่อเป็นเส้นหยุด ดังแสดงในรูปที่ 1 [10]

รูปที่ 1 ทางม้าลาย [10]

ทางข้ามที่มีเกาะพักกลางถนน จะมีเกาะพักบริเวณกลางถนนเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับคนเดินเท้าได้หยุดพักหรือรอเพื่อที่จะข้ามถนนต่อไปยังอีกด้านหนึ่ง เกาะพักกลางถนนช่วยให้การข้ามถนนเป็นอย่างปลอดภัยและสะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ยานพาหนะที่ผ่านบริเวณนั้นสามารถมองเห็นทางข้ามข้างหน้าได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 2 [10] และจากการศึกษาทางข้ามที่มีเกาะพักกลางถนนที่ผ่านมา จะแสดงดังตารางที่ 1

รูปที่ 2 ทางข้ามที่มีเกาะพักกลางถนน [10]

ตารางที่ 1 งานวิจัยทางข้ามที่มีเกาะพักกลางถนน

ผู้วิจัย	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา
[11]	ศึกษาพฤติกรรมของคนเดินเท้าบนทางข้ามที่มีเกาะพักกลางถนนในเขตเมือง เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัยของทางข้าม	เก็บข้อมูลด้วยกล้องวิดีโอในเอดินบะระ วิเคราะห์ช่องว่าง (Gaps) ความเร็วของยานพาหนะและคนเดินเท้า เวลาคอย ขนาดกลุ่ม และลักษณะคนเดินเท้า ด้วย Multiple Linear Regression และ Generalised Estimating Equations (GEE)	พบว่าคนเดินเท้าระมัดระวังน้อยลงเมื่อข้ามจากเกาะพักกลางถนนไปยังคันหิน เนื่องจากคนเดินเท้ามีแนวโน้มยอมรับช่องว่าง (Gaps) ที่ขนาดเล็กกว่า
[12]	ศึกษาผลกระทบของเกาะพักกลางถนนที่ทางข้ามบนช่วงถนนต่อพฤติกรรมคนเดินเท้าและความรุนแรงของความขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้าและยานพาหนะ	ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Reality) เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการข้ามถนนของคนเดินเท้าในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน	พบว่าในกรณีที่มีเกาะพักกลางถนนคนเดินเท้ายอมรับช่องว่างที่มีขนาดเล็กลง ส่งผลให้การข้ามมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยไม่เพิ่มความรุนแรงของความขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้าและยานพาหนะ และพบว่าผู้เข้าร่วมทดลองรู้สึกปลอดภัยในการข้ามมากขึ้น เมื่อมีเกาะพักกลางถนน
[13]	ศึกษาพฤติกรรมคนเดินเท้าและผู้ขับขี่ที่ทางข้ามบนช่วงถนนแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร เปรียบเทียบระหว่างทางข้ามที่มีและไม่มีเกาะพักกลางถนน	วิเคราะห์พฤติกรรมของคนเดินเท้าและผู้ขับขี่ผ่านการสังเกตการณ์ก่อนและหลังการติดตั้งเกาะพักกลางถนน เพื่อประเมินผลกระทบต่อการให้ทางของผู้ขับขี่ ความเร็วของคนเดินเท้า และความเร็วของยานพาหนะ	พบว่าคนเดินเท้ามีแนวโน้มเพิ่มความเร็วเมื่อเผชิญกับยานพาหนะ และลดความเร็วลงเมื่ออยู่บนเกาะพักกลางถนน นอกจากนี้ หลังจากติดตั้งเกาะพักกลางถนน ความเร็วของยานพาหนะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งพฤติกรรมการให้ทางของผู้ขับขี่ได้รับอิทธิพลจากตำแหน่งทางข้ามและความเร็วของยานพาหนะ

2.2 ความปลอดภัยของคนเดินเท้าที่ทางข้าม

มาตรการความปลอดภัยของตัวแทน (SSM) เป็นตัวบ่งชี้ภาวะใกล้ชนที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของคนเดินเท้าที่ทางข้าม โดยพิจารณาจากความใกล้ชิดเชิงพื้นที่และเชิงเวลาระหว่างผู้ใช้ถนน แนวคิดหลักของ SSM คือ การชนบนทางข้ามมักเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้ถนนสองราย [5-6] โดยดัชนีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์มาตรการความปลอดภัยของตัวแทน เช่น เวลาหลังการบุกรุก (Post Encroachment Time, PET) และระยะเวลาที่จะเกิดการชน (Time to Collision, TTC) เป็นต้น

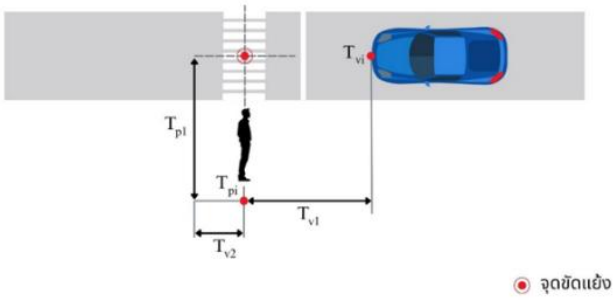
2.2.1 เวลาหลังการบุกรุก (Post Encroachment Time, PET)

เวลาหลังการบุกรุก (PET) เป็นดัชนีที่พบได้บ่อยในการวิเคราะห์ความปลอดภัยของคนเดินเท้า โดยเวลาหลังการบุกรุก (PET) คือ ช่วงเวลาระหว่างการมาถึงของคนเดินเท้าที่จุดขัดแย้ง กับเวลาที่ยานพาหนะมาถึงจุดขัดแย้งเดียวกัน มีหน่วยเป็นวินาที ดังแสดงในรูปที่ 3 สามารถหาค่า PET ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$PET = T_{v1} - T_{p1} \text{ เมื่อ } T_{p1} < T_{v1} \quad (1)$$

$$PET = T_{p1} - T_{v2} \text{ เมื่อ } T_{v2} < T_{p1} \quad (2)$$

โดยที่ T_{pi} คือ เวลาที่คนเดินเท้าอยู่ตำแหน่งเริ่มต้น, T_{p1} คือ เวลาที่คนเดินเท้าไปถึงจุดขัดแย้ง, T_{vi} คือ เวลาที่ยานพาหนะอยู่ตำแหน่งเริ่มต้น, T_{v1} คือ เวลาที่ยานพาหนะไปถึงจุดขัดแย้ง และ T_{v2} คือ เวลาที่ยานพาหนะออกจากจุดขัดแย้ง



รูปที่ 3 เวลาหลังการบุกรุก (Post Encroachment Time, PET)

เวลาหลังการบุกรุก (PET) สามารถบ่งบอกโอกาสในการเกิดการชนได้ กล่าวคือ ถ้าเวลาหลังการบุกรุก (PET) ยิ่งมีค่าน้อย จะบ่งบอกถึงโอกาสในการเกิดการชนที่สูงขึ้น ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาเวลาหลังการบุกรุก (PET) จะมีค่าดังแสดงในตารางที่ 2

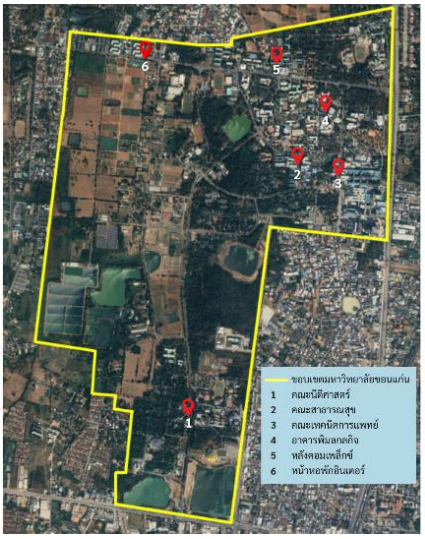
ตารางที่ 2 เวลาหลังการบุกรุก (PET) ที่ผ่านมา

ผู้วิจัย	เวลาหลังการบุกรุก (PET), (วินาที)	ระดับความเสี่ยง	หมายเหตุ
[6]	PET ≤ 2	ความเสี่ยงสูง	ค่า PET ถูกกำหนดด้วยค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 15 และ 50 จากการพล็อต CDF
	2 < PET ≤ 5.5	ความเสี่ยงปานกลาง	
	PET > 5.5	ปลอดภัย	
[7]	PET ≤ 1	ความเสี่ยงสูง	กำหนดค่า PET ตามผลการสังเกตภาคสนาม
	1 < PET ≤ 3	ความเสี่ยงปานกลาง	
	PET > 3	ปลอดภัย	
[8]	PET < 1	-	-
[9]	PET ≤ 1.5	ความเสี่ยงสูง	-
	1.5 < PET ≤ 3	ความเสี่ยงปานกลาง	
	3 < PET ≤ 5	ความเสี่ยงต่ำ	
	PET > 5	ปลอดภัย	

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีทางข้ามไม่แบ่งแยกทิศทางจราจรอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่ ทางม้าลาย ทางข้ามยกระดับ และทางข้ามที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการสุ่มเลือกตำแหน่งเก็บข้อมูลจากทางข้าม 2 ลักษณะ มาทั้งหมด 6 แห่ง โดยเป็นทางข้ามแบบยกระดับ 3 แห่ง และเป็นทางข้ามรูปแบบทางม้าลาย 3 แห่ง ตำแหน่งที่ตั้งของทางข้ามที่ทำการศึกษาจะแสดงดังรูปที่ 4 และลักษณะของพื้นที่ศึกษาจะแสดงดังรูปที่ 5 และตารางที่ 3



รูปที่ 4 ตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา

รูปที่ 5 พื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่	ตำแหน่ง	จำนวนช่องจราจร	ยกระดับ	ทางม้าลาย	ตั้งอยู่บน
1	คณะนิติศาสตร์	4	✓		Collector
2	คณะสาธารณสุข	2	✓		Local
3	คณะเทคนิคการแพทย์	2		✓	Collector
4	อาคารพิมลกลกิจ	2	✓		Local
5	หลังคอมเพล็กซ์	2		✓	Local
6	หน้าหอพักอินเตอร์	2		✓	Collector

3.2 การสำรวจข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้สำรวจข้อมูลโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ บันทึกวิดีโอด้วยความละเอียดสูง ที่ระดับความสูงไม่เกิน 45 เมตร และใช้มุมกล้อง 90 องศาตั้งฉากกับทางข้ามและมีขอบเขตเพียงพอที่จะสังเกตการเคลื่อนที่ของรถและพฤติกรรมของคนเดินเท้าที่ทางข้าม

การสำรวจข้อมูลจะทำในช่วงเวลาเร่งด่วนในวันธรรมดา ทำการบันทึกวิดีโอ 1 ชั่วโมง 30 นาที ในช่วงเวลาเดียวกัน ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ก่อนและหลังการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร ดังแสดงในรูปที่ 6

ในการสำรวจข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตใช้พื้นที่ในการสำรวจข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และได้ดำเนินการขอการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

รูปที่ 6 ตัวอย่างการวางกรวยจราจรเพื่อจำลองเกาะพักกลางถนน

3.3 การบันทึกข้อมูล

วิดีโอจากการสำรวจข้อมูล นำเข้าสู่โปรแกรม Kinovea ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของคนเดินเท้าและยานพาหนะ จับเวลา และวัดความเร็วของคนเดินเท้าและยานพาหนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งปัจจัยในการสังเกตพฤติกรรมของคนเดินเท้าและยานพาหนะที่ทางข้ามออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ลักษณะคนเดินเท้า พฤติกรรมในการข้าม สภาพจราจร และกายภาพของทางข้าม ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของแต่ละปัจจัยดังแสดงในตาราง 4 และทำการบันทึกข้อมูลรวมถึงการคำนวณเวลาหลังการบุกรุก (PET)

การคำนวณเวลาหลังการบุกรุก (PET) จะทำการคำนวณในทุกเหตุการณ์ที่คนเดินเท้าและยานพาหนะเคลื่อนที่เข้าหากัน โดยจะไม่นับ PET ในกรณีที่คนเดินเท้าหยุดรอข้ามถนน เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนที่เข้าหากันระหว่างทั้งสองฝ่าย การคำนวณ PET จะเริ่มต้นเมื่อทั้งคนเดินเท้าและยานพาหนะเคลื่อนที่เข้าสู่จุดขัดแย้งเดียวกัน โดยใช้ความแตกต่างของเวลาระหว่างคนเดินเท้าและยานพาหนะ ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 ตัวอย่างการคำนวณเวลาหลังการยุกรุก (PET) โดยใช้โปรแกรม Kinovea

จากรูปที่ 7 จะสังเกตได้ว่าคนเดินเท้าใช้เวลาในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดขัดแย้งใช้เวลา 2.57 วินาที ยานพาหนะใช้เวลาในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดขัดแย้ง 0.23 วินาที และยานพาหนะใช้เวลาในการออกจากจุดขัดแย้ง 0.23 วินาที และจะทำการคำนวณเวลาหลังการบุกรุก (PET) ด้วยสมการที่ (1) หรือ (2) ที่ได้กล่าวในหัวข้อที่ 2.2.1

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่ศึกษา

กลุ่มตัวแปร	ตัวแปร	คำอธิบาย	ที่มา
ลักษณะคนเดินเท้า	เพศ	เพศสภาพของแต่ละบุคคลที่สังเกตได้	[7]
	อายุ	ช่วงอายุของคนเดินเท้าที่สังเกตได้	[6-7]
พฤติกรรมในการข้าม	ข้ามเป็นกลุ่ม	การข้ามมากกว่า 1 คนขึ้นไป	[7]
	ข้ามบนทางม้าลาย	การข้ามที่อยู่บนทางม้าลาย	[8]
	ความเร็วในการข้าม	ความเร็วของคนเดินเท้า	[6], [14]
	การมองก่อนข้าม	การมองซ้ายและขวาก่อนข้ามถนน	สนใจที่จะศึกษา
สภาพจราจร	ตำแหน่งของยานพาหนะ	เมื่อเทียบกับตำแหน่งที่รอข้าม ยานพาหนะอยู่เลนใกล้หรือเลนไกล	[6], [14]
	ประเภทของยานพาหนะ	รถจักรยานยนต์ หรือรถยนต์ หรือรถซัทเทิลบัส	[6], [9]
	ความเร็วของยานพาหนะ	ความเร็วในช่วง 10 เมตร ก่อนที่ยานพาหนะจะวิ่งเข้าทางข้าม	[7]
	ปริมาณจราจร	การจราจรหนาแน่นบนท้องถนน	[7]
กายภาพ	เกาะพักบริเวณทางข้าม	มีเกาะพักบริเวณทางข้าม	[7]
	จำนวนช่องจราจร	จำนวนช่องจราจรทั้งหมด พิจารณาทั้งสองทิศทางจราจร	[14]

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ผลทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) เพื่อแสดงลักษณะของข้อมูลในกลุ่มปัจจัยต่าง ๆ และส่วนที่สองจะเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วในการข้าม ความเร็วรถ และเวลาหลังการบุกรุก (PET) ในช่วงก่อนและหลังปรับปรุงกายภาพโดยการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร โดยทำการทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยจะทำการตั้งสมมติฐานว่า เวลาหลังการบุกรุก (PET) จะมีค่าเพิ่มขึ้นหลังทำการติดตั้งกรวยจราจรเพื่อจำลองเกาะพักกลางถนน

4. ผลการวิจัย

4.1 สถิติเชิงพรรณนา

จากการสุ่มตัวอย่างการข้าม 242 ครั้ง ซึ่งมีเวลาในการบุกรุก (PET) 586 เหตุการณ์ สามารถสรุปสถิติพรรณนาแสดงลักษณะผู้ข้าม พฤติกรรมการข้าม และสภาพการจราจร ดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ตามลำดับ

จากข้อมูลในตารางที่ 5 พบว่าลักษณะของกลุ่มตัวอย่างการข้าม 242 ครั้ง ในช่วงก่อนและหลังการจำลองเกาะพัก มีสัดส่วนของคนเดินเท้าเพศชายอยู่ที่ 37% ก่อนการปรับปรุงกายภาพ และลดลงเป็น 33% หลังการปรับปรุงกายภาพ ในขณะที่สัดส่วนของคนเดินเท้าเพศหญิงเพิ่มขึ้นจาก 63% เป็น 67% สำหรับช่วงอายุ พบว่ากลุ่มเด็กและวัยรุ่นมีสัดส่วนลดลงจาก 74% เป็น 59% หลังการปรับปรุงกายภาพ ส่วนกลุ่มผู้ใหญ่มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจาก 23% เป็น 35% และกลุ่มผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นจาก 2% เป็น 6% โดยภาพรวม ลักษณะสัดส่วนของเพศยังคงมีแนวโน้มใกล้เคียงเดิม คือมีเพศหญิงมากกว่าเพศชายในทั้งสองช่วงเวลา แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดจะพบว่ามีความแตกต่างกันในองค์ประกอบของช่วงอายุ ซึ่งอาจสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตัวอย่างคนเดินเท้าระหว่างช่วงก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพ

ในส่วนของพฤติกรรมการข้ามถนน พบว่าหลังการปรับปรุงกายภาพ การข้ามถนนเพียงลำพังเพิ่มขึ้น 10% สัดส่วนการข้ามบนทางม้าลายเพิ่มขึ้น 15% อย่างไรก็ตาม การมองก่อนข้ามถนนมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันระหว่างช่วงก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพ

และจากข้อมูลในตารางที่ 6 พบว่าการสำรวจสภาพจราจรที่ส่งผลต่อระยะเวลาหลังการบุกรุก (PET) ทั้งหมด 586 เหตุการณ์ โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพ ผลการศึกษาพบว่าตำแหน่งของรถและประเภทของยานพาหนะมีสัดส่วนที่คล้ายคลึงกันในทั้งสองช่วงเวลา

ตารางที่ 5 ลักษณะและพฤติกรรมของคนเดินเท้า

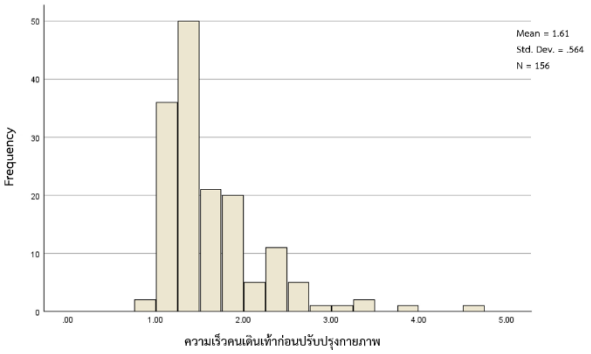
สถิติเชิงพรรณนา			การปรับปรุงกายภาพทางข้าม	
			ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
จำนวนการข้ามถนนของคนเดินเท้า (ครั้ง)			156	86
ตัวแปร		หน่วย	ร้อยละ	
ลักษณะคนเดินเท้า	เพศ	ชาย	37	33
		หญิง	63	67
	อายุ	เด็ก และวัยรุ่น	74	59
		ผู้ใหญ่	23	35
		ผู้สูงอายุ	2	6
พฤติกรรมในการข้าม	การข้ามเป็นกลุ่ม	คนเดียว	53	63
		กลุ่ม	47	37
	การข้ามบนทางม้าลาย	ไม่ข้ามบนทางม้าลาย	43	28
		ข้ามบนทางม้าลาย	57	72
	การมองก่อนข้าม	มองก่อนข้าม	98	97
		ไม่มองก่อนข้าม	2	3

ตารางที่ 6 สภาพการจราจร

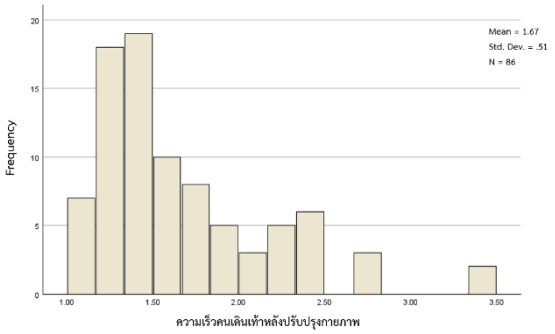
สถิติเชิงพรรณนา			การปรับปรุงกายภาพทางข้าม	
			ก่อนวางกรวยจราจร	หลังวางกรวยจราจร
จำนวนการเกิด PET (ครั้ง)			351	235
ตัวแปร		หน่วย	ร้อยละ	
สภาพจราจร	ตำแหน่งของรถ	เลนใกล้	37	37
		เลนไกล	63	63
	ประเภทยานพาหนะ	จักรยานยนต์	62	64
		รถยนต์	35	34
		ขัทเทิลบัส และรถบรรทุก	3	2

4.2 ความเร็วของคนเดินเท้าและยานพาหนะ

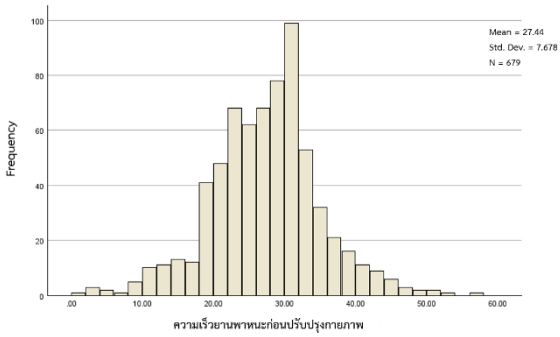
จากการสำรวจความเร็วของคนเดินเท้าและยานพาหนะ พบว่าค่าเฉลี่ยของความเร็วของคนเดินเท้าและยานพาหนะ ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพโดยการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร ดังแสดงในรูปที่ 8 รูปที่ 9 รูปที่ 10 และรูปที่ 11 ตามลำดับ



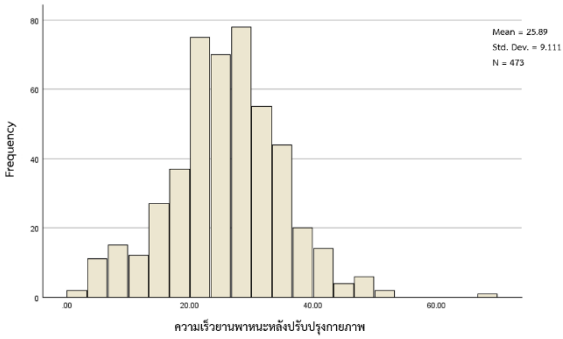
รูปที่ 8 กราฟแสดงความเร็วคนเดินเท้าก่อนปรับปรุงกายภาพ



รูปที่ 9 กราฟแสดงความเร็วของคนเดินเท้าหลังปรับปรุงกายภาพ



รูปที่ 10 กราฟแสดงความเร็วยานพาหนะก่อนปรับปรุงกายภาพ



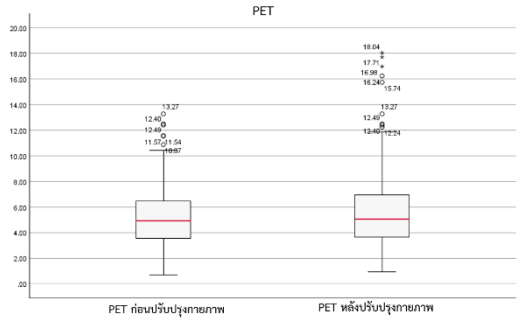
รูปที่ 11 กราฟแสดงความเร็วยานพาหนะหลังปรับปรุงกายภาพ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วของคนเดินเท้า 242 ตัวอย่าง พบว่าหลังการปรับปรุงกายภาพ ความเร็วเฉลี่ยของคนเดินเท้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1.61 เมตร/วินาที เป็น 1.67 เมตร/วินาที อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งบ่งชี้ว่าการปรับปรุงกายภาพด้วยการวางกรวยจราจรอาจไม่มีผลโดยตรงต่อความเร็วในการข้ามถนนของคนเดินเท้า

และจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วยานพาหนะ 1,152 คัน พบว่าหลังการปรับปรุงกายภาพ ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะมีแนวโน้มลดลงจาก 27.44 กิโลเมตร/ชั่วโมง เป็น 25.89 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งบ่งชี้ว่าการปรับปรุงกายภาพด้วยการวางกรวยจราจรอาจส่งผลต่อการลดความเร็วของยานพาหนะในบริเวณทางข้าม ซึ่งสอดคล้องกับ [13]

4.3 PET

จากการสำรวจเวลาในการบุกรุก (PET) ของคนเดินเท้าและยานพาหนะทั้งหมด 586 ครั้ง เปรียบเทียบเวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพโดยการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร ดังแสดงในรูปที่ 12 และทำการทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 7 และทำการเปรียบเทียบเวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพ โดยแบ่งออกตามพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 13 และสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8



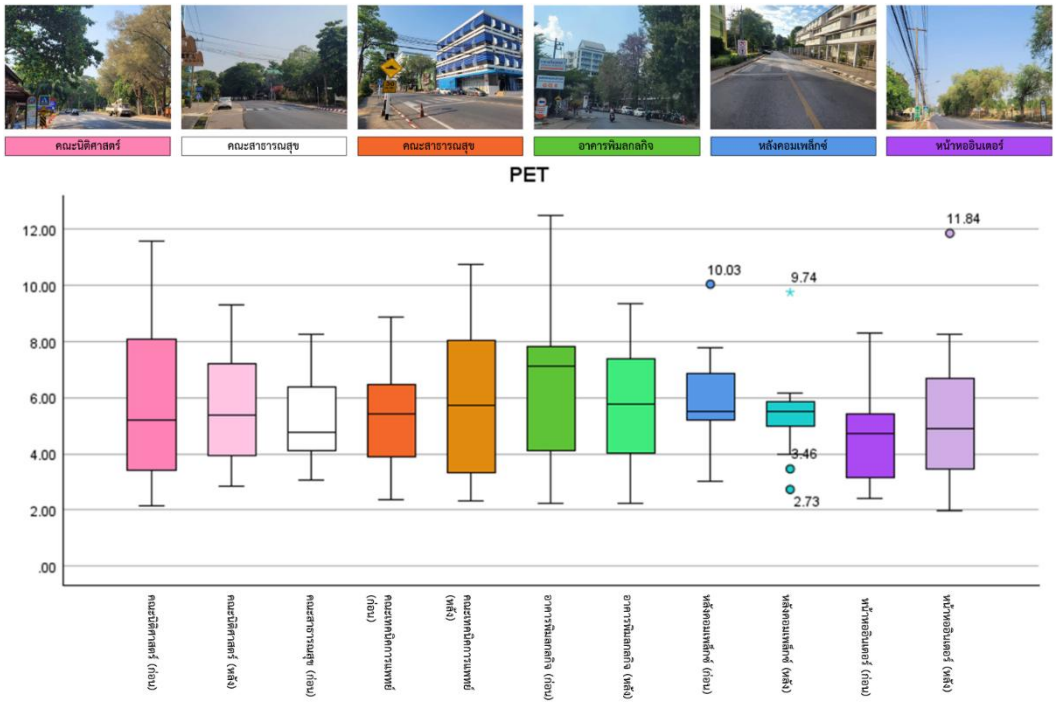
รูปที่ 12 กราฟ Box-plot เวลาหลังการบุกรุก (PET) เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกายภาพ

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์เวลาหลังการบุกรุก (PET) เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพ

	การปรับปรุงกายภาพทางข้าม	N	Mean	Std. Error	t	P	Sig.
PET	ก่อนปรับปรุงกายภาพ	351	5.18	2.140	-4.377	0.001	<.001
	หลังปรับปรุงกายภาพ	235	6.12	3.052			

ตารางที่ 8 เวลาหลังการบุกรุก (PET) เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกายภาพแบ่งตามพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	การปรับปรุงกายภาพ	PET (วินาที)
คณะนิติศาสตร์	ก่อนปรับปรุง	5.80
	หลังปรับปรุง	5.52
คณะสาธารณสุข	ก่อนปรับปรุง	4.62
	หลังปรับปรุง	-
คณะเทคนิคการแพทย์	ก่อนปรับปรุง	5.59
	หลังปรับปรุง	6.99
อาคารพิมลกลกิจ	ก่อนปรับปรุง	6.08
	หลังปรับปรุง	5.80
หลังคอมเพล็กซ์	ก่อนปรับปรุง	4.95
	หลังปรับปรุง	4.97
หน้าหออินเตอร์	ก่อนปรับปรุง	4.64
	หลังปรับปรุง	6.75



รูปที่ 13 กราฟ Box-plot เวลาหลังการบุกรุก (PET) เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงกายภาพ แบ่งตามพื้นที่ศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 7 พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพโดยการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร อยู่ที่ 5.18 วินาที และ 6.12 วินาที ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเวลาหลังการบุกรุก (PET) อาจบ่งชี้ว่าการปรับปรุงกายภาพด้วยการวางกรวยจราจรมีส่วนช่วยเพิ่มความปลอดภัยของคนเดินเท้าในบริเวณทางข้าม โดยอาจทำให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วลงหรือเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น ส่งผลให้ช่วงเวลาระหว่างการข้ามถนนของคนเดินเท้าและการมาถึงของยานพาหนะ

และจากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ที่มีแนวโน้มเวลาหลังการบุกรุก (PET) ลดลง ได้แก่ คณะนิติศาสตร์ ลดลงจาก 5.80 วินาที เป็น 5.52 วินาที และอาคารพิมลกลกิจ ลดลงจาก 6.08 วินาที เป็น 5.80 วินาที โดยทั้งสองพื้นที่มีทางข้ามในรูปแบบยกระดับ พื้นที่ที่มีแนวโน้มเวลาหลังการบุกรุก (PET) เพิ่มขึ้น ได้แก่ คณะเทคนิคการแพทย์ เพิ่มขึ้นจาก 5.59 วินาที เป็น 6.99 วินาที และหน้าหออินเตอร์ เพิ่มขึ้นจาก 4.64 วินาที เป็น 6.75 วินาที ทั้งสองพื้นที่ใช้ทางข้ามแบบทางม้าลาย พื้นที่ที่เวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพใกล้เคียงกัน ได้แก่ พื้นที่ศึกษาหลังคอมเพล็กซ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยเวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพอยู่ที่ 4.95 วินาที และ 4.97 วินาที ตามลำดับ พื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลหลังการปรับปรุงกายภาพ ได้แก่ คณะสาธารณสุข ซึ่งมีเวลาหลังการบุกรุก (PET) ก่อนการปรับปรุงกายภาพอยู่ที่ 4.62 วินาที แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านความกว้างของถนน ทำให้ไม่มีการสำรวจข้อมูลหลังการปรับปรุงกายภาพ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า พื้นที่ที่เวลาหลังการบุกรุก (PET) เพิ่มขึ้นหลังการปรับปรุงกายภาพ อาจบ่งชี้ถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของความปลอดภัยของคนเดินเท้า เนื่องจากระยะเวลาระหว่างการข้ามถนนของคนเดินเท้าและการมาถึงของยานพาหนะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม บางพื้นที่ที่เวลาหลังการบุกรุก (PET) ลดลง อาจสะท้อนว่าการปรับปรุงกายภาพไม่ได้ส่งผลให้ความปลอดภัยของคนเดินเท้าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ

นอกจากนั้นผลจากการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา พบว่ากลุ่มตัวอย่างคนเดินเท้าก่อนและหลังการจำลองเกาะพักกลางถนนมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าเวลาหลังการบุกรุก (PET) ที่วัดได้ อย่างไรก็ตาม การทดสอบ t-test พบว่า PET ของเพศไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การทดสอบ ANOVA พบว่าช่วงอายุส่งผลต่อค่า PET ดังนั้น อาจยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าผลจากการปรับปรุงกายภาพเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงของค่า PET ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น ควรมีการวิเคราะห์โมเดลเพิ่มเติมเพื่อควบคุมผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆ เช่น เพศ ช่วงอายุ หรือสภาพการจราจร เพื่อให้ผลการเปรียบเทียบ PET มีความน่าเชื่อถือและสะท้อนผลของการจำลองเกาะพักกลางถนนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เปรียบเทียบความเสี่ยงในการข้ามถนน ก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพโดยการจำลองเกาะพักกลางถนนด้วยกรวยจราจร ที่ทางข้ามบนช่วงถนน 6 แห่งภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยสุ่มตัวอย่างการข้าม 242 ครั้ง ใช้ค่า PET เป็นดัชนีเสมือนแทนความเสี่ยงในการข้ามถนนของคนเดินเท้า วิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพด้วยการทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการจำลองเกาะพักด้วยกรวยจราจร ความเร็วในการข้ามถนนของคนเดินเท้าไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะลดลง และ เวลาหลังการบุกรุก (PET) เพิ่มขึ้น ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นนี้อาจสะท้อนถึงการเพิ่มขึ้นของระดับความปลอดภัยของคนเดินเท้าเมื่อมีการจำลองเกาะพักด้วยกรวยจราจร

เนื่องจากการลดลงของความเร็วของยานพาหนะและการเพิ่มขึ้นของ PET บ่งชี้ถึงความเสี่ยงที่ลดลงสำหรับคนเดินเท้า

อย่างไรก็ตาม แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ PET มีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ศึกษาซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของลักษณะกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาในสองช่วงเวลา เช่น ความแตกต่างของเพศและช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งอาจมีผลต่อพฤติกรรมการข้ามถนน ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรพิจารณาวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถควบคุมอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่แม่นยำและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

เอกสารอ้างอิง

[1] Global Road Safety Partnership. (2008). Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners. Geneva, Global Road Safety Partnership.

[2] กองป้องกันการบาดเจ็บ กรมควบคุมโรค. (2566). ข้อมูลบูรณาการผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน 3 ฐาน. นนทบุรี: ศูนย์ความร่วมมือด้านข้อมูลการบาดเจ็บกองป้องกันการบาดเจ็บ กรมควบคุมโรค.

[3] Balk, S. A., Bertola, M. A., Shurbutt, J., & Do, A. (2014). Human factors assessment of pedestrian roadway crossing behavior.

[4] สุเมธี สนธิกุล. (2556). โครงการ จัดทำชุดคู่มือเสริมสร้างความปลอดภัยของคนเดินเท้า Pedestrian Safety Guideline. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].

[5] Chen, P., Nakamura, H., & Asano, M. (2014). Application of surrogate safety measures for assessment of pedestrian versus left-turning vehicle conflict at signalized crosswalks. Advances in transportation studies.

[6] Marisamynathan, S., & Vedagiri, P. (2020). Pedestrian safety evaluation of signalized intersections using surrogate safety measures. Transport, 35(1), 48-56.

[7] Zhang, C., Zhou, B., Chen, G., & Chen, F. (2017). Quantitative analysis of pedestrian safety at uncontrolled multi-lane mid-block crosswalks in China. Accident Analysis & Prevention, 108, 19-26.

[8] Chen, P., Zeng, W., Yu, G., & Wang, Y. (2017). Surrogate safety analysis of pedestrian-vehicle conflict at intersections using unmanned aerial vehicle videos. Journal of advanced transportation, 2017.

[9] Scholl, L., Elagaty, M., Ledezma-Navarro, B., Zamora, E., & Miranda-Moreno, L. (2019). A surrogate video-based safety methodology for diagnosis and evaluation of low-cost pedestrian safety countermeasures: The case of Cochabamba, Bolivia. Sustainability, 11(17), 4737.

[10] กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์. (2561). คู่มือการออกแบบทางข้ามถนนที่ปลอดภัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน.

[11] Saleh, W., Grigorova, M., & Elattar, S. (2020). Pedestrian road crossing at uncontrolled mid-block locations: Does the refuge island increase risk?. Sustainability, 12(12), 4891.

[12] Faizan ul Haq, M., Iryo-Asano, M., Alhajyaseen, W., Samson, C. J., & Zhu, H. (2024). Impact of refuge island in two-lane roads on pedestrian crossing behavior: a virtual reality study. Canadian Journal of Civil Engineering.

[13] Zhang, X., Nakamura, H., & Wu, Y. (2019). Analyzing the impact of refuge islands on pedestrian and driver behavior at unsignalized mid-block crosswalks. In World Conference on Transport Research. Mumbai, India: Transportation Research Procedia (pp. 1-8).

[14] Anwari, N., Abdel-Aty, M., Goswamy, A., & Zheng, O. (2023). Investigating surrogate safety measures at midblock pedestrian crossings using multivariate models with roadside camera data. Accident Analysis & Prevention, 192,107233.