ประสิทธิผลของทางคนเดินข้ามอัจฉริยะ กรณีศึกษาทางข้ามถนนกาญจนวณิชย์ จังหวัดสงขลา

EFFECTIVENESS OF SMART PEDESTRIAN CROSSING: CASE STUDY OF KANJANAVANICH ROAD, SONGKHLA

พงศธร เพชรตีบ[1,*], ปรเมศวร์ เหลือเทพ[1], นพดล กรประเสริฐ[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, อำเภอหาดใหญ่, สงขลา, 90110, ประเทศไทย
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, อำเภอเมือง, เชียงใหม่, 50200, ประเทศไทย
[*]Corresponding author address: Pechteep@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในประเทศไทย คนเดินเท้าเป็นกลุ่มผู้ใช้ทางที่มีความเสี่ยงสูงต่อการถูกรถชนและเสียชีวิต โดยมีสัดส่วนการเสียชีวิตร้อยละ 7.6 ของผู้เสียชีวิตทั้งหมดจากอุบัติเหตุทางถนน บทความนี้นำเสนอประสิทธิผลของการปรับปรุงทางคนข้ามถนนจากแบบม้าลายเป็นแบบอัจฉริยะที่มีสัญญาณไฟจราจรแปรเปลี่ยนตามปริมาณจราจรและคนข้าม โดยมีกรณีศึกษาทางคนข้ามถนนกาญจนวณิชย์ (ทางหลวงหมายเลข 407) ซึ่งเป็นเส้นทางหลักเชื่อมเมืองสงขลา ในการศึกษาได้สำรวจข้อมูลลักษณะกายภาพ คุณลักษณะและปริมาณจราจร และความเร็วของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่ขับผ่านทางข้ามทั้งในวันทำงานและวันหยุด โดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง ผลการศึกษา พบว่า การปรับปรุงทางข้ามด้วยการติดตั้งไฟกระพริบเตือนทางข้ามล่วงหน้า แถบลดความกว้างช่องจราจร และแถบม้าลายบนพื้นสีแดง โดยไม่เปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจร (อยู่ระหว่างทดสอบระบบ) ช่วยให้ผู้ใช้ทางสามารถสังเกตเห็นตำแหน่งทางข้ามถนนได้ชัดเจน และลดความเร็วของรถยนต์ทิศทางเข้าเมือง ร้อยละ 25.19 ทิศทางออกเมือง ร้อยละ 12.82 ในวันทำงาน และทิศทางเข้าเมือง ร้อยละ 6.67 ในวันหยุด แต่ความเร็วของรถจักรยานยนต์ยังไม่ลดลงเท่าที่ควร โดยทิศทางเข้าเมืองลดลงร้อยละ 2.22 และทิศทางออกเมืองลดลงร้อยละ 4.35 ในวันหยุด อีกทั้งความเร็วของยานพาหนะทั้งสองประเภทหลังการปรับปรุงยังมีค่าสูงกว่าความเร็วปลอดภัยสำหรับคนข้ามถนน ประเด็นนี้ต้องศึกษาเพิ่มเติมเมื่อมีการเปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจร

คำสำคัญ: *คนเดินเท้า, ทางคนเดินข้ามอัจฉริยะ, ประสิทธิผล, ความเร็ว, ความปลอดภัยทางถนน*

Abstract

In Thailand, pedestrian is a vulnerable road user group who has high risks to vehicle crashes and death. Pedestrian-related crashes account for 7.6% of all road fatalities. This paper presented the effectiveness of the improvement of pedestrian crossing from a typical zebra crossing to a smart pedestrian crossing in which pedestrian signal varies from vehicle traffic and pedestrians. The case study was a zebra crossing on Kanjanavanich Road (Highway No. 407), which is a major route connecting Songkhla city. In the study, road geometry, traffic volume and speed of passenger cars and motorcycles at pedestrian crossing were collected on both weekdays and weekends, before and after the improvement of pedestrian crossing. The results revealed that the installation of advanced warning flashing light, optical speed bar, and zebra crossing with red color, without traffic signal operation (during system testing), could increase the visibility of the crossing and reduce the speed of passenger cars, i.e., by 25.19% inbound and by 12.82% outbound on weekdays and by 6.67% inbound on weekends. However, the speed of motorcycles could reduce slightly, i.e., by 2.22% inbound and by 4.35% outbound on weekends. In addition, the speeds of both vehicle types after the improvement were higher than the safety speed for pedestrian crossing. This issue is needed for further study when the traffic signal is operated.

Keywords: *Pedestrian, Smart Pedestrian Crossing, Effectiveness, Speed, Road Safety.*

1. บทนำ

คนเดินเท้าเป็นกลุ่มผู้ใช้ทางที่มีความเสี่ยงสูงต่อการถูกรถชนและเสียชีวิต จากสถิติอุบัติเหตุรถชนบนถนนทั่วโลก พบว่า จำนวนผู้เสียชีวิตต่อปีมีมากกว่า 1.35 ล้านราย โดยมีสัดส่วนผู้เสียชีวิตที่เป็นคนเดินเท้ากว่า 0.35 ล้านราย คิดเป็นร้อยละ 26 [1]

ประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุรถชนสูงเป็นอันดับที่ 9 ของโลก โดยพบสัดส่วนของคนเดินเท้าที่เสียชีวิตจากการถูกรถชน ร้อยละ 7.6 ของผู้เสียชีวิตทั้งหมดจากอุบัติเหตุรถชน [1] เมื่อพิจารณาจำนวนคนเดินเท้าที่ประสบเหตุจากสถิติอุบัติเหตุรถชนระหว่างปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2562 [2] พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวน 2,737 ราย (คิดเป็นร้อยละ 3.09 ของผู้ประสบเหตุทั้งหมด) ส่วนปี พ.ศ. 2561 มีจำนวน 2,960 ราย (เพิ่มขึ้น 223 ราย คิดเป็นร้อยละ 8.15 ของผู้ประสบเหตุทั้งหมด) และปี พ.ศ. 2562 มีจำนวน 3,088 ราย (เพิ่มขึ้น 128 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.32 ของผู้ประสบเหตุ

ทั้งหมด) จะเห็นได้ว่า คนเดินเท้ามีแนวโน้มถูกรถชนเพิ่มขึ้น

ถนนในเขตเมือง (Urban zone) และช่วงเปลี่ยนแปลง (Transition Zone) ในหลายพื้นที่ของประเทศไทยมักมีหลายช่องจราจรหรือมีขนาดช่องจราจรค่อนข้างกว้าง (มากกว่า 3.0 เมตร) มีแนวโน้มที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะใช้ความเร็วสูงเกินที่กฎหมายกำหนด ประกอบกับถนนในช่วงดังกล่าวมักมีชุมชนและคนข้ามถนน ปัจจัยดังกล่าวนำไปสู่การเพิ่มโอกาสเกิดอุบัติเหตุรถชนคนข้ามถนนและความรุนแรงให้กับคนข้ามถนนหากถูกรถชน ดังนั้น มาตรการควบคุมความเร็วจึงเป็นมาตรการแรกและเป็นมาตรการหลักในการลดการเสียชีวิตบนถนนในหลายประเทศทั่วโลก หลายเมืองในประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรปได้มีการออกมาตรการจำกัดความเร็วในเขตเมืองและช่วงเปลี่ยนแปลงที่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และจำกัดความเร็วที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของคนเดินเท้า [1] การลดความเร็วในการขับขี่เพียงร้อยละ 1-10 สามารถลดการเสียชีวิตได้มากถึงสี่เท่า นอกจากนี้ การควบคุมความเร็วบนถนนสายหลักในเขตเมือง ยังส่งผลให้จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตต่อปี ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ [3]

อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายบังคับให้รถยนต์ใช้ความเร็วต่ำในเขตเมืองหรือบริเวณที่มีคนเดินเท้าหนาแน่น มีเพียงกฎหมายจำกัดความเร็วของรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ และรถกระบะขนาด 1 ตัน ที่สามารถใช้ความเร็วในเขตกรุงเทพฯ หรือเขตเทศบาลได้ไม่เกิน 80 กม./ชม. [4] ซึ่งความเร็วดังกล่าวยังสูงกว่าความเร็วที่ปลอดภัยกรณีมีคนเดินเท้า (30 กม./ชม.) [5] อย่างมาก ทั้งนี้ หากเป็นเขตชุมชนหรือพื้นที่เสี่ยงต่อการข้ามถนนจะมีการติดตั้งป้ายเตือนเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ขับขี่เพิ่มความระมัดระวังหรือลดความเร็ว

จากสถานการณ์ความปลอดภัยของคนเดินเท้าและคนข้ามถนนข้างต้น แม้ยังไม่มีนโยบายที่ชัดเจนด้านการใช้ความเร็วต่ำในเขตเมือง แต่หลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้พยายามติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยให้กับคนข้ามถนน ทั้งป้ายจำกัดความเร็ว เส้นชะลอความเร็ว สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามถนน และทางข้ามอัจฉริยะ เพื่อลดความเสี่ยงและความรุนแรงของอุบัติเหตุรถชนคนข้ามถนน

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของการติดตั้งทางข้ามอัจฉริยะบนถนนกาญจนวณิชย์ บริเวณธนาคารกรุงเทพสาขาสะพานติณสูลานนท์ ซึ่งเป็นเส้นทางเข้าออกเมืองสงขลาของทั้งยานพาหนะและผู้คน เป็นกรณีศึกษา ผลงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มความปลอดภัยของคนข้ามถนนและยานพาหนะและพัฒนาทางข้ามอัจฉริยะในเขตเมืองที่มีลักษณะใกล้เคียงได้ต่อไป

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1. คนเดินเท้า

ในประเทศไทย “คนเดินเท้า” หมายถึง คนเดินและให้รวมถึงผู้ใช้เก้าอี้ล้อสำหรับคนพิการหรือรถสำหรับเด็กด้วย [6] ส่วนในต่างประเทศ [7] การออกแบบมาตรการเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกของคนเดินเท้า ยังครอบคลุมบุคคลที่เดินเท้าและบุคคลที่นั่งรถเข็นหรือเคลื่อนที่บนรองเท้าสเก็ต (Roller Skates) หรือพาหนะที่ไม่ใช่จักรยานแต่ใช้แรงคนหรือเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูงสุดไม่เกิน 7 กม./ชม.

2.2. อุบัติเหตุชนคนเดินเท้า

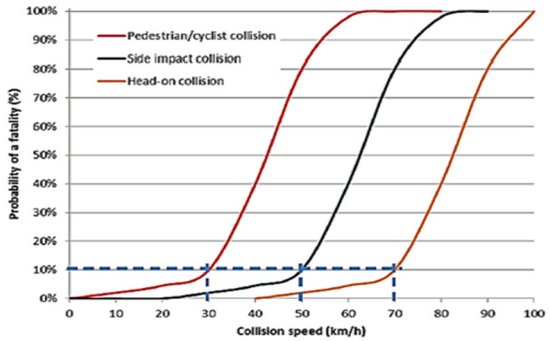
ปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุชนคนเดินเท้า อาจจำแนกได้ 2 ด้านหลัก ประกอบด้วย 1) ด้านกายภาพของพื้นที่ เช่น การออกแบบทางเท้าและทางข้าม หรือทางแยกที่ไม่สอดคล้องกับการใช้งานของคนเดินและคนข้ามถนน หรือการขาดการบำรุงรักษาให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ เป็นต้น และ 2) ด้านพฤติกรรม เช่น ความประมาทของคนเดินเท้าที่ไม่ข้ามถนนในจุดที่จัดไว้ ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วสูง ไม่ชะลอ หรือหยุดให้คนข้ามถนน เป็นต้น [8]

คนเดินเท้ามีความเสี่ยงต่อการถูกชนเมื่อข้ามถนนในเขตเมือง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีกิจกรรมบนถนนและริมถนนที่สูง พบว่าอุบัติเหตุที่มีคนเดินเท้าเสียชีวิตกว่า 75% เกิดขึ้นบริเวณช่วงถนนที่ไม่ใช่ทางแยก นอกจากนี้ ยังพบว่า อุบัติเหตุประมาณ 80% เกิดขึ้นเมื่อคนเดินเท้าไม่ได้ข้ามถนนบริเวณทางม้าลายหรือเมื่อข้ามทางม้าลายที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร [9]

วันในสัปดาห์ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความรุนแรงของอุบัติเหตุชนคนเดินเท้า โดยพบว่า คนเดินเท้าที่ถูกชนจนเสียชีวิตในวันหยุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 5.9% ส่วนวันธรรมดาเพิ่มขึ้น 5.3% และยังพบว่าการเสียชีวิตของคนเดินเท้าส่วนใหญ่เกิดขึ้นในวันเสาร์ จำนวน 1,031 ราย คิดเป็น 16.41% ของจำนวนคนเดินเท้าที่เสียชีวิตทั้งหมด [10]

2.3. ความเร็วกับความปลอดภัยของคนเดินเท้า

เมื่อพิจารณาความรุนแรงของคนข้ามถนนหากถูกชนที่ความเร็วแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 (พิจารณาเส้นกราฟกรณี Pedestrian/cyclist collision) พบว่า หากคนข้ามถนนถูกรถชนด้วยความเร็ว 30 กม./ชม. จะมีโอกาสเสียชีวิตประมาณ 10% แต่หากคนข้ามถนนถูกชนด้วยความเร็วที่มากกว่า 60 กม./ชม. จะเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเกือบ 100% [5] และเมื่อพิจารณาความเร็วที่ชนในช่วงระหว่าง 30 ถึง 40 กม./ชม. จะเห็นว่า ความเร็วของยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นเพียง 10 กม/ชม. จะส่งผลอย่างมากต่อโอกาสเสียชีวิตของคนเดินเท้าที่ถูกรถชน ดังจะเห็นได้จากเส้นกราฟที่มีความชันอย่างชัดเจน

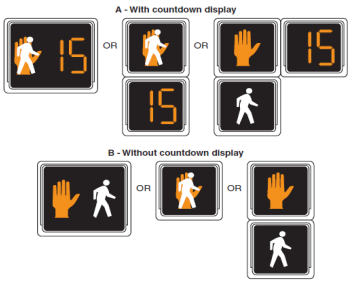


รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ชนกับโอกาสเสียชีวิต [5]

2.4. ทางข้ามอัจฉริยะ

ทางข้ามอัจฉริยะเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตรวจจับปริมาณคนข้ามและยานพาหนะบริเวณทางข้ามให้กับระบบสัญญาณไฟจราจรแบบเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจร [11] ขั้นตอนการทำงานของทางข้ามอัจฉริยะจะใช้กล้องตรวจจับบริเวณพื้นที่รอข้ามว่ามีคนยืนรออยู่หรือไม่ หากระยะเวลารอของคนข้ามเกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ ระบบจะตัดสัญญาณไฟเขียวสำหรับยวดยาน และให้สัญญาณไฟสำหรับคนข้าม เมื่อสัญญาณไฟเปลี่ยนเป็น รูปคนเดิน (ตัวอย่างรูปที่ 2) ให้คนเดินข้ามที่กดปุ่มหรือยืนรอบริเวณทางเท้าเริ่มข้ามถนนได้ แต่เมื่อสัญญาณไฟเปลี่ยนเป็น รูปมือแบบกระพริบ ให้คนในพื้นที่ทางข้ามรีบข้ามถนน และห้ามเริ่มข้ามถนนในช่วงดังกล่าว

ระบบตรวจจับคนเดินข้ามถนนจะช่วยขยายเวลาสัญญาณไฟจราจรจนคนในพื้นที่ทางข้ามสามารถข้ามถนนจนหมด นอกจากนี้อาจติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่างอัจฉริยะที่สามารถเปิดปิดไฟบริเวณพื้นที่รอข้ามและทางข้ามได้อัตโนมัติ (ตัวอย่างรูปที่ 3)



รูปที่ 2 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของสัญญาณไฟคนข้ามถนน [11]

รูปที่ 3 ตัวอย่างทางข้ามอัจฉริยะที่มีเครื่องตรวจจับคนข้ามและไฟฟ้าส่องสว่างอัตโนมัติ [12]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา (รูปที่ 4ก) เดิมเป็นทางข้ามแบบม้าลายบนทางหลวงหมายเลข 407 (ถนนกาญจนวณิชย์) ตอน 0102 ช่วงควนหิน-สงขลา กม. 24+700 ขนาด 4 ช่องจราจร ช่องจราจรละ 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 2.0 เมตร มีเกาะกลางแบบยก (กว้างประมาณ 3.3 เมตร) บริเวณสองข้างทางมีทางเท้ากว้างฝั่งละ 2.0 เมตร ก่อนถึงทางม้าลายมีไฟกระพริบติดตั้งเพื่อเตือนผู้ขับขี่ว่ามีทางข้ามข้างหน้า

ช่วงถนนที่ศึกษาเป็นย่านเปลี่ยนแปลง (Transition zone) ที่ใช้สัญจรเข้า-ออกตัวเมืองสงขลา จึงมีปริมาณจราจรค่อนข้างสูงในช่วงเวลาเร่งด่วน มีการใช้ความเร็ว และรถไม่หยุดให้คนข้ามทางม้าลาย ทำให้คนข้ามถนนมีความเสี่ยงต่อการถูกชน

หน่วยงานทางที่เกี่ยวข้องได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาความไม่ปลอดภัยของคนข้ามถนน จึงมีโครงการปรับปรุงทางข้ามดังกล่าว [13] โดยได้ติดตั้ง 1) กล้องและเซ็นเซอร์ตรวจจับยวดยานและคนข้าม พร้อมด้วยกล้องและเซ็นเซอร์ตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ 2) สัญญาณไฟจราจรสำหรับยวดยานและคนข้าม (มีปุ่มกดทางข้าม) 3) ป้ายตำแหน่งทางข้ามแบบ LED บริเวณเกาะกลางและเสาแขวนสูง 4) ไฟ LED ส่องสว่างบริเวณทางข้าม 5) การทาพื้นสีแดงบริเวณทางข้ามและตีเส้นลดขนาดช่องจราจรแบบ Optical speed bar (OSB) และแบบซิกแซก และ 6) ป้ายจำกัดความเร็ว ดังรูปที่ 4ข) อย่างไรก็ตามในช่วงที่จัดทำบทความนี้ สัญญาณไฟจราจรอัจฉริยะยังไม่ถูกเปิดใช้งาน เนื่องจากอยู่ระหว่างขั้นตอนการทดสอบระบบขั้นสุดท้าย

ก) สภาพก่อนการปรับปรุงทางข้าม

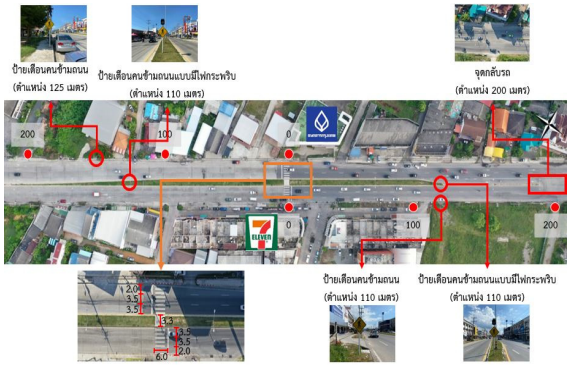
ข) สภาพหลังการปรับปรุงทางข้าม

รูปที่ 4 สภาพพื้นที่ศึกษา

3.2. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

3.2.1. การสำรวจลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาได้ถูกสำรวจ (ดังรูปที่ 5) ประกอบด้วย 1) ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ ความกว้างช่องจราจร ความกว้างเกาะกลางถนน ความกว้างไหล่ทางทั้ง 2 ฝั่ง และความกว้างทางเท้าทั้ง 2 ฝั่ง 2) ลักษณะทางกายภาพของทางข้าม ได้แก่ ความกว้างและความยาวของทางข้าม 3) อุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณทางข้าม ได้แก่ เส้นหยุดทางข้าม ป้ายตำแหน่งทางข้าม ป้ายเตือนคนข้ามถนน ป้ายจำกัดความเร็ว ไฟฟ้าส่องสว่างบริเวณทางข้าม



รูปที่ 5 การสำรวจข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษา

3.2.2. การสำรวจปริมาณจราจร

ข้อมูลปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ซึ่งเป็นยานพาหนะหลักที่สัญจรผ่านเส้นทางนี้ ได้ถูกสำรวจทั้งทิศทางขาเข้าเมืองและขาออกเมือง โดยเน้นศึกษาอัตราการไหลของการจราจรในช่วงเวลาไม่เร่งด่วนของวันทำงานและวันหยุด เพื่อนำผลอัตราการไหลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมความเร็วต่อไป (กล่าวในหัวข้อย่อยถัดไป)

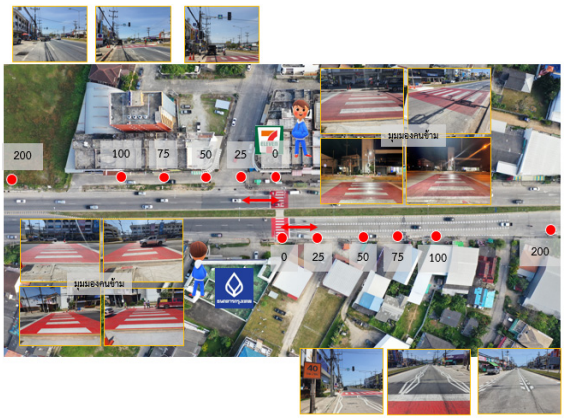
ก่อนการปรับปรุงทางข้าม ได้สำรวจข้อมูลปริมาณจราจรในวันทำงานเมื่อวันพุธที่ 15 และวันพฤหัสบดีที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 ส่วนในวันหยุดสำรวจเมื่อวันอาทิตย์ที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 หลังปรับปรุง ได้สำรวจข้อมูลในวันทำงานเมื่อวันอังคารที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2564 และในวันหยุดเมื่อวันเสาร์ที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2564

ในการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรแต่ละครั้งได้ใช้อากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อบันทึกภาพวีดิทัศน์ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาในมุมสูง โดยบันทึกแต่ละครั้งเป็นเวลารวมกันไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ข้อมูลปริมาณจราจรที่ได้ถูกนำไปปรับเป็นหน่วยรถยนต์ส่วนบุคคลเทียบเท่า (PCU) ตามดัชนีของกรมทางหลวง [14]

3.2.3. การสำรวจความเร็วของยานพาหนะ

ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะทิศทางขาเข้าเมืองและขาออกเมือง ได้ถูกสำรวจในช่วงเวลาเดียวกับการสำรวจปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ โดยใช้วิธีสำรวจความเร็วแบบเฉลี่ยช่วงถนน (Space Mean Speed) และเน้นศึกษาที่ช่วงระยะทาง 25 เมตร จากเส้นหยุดของทางม้าลาย (ดังรูปที่ 6) ซึ่งถือเป็นความเร็วของยานพาหนะช่วงสุดท้ายก่อนถึงทางม้าลาย เพื่อนำข้อมูลความเร็วที่ได้ไปจัดทำกราฟความเร็ว (Speed profile) และหาความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ อีกทั้งนำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็ว เพื่อวิเคราะห์หาสมการแนวโน้มการใช้ความเร็วและคาดการณ์ความเร็วการไหลอิสระ ซึ่งเป็นความเร็วสูงสุดที่ยานพาหนะมีแนวโน้มขับขี่ได้ตามลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษา ตลอดจนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ความเร็วของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงทางข้าม

ก) ก่อนการปรับปรุงทางข้าม



ข) หลังการปรับปรุงทางข้าม

รูปที่ 6 ตำแหน่งสำรวจข้อมูลความเร็วของยานพาหนะ

3.3. วิธีการประเมินประสิทธิผล

ในบทความนี้ได้ประเมินประสิทธิผลของการปรับปรุงทางข้ามตามที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 3.1 โดยยังไม่มีการเปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามและเครื่องตรวจวัดกระแสจราจรและคนข้าม

ในการประเมินได้วิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วของยานพาหนะก่อนและหลังการปรับปรุงทางข้าม ว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยคำนวณได้จากสมการที่ (1) [15]

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

โดยที่

t คือ ค่าสถิติจากการทดสอบแบบที (t-test)

$\bar{u}_{Before}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วยานพาหนะก่อนปรับปรุงทางข้าม (กม./ชม.)

$\bar{u}_{After}$ คือ ค่าเฉลี่ยของความเร็วยานพาหนะหลังปรับปรุงทางข้าม (กม./ชม.)

SD_{Before} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วยานพาหนะก่อนปรับปรุงทางข้าม (กม./ชม.)

SD_{After} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วยานพาหนะหลังปรับปรุงทางข้าม (กม./ชม.)

n_{Before} คือ จำนวนตัวอย่างความเร็วของยานพาหนะก่อนการติดตั้ง (คัน)

n_{After} คือ จำนวนตัวอย่างความเร็วของยานพาหนะหลังการติดตั้ง (คัน)

จากสมการที่ (1) หาก t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า ค่าสถิติวิกฤต (t_c) แสดงว่า ข้อมูลความเร็วของยานพาหนะก่อนและหลังปรับปรุงทางข้าม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากมีค่าน้อยกว่า แสดงว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

4. ผลการศึกษา

4.1. ผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์

ผลการวิเคราะห์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่สัญจรผ่านช่วงถนนระยะทาง 25 เมตรก่อนถึงเส้นหยุดทางข้าม ก่อนและหลังปรับปรุงทางข้าม แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ในช่วงวันทำงาน ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถยนต์มีแนวโน้มลดลงทั้งสองทิศทางอย่างมีนัยสำคัญ โดยทิศทางเข้าเมืองลดลง 16 กม./ชม. (14.29%) และทิศทางออกเมืองลดลง 33 กม./ชม. (25.78%) แต่ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถจักรยานยนต์กลับเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งสองทิศทาง โดยทิศทางเข้าเมืองเพิ่ม 10 กม./ชม. (11.24%) และทิศออกเมืองเพิ่ม 6 กม./ชม. (6.74%)

ในช่วงวันหยุด พบว่า ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถยนต์มีแนวโน้มลดลงทั้งสองทิศทางอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน โดยทิศทางเข้าเมืองลดลง 15 กม./ชม. (13.64%) และทิศทางออกเมืองลดลง 8 กม./ชม. (7.76%) สำหรับกรณีรถจักรยานยนต์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์เพิ่มขึ้น 3 กม./ชม. (3.66%) เฉพาะทิศทางเข้าเมือง และกลับลดลง 12 กม./ชม. (12%) ในทิศทางขาออกเมือง

จากผลการศึกษาข้างต้น กล่าวได้ว่า การปรับปรุงทางข้ามนี้สามารถลดความเร็วของรถยนต์ทั้งสองทิศทางในช่วงวันทำงานและวันหยุดได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความเร็วของรถจักรยานยนต์กลับเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ว่า มาตรการปรับปรุงทางข้ามส่งผลต่อการชะลอความเร็วของรถยนต์ แต่ไม่ส่งผลต่อรถจักรยานยนต์มากนัก

อย่างไรก็ตาม ปริมาณการจราจรก่อนและหลังการปรับปรุงอาจมีความแตกต่างกัน (ถึงแม้จะเลือกวันและเวลาในการสำรวจก่อนและหลังเหมือนกัน) ซึ่งอาจส่งต่อความเร็วที่ได้จากการสำรวจที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ ในงานวิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วของการจราจร โดยแสดงผลในหัวข้อย่อยถัดไป

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของยานพาหนะก่อนและหลังปรับปรุงทางข้าม

วันของสัปดาห์	ทิศทาง	ประเภทยานพาหนะ	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ ก่อน (กม./ชม.)	หลัง (กม./ชม.)	ความแตกต่าง (กม./ชม.)	ผลการทดสอบ t-test ค่า t	ค่า t_c*	ความแตกต่าง
วันทำงาน	ขาเข้าเมือง	รถจักรยานยนต์	79	89	+ 10 (+ 11.24 %)	9.62	2.576	มีนัยสำคัญ
		รถยนต์	112	96	- 16 (- 14.29 %)	16.16	2.576	มีนัยสำคัญ
	ขาออกเมือง	รถจักรยานยนต์	89	95	+ 6 (+ 6.74 %)	4.58	2.576	มีนัยสำคัญ
		รถยนต์	128	95	- 33 (- 25.78 %)	29.46	2.576	มีนัยสำคัญ
วันหยุด	ขาเข้าเมือง	รถจักรยานยนต์	82	85	+ 3 (+ 3.66 %)	2.48	2.588	ไม่มีนัยสำคัญ
		รถยนต์	110	95	- 15 (- 13.64 %)	13.27	2.576	มีนัยสำคัญ
	ขาออกเมือง	รถจักรยานยนต์	100	88	- 12 (- 12 %)	6.94	2.588	มีนัยสำคัญ
		รถยนต์	103	95	- 8 (-7.76 %)	7.14	2.576	มีนัยสำคัญ

หมายเหตุ * พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยจำนวนตัวอย่างที่สำรวจได้บางวันไม่เท่ากัน จึงทำให้ค่า t_c มีความแตกต่างกัน

4.2. ผลการคาดการณ์ความเร็วการไหลอิสระและโอกาสเสียชีวิตของคนข้ามถนน

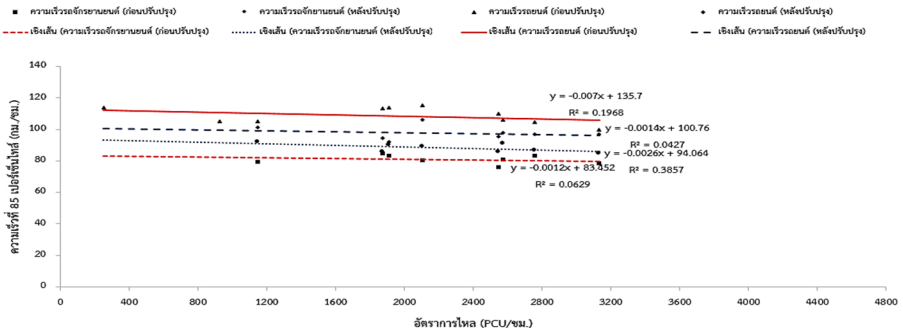
ข้อมูลความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์และอัตราการไหลของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่สัญจรผ่านช่วงถนนระยะทาง 25 เมตรก่อนถึงทางข้ามในวันทำงานและวันหยุด ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงทางข้าม ได้ถูกนำมาพล็อตหาความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์เส้นแนวโน้มการใช้ความเร็วที่อัตราการไหลต่าง ๆ ได้ผลแสดงในรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 10 ตามลำดับ โดยในแต่ละรูปจะเห็นว่า เส้นแนวโน้มการใช้ความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทอยู่ในรูปแบบของสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) ซึ่งเป็นการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วของการจราจรในช่วงที่ไม่มีการติดขัด (Uncongested regime) และมีอัตราการไหลที่น้อย เพื่อนำไปคาดการณ์ความเร็วการไหลอิสระ (ความเร็ว ณ

อัตราการไหลเท่ากับ 0) ของยานพาหนะแต่ละประเภทซึ่งเป็นเป้าหมายหนึ่งของงานวิจัยนี้ อีกทั้งผลจากการทดสอบสมการหลายรูปแบบกับข้อมูลที่สำรวจได้บ่งชี้ว่าสมการเชิงเส้นตรงให้ค่า R^2 ที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม แม้ R^2 ในบางสมการอาจมีค่าน้อย เนื่องจากข้อจำกัดของจำนวนข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งงานวิจัยในอนาคตควรพิจารณาประเด็นนี้เพิ่มเติม จากผลการคาดการณ์ความเร็วการไหลอิสระในช่วงวันทำงาน (รูปที่ 7 และรูปที่ 8) พบว่า รถยนต์มีแนวโน้มลดลงทั้งสองทิศทาง โดยทิศทางเข้าเมืองลดลง 34 กม./ชม. (25.19%) และทิศทางออกเมืองลดลง 15 กม./ชม. (12.82%) ในทางกลับกัน รถจักรยานยนต์กลับเพิ่มขึ้นทั้งสองทิศทาง โดยทิศทางเข้าเมืองเพิ่มขึ้น 10 กม./ชม. (10.64%) และทิศทางออกเมืองเพิ่มขึ้น 2 กม./ชม. (1.91%)

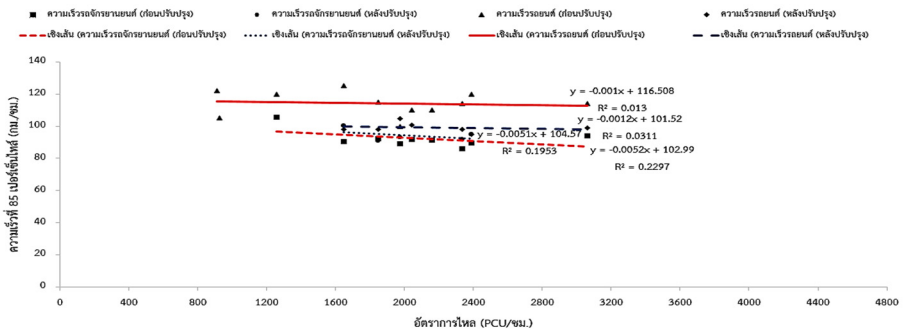
ในช่วงวันหยุด (รูปที่ 9 และรูปที่ 10) พบว่า ความเร็วการไหลอิสระของรถจักรยานยนต์และรถยนต์มีแนวโน้มลดลงทั้งสองทิศทาง สำหรับรถจักรยานยนต์ ในทิศทางเข้าเมืองลดลง 2 กม./ชม. (2.22%) และทิศทางออกเมืองลดลง 4 กม./ชม. (4.35%) กรณีรถยนต์ในทิศทางเข้าเมืองลดลง 7 กม./ชม. (6.67%) ส่วนทิศทางออกเมืองไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อนำผลความเร็วการไหลอิสระของรถทั้งสองประเภทมาคาดการณ์โอกาสการเสียชีวิตของคนข้ามถนนหากถูกรถแต่ละประเภทชนด้วยความเร็วการไหลอิสระ ซึ่งเป็นความเร็วที่มีแนวโน้มสร้างความรุนแรงให้คนเดินเท้าที่ถูกชนได้สูงสุด ในการศึกษานี้ได้นำความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ชนและโอกาสเสียชีวิต (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นผลการศึกษาของ Wramborg [5] มาประยุกต์ใช้ ผลการคาดการณ์แสดงในตารางที่ 2 พบว่า ในช่วงวันทำงานและวันหยุด ความเร็วการไหลอิสระของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ ทั้งสองทิศทาง ก่อนและหลังการปรับปรุงทางข้าม ยังมีค่ามีสูงกว่าความเร็วที่ปลอดภัยกรณีมีคนเดินเท้า (30 กม./ชม.) อยู่มาก จึงทำให้ไม่สามารถลดโอกาสเสียชีวิตของคนข้ามถนนหากถูกชนได้

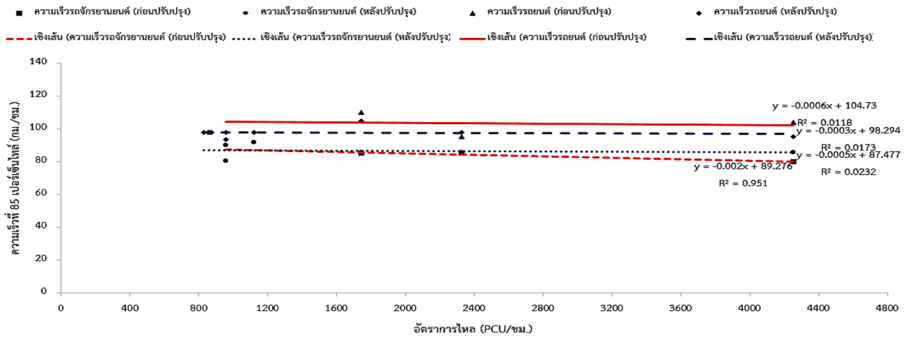
จากผลการศึกษาความเร็วทั้งสองส่วน กล่าวได้ว่า การปรับปรุงทางข้ามของพื้นที่ศึกษาสามารถลดความเร็วการไหลอิสระของรถยนต์ทั้งสองทิศทางในช่วงวันทำงานและวันหยุด และลดความเร็วการไหลอิสระรถจักรยานยนต์ทั้งสองทิศทางในช่วงวันทำงาน แต่ไม่สามารถลดความเร็วในช่วงวันหยุดได้ อย่างไรก็ตาม รถยนต์ส่วนใหญ่ชะลอความเร็วก่อนผ่านทางข้ามอัจฉริยะซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตในภาคสนามที่พบว่า ผู้ขับขี่มีระยะการมองเห็นแถบลดความกว้างของช่องจราจร (OSB) ในระยะ 200 เมตร จากทางข้าม ซึ่งสอดคล้องกับผลความเร็วที่ลดลงอย่างชัดเจน แต่อาจไม่ส่งผลให้รถจักรยานยนต์ชะลอความเร็วเท่าที่ควร เนื่องจากมีระยะการมองเห็นที่เพียงพอและมีความคล่องตัวสูงในการขับผ่านช่องจราจร



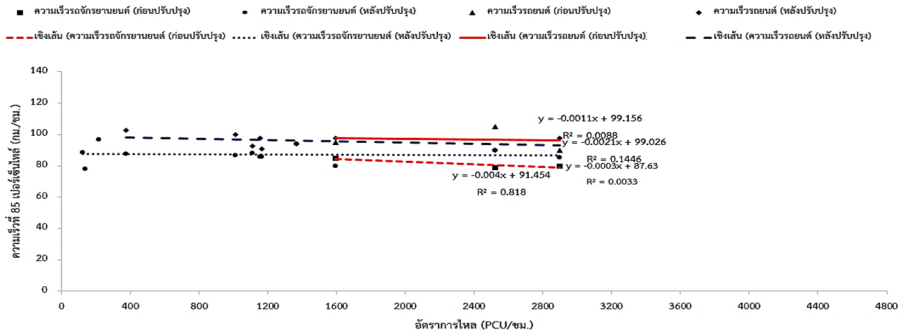
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วของยานพาหนะ ในวันทำงาน ทิศทางขาเข้าเมือง



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วของยานพาหนะ ในวันทำงาน ทิศทางขาออกเมือง



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วของยานพาหนะ ในวันหยุด ทิศทางขาเข้าเมือง



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วของยานพาหนะ ในวันหยุด ทิศทางขาออกเมือง

ตารางที่ 2 ผลการคาดการณ์ความเร็วการไหลอิสระและโอกาสเสียชีวิตของคนข้ามถนนหากถูกชน

วันที่สำรวจข้อมูล	ทิศทาง	ประเภทยานพาหนะ	ความเร็วการไหลอิสระ			โอกาสเสียชีวิตของคนข้ามถนน*		
			ก่อน (กม./ชม.)	หลัง (กม./ชม.)	ผลต่าง (กม./ชม.)	ก่อน (กม./ชม.)	หลัง (กม./ชม.)	ผลต่าง (%)
วันทำงาน	ขาเข้าเมือง	รถจักรยานยนต์	84	94	+10 (+10.64 %)	100%	100%	0%
		รถยนต์	135	101	-34 (-25.19 %)	100%	100%	0%
	ขาออกเมือง	รถจักรยานยนต์	103	105	+2 (+1.91%)	100%	100%	0%
		รถยนต์	117	102	-15 (-12.82%)	100%	100%	0%
วันหยุด	ขาเข้าเมือง	รถจักรยานยนต์	90	88	-2 (-2.22%)	100%	100%	0%
		รถยนต์	105	98	-7 (-6.67%)	100%	100%	0%
	ขาออกเมือง	รถจักรยานยนต์	92	88	-4 (-4.35%)	100%	100%	0%
		รถยนต์	99	99	0 (0)	100%	100%	0%

หมายเหตุ * ประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสเสียชีวิตกับความเร็วที่คนข้ามถนนถูกชนจากการศึกษาของ Wramborg [5]

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิผลของการปรับปรุงทางข้ามถนนเป็นทางข้ามอัจฉริยะ กรณีศึกษาถนนกาญจนวณิชย์ บริเวณธนาคารกรุงเทพสาขาสะพานติณสูลานนท์ จังหวัดสงขลา โดยการติดตั้งป้ายเตือนทางข้าม เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง ไฟกะพริบ แต่ยังไม่เปิดใช้สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้าม พบว่า การปรับปรุงดังกล่าวช่วยลดความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถยนต์ได้อย่างมีนัยสำคัญทั้งสองทิศทาง ในวันทำงาน ลดลง 16 กม./ชม. (14.29%) และ 33 กม./ชม. (25.78%) ตามลำดับ ส่วนวันหยุด ลดลง 15 กม./ชม. (13.64%) และ 8 กม./ชม. (7.76%) ตามลำดับ ในทางกลับกันความเร็วของรถจักรยานยนต์กลับเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งสองทิศทางในวันทำงาน แต่ในวันหยุด ความเร็วลดลง 12 กม./ชม. (12%) เฉพาะทิศทางขาออกเมือง เมื่อพิจารณาผลของการปรับปรุงต่อความเร็วการไหลอิสระ พบว่า รถยนต์มีแนวโน้มของความเร็วการไหลอิสระลดลงทั้งสองทิศทาง โดยในวันทำงาน ลดลง 34 กม./ชม. (25.19%) และ 15 กม./ชม. (12.82%) ตามลำดับ วันหยุดลดลง 7 กม./ชม. (6.67%) ส่วนรถจักรยานยนต์ลดลงในช่วงวันหยุดทั้งสองทิศทาง โดยลดลง 2 กม./ชม. (2.22%) และ 4 กม./ชม. (4.35%) ตามลำดับ แต่ไม่ลดลงในช่วงวันทำงาน ทั้งนี้ ความเร็วยานพาหนะทั้งสองประเภท ในช่วงวันทำงานมีแนวโน้มสูงกว่าวันหยุด อาจเป็นเพราะความเร่งรีบในการเดินทาง

การวิเคราะห์โอกาสเสียชีวิตของคนข้ามถนน หากถูกชนจากรถแต่ละประเภท พบว่า ยังคงมีโอกาสเสียชีวิตสูงมาก ดังนั้น เพื่อลดโอกาสการเสียชีวิตของคนข้ามถนน สามารถดำเนินการได้ 2 แนวทาง ได้แก่ 1) ลดโอกาสการชนกันระหว่างยานพาหนะและคนเดินข้าม โดยการแยกจังหวะการข้ามถนนของคนเดินข้ามกับยานพาหนะที่แล่นผ่านด้วยสัญญาณไฟคนเดินข้าม และ 2) ลดความรุนแรงหากเกิดอุบัติเหตุการชน โดยจำกัดความเร็วในพื้นที่ที่มีการสัญจรของคนเดินเท้าสูง ให้อยู่ที่ความเร็ว 30-40 กม./ชม. เมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น ๆ พบว่า มาตรการปรับปรุงทางข้ามของการศึกษานี้ลดความเร็วของรถยนต์ได้มากกว่า 30 กม./ชม. แต่ผลการศึกษาของต่างประเทศ [16] ลดเพียง 10 กม./ชม. อย่างไรก็ตาม ความเร็วหลังการปรับปรุงของการศึกษานี้ยังสูงกว่าความเร็วที่ปลอดภัย (30 กม./ชม.) มาก ทำให้คนข้ามถนนยังมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตสูง

อย่างไรก็ตาม มาตรการที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจไม่เพียงพอที่จะลดโอกาสเสียชีวิตของคนข้ามถนนหากถูกชน ซึ่งต้องมีการประเมินผลอีกครั้งหลังจากเปิดใช้งานสัญญาณไฟจราจร (อยู่ในขั้นตอนการวิจัยขั้นต่อไปของคณะผู้วิจัย) นอกจากนี้ ควรศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นพฤติกรรมและการปฏิบัติตามกฎจราจรของผู้ขับขี่ยานพาหนะและคนเดินเท้า เพื่อส่งเสริมให้ทางข้ามถนนแบบอัจฉริยะช่วยลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุการชนระหว่างยานพาหนะกับคนข้ามถนน

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีเกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้และขอขอบคุณกรมทางหลวงและแขวงทางหลวงสงขลาที่ให้ความสำคัญกับการปรับปรุงทางข้ามกรณีศึกษานี้ให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

7. การอ้างอิง

[1] World Health Organization (WHO). (2018). *Global status report on road safety 2018,* 21-29.

[2] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร. (2563). *รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของกระทรวงคมนาคม ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2562.* กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 5-8.

[3] พงษ์พันธ์ แทนเกษม, วิชุดา เสถียรนาม, ธเนศ เสถียรนาม. (2558). การประเมินผลมาตรการจำกัดความเร็วที่ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง บนถนนมิตรภาพ ช่วงผ่านเมืองขอนแก่น. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19,* 14-16 พฤษภาคม พ.ศ. 2557, ขอนแก่น, ประเทศไทย.

[4] ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (ศวปถ.). (2562). *เปิดมุมมองสะท้อนความจริงของผู้เปราะบางบนถนน (VRUs).* ประเทศไทย, 27-31.

[5] Wramborg P. (2005). A new approach to a safe and sustainable road structure and street design for urban areas. *Road safety on four continents conference,* Linkoeping, Sweden.

[6] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2522). *พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522*. ประเทศไทย, 3.

[7] Austroads. (1995). *Guide to Traffic Engineering Practice: Part 13 Pedestrians.* Sydney, Australia, 90.

[8] สมนึก เศียรอุ่น. (2545). *การศึกษาการพัฒนาความปลอดภัยของคนเดินเท้าในประเทศไทย กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ประเทศไทย.

[9] Gitelman V., Balasha D., Carmel R., Hendel L., Pesahov F. (2010). Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel. *Analysis and Prevention* **44**(1), 63-73.

[10] Li Y., Song L., Fan W.D. (2020). Day-of-the-week variations and temporal instability of factors influencing pedestrian injury severity in pedestrian-vehicle crashes: A random parameters logit approach with heterogeneity in means and variances. *Analytic Methods in Accident Research* **29**, March 2021, 100152.

[11] Federal Highway Administration (FHWA). (2009). *Manual on Uniform Traffic Control Devices: Part 4 Highway Traffic Signals*. USA, 63-68.

[12] Badajoz C.D. (2014). Intelligent Traffic and Tunnel Systems, Urban Traffic. Spain. Retrieved from: www.sice.com/en/news/smart-pedestrian-crossing [สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2564].

[13] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. (2563). *โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการจัดทำทางข้ามถนนที่ปลอดภัย.* ประเทศไทย.

[14] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. (2563). *รายงานการวิเคราะห์ คำนวณ ดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นการจราจร.* กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 2-3.

[15] Garber N., Hoel L. (2009). *Traffic and Highway Engineering, Fourth Edition*. University of Virginia, USA.

[16] Iasmin H., Kojima A., Kubota H. (2016). Safety effectiveness of pavement design treatment at intersections: Left turning vehicles and pedestrians on crosswalks. *IATSS Research* **40**, 47–55.