พฤติกรรมการข้ามถนนของผู้สูงอายุบนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังในกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาทางข้ามบนถนน 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน

Crossing Behavior of Elderly Pedestrians at Signalized Crossing with Countdown Display in Bangkok: A Case Study of Six-Lane Road with Median

ธาตรี รักมาก[1,*] และ เกษม ชูจารุกุล[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: ton.tr1995@gmail.com*

บทคัดย่อ

จจ ท ท ด ข ง ง ณ 18.94
ข ทก ก ค งก งค ง ง ณ ชง
ค ง ง ฐ ต ง ค ค ง ก ชง
ช ต จ ข ง ง ด ฉ ง ง งค ด
ก ด ท ง ถงก ข ถ ชง ญญ ณ ค ข ถ
ชด ถ ง ก ง ต ก ท ง ค ด กค
ด ท ด จ ดง ถ ง ค ด ข ทงก ก
ด ง จ จงท ก ก ตก ก ข ถ ข ง
ง ถ 6 ช งจ จ ท ก ก งถ ในกรุงเทพมหานคร โดย
ก จจ ท ง ต ค ก ข ข ง ง ทง
ท ก ค ท ช ก ก ญญ ณ ทจ ง
ค ต ฐ ต ง ท ด ชก ทด ตฐ ข งก ต
ง งก ท จ กก ก ค ค
ท ง ด จ ก ชก ค ก ถดถ ชง งง
ค ท ช ก ญญ ณ ต ด ค ข ท
ง ท ดจ ก ท ง ช ก
ญญ ณ ท งข ง ทจ ค คญต ง ก
ข

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, ญญ ณ ค ข ถ ชด ถ
ง, ตก ก ข ถ ,ค ก ด

Abstract

T da T a a d' e de a d 18.94 e ce
fT a a d' a a d .T e ce a e
a T a a d ea a c e e a ed ce . F
ea , e f a c e d be e a ed f e f
e e de a c d a e afe ea e a d
a ad c .T e ea c e e signalized crossing
with a countdown display a de a c d e
d ec ede a a d d e a e. A
ea e a a ce a f e a e
a affec e de ede a a e e f e a
eed .T e ef e, e ea c de e de ede a
c be a -a e ad ed a Ba a d
fac a affec e de ede a ' a eed a d
c a e e eed a eed ca c a ed f ac e
a ed c a d e a da d a eed f H a
Ca ac Ma a (2010) b de e de a e -e a d
O e- a ANOVA. La , e ea c f d a e a
eed ca c a e d a e a ed e de ede a
b e ea e e .T e ca be
a e de a d a f a ed
c a d e a e e de ede a .

Keywords: Elderly Persons, Signalized Crossing with Countdown Display, Crossing Behavior, Walking Speed

1. ที่มาและความสำคัญ

ถนนเป็นพื้นที่สำหรับการสัญจรของยานพาหนะต่างๆ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ แต่ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่คนเดินเท้าจำเป็นจะต้องใช้ถนนร่วมกับยานพาหนะเหล่านั้น ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ หากผู้ขับขี่ยานพาหนะ และคนเดินเท้า มีความเข้าใจจังหวะการให้ทางคลาดเคลื่อนกัน เป็นเหตุให้ต้องมีพื้นที่ทางข้ามที่เป็นสัญลักษณ์บนผิวจราจร ที่สร้างขึ้นเพื่อให้คนเดินเท้าสามารถใช้ข้ามถนนได้ โดยทางข้ามมีหลักการออกแบบทั่วไป คือ ให้คนข้ามถนนสามารถมองเห็นยานพาหนะที่วิ่งผ่านไปมาบนถนนได้อย่างชัดเจน รวมทั้งผู้ขับขี่บนถนนก็สามารถมองเห็นคนข้ามถนนได้อย่างชัดเจนด้วยเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ก็เพื่อความปลอดภัยของทั้งผู้ข้ามถนนและผู้ขับขี่ [1] ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการใช้มาตรการต่างๆ มากมายที่มาช่วยสื่อสารแก่ผู้ขับขี่ให้ชะลอความเร็วของยานพาหนะลง และส่งเสริมความปลอดภัยแก่คนเดินเท้า ซึ่งมาตรการที่จะช่วยสื่อสาร และ

บังคับการสัญจรได้อย่างชัดเจนอีกหนึ่งวิธี คือการติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง โดยจะมีปุ่มกดเพื่อเริ่มต้นการรอข้าม และมีโคมที่แสดงตัวเลขเวลานับถอยหลัง ซึ่งจะกำกับช่วงเวลาในการหยุดรอ และให้สัญจรได้ กับทั้งคนข้ามถนน และผู้ขับขี่ยานพาหนะ เพื่อไม่ให้เกิดจุดขัดแย้งกัน ถึงแม้ว่าจะมีช่วงเวลากำกับการสัญจรที่ชัดเจน ทางข้ามลักษณะนี้ก็มีปัญหาอย่างหนึ่งซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดจุดขัดแย้งระหว่างคนข้าม และผู้ขับขี่ได้ คือ ช่วงเวลาที่ให้คนเดินข้ามนั้นสั้นเกินไป จนทำให้คนข้ามยังอยู่บนทางข้าม แม้ว่าสัญญาณไฟของยานพาหนะจะขึ้นสีเขียวหรือให้สัญจรได้ ซึ่งกลุ่มคนเดินเท้าที่มีโอกาสสูงในการประสบกับปัญหาข้อนี้ คือกลุ่มคนเดินเท้าที่มีความเร็วต่ำ เช่น เด็ก ผู้พิการ หรือผู้สูงอายุ โดยในปัจจุบัน ท ท ด ข ง ง ณ 18.94 ข ทก [2] ก ค งก งค ง ง ณ [3] ง จ จงต งก ก ค ก ข ถ ข ง ง ก ง ท ค ซง ช ก ง งท ด ท ท [2] ก จจ ท ง ต ค ก ข ข ง ง จ ก ค ค ก ข ท ก ก ญญ ณ ต ด ค ข ท ง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรม และความเร็วขณะใช้ทางข้ามของผู้สูงอายุ รวมถึงการศึกษาลักษณะทางกายภาพของทางข้าม มีดังต่อไปนี้

Stollof และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาความเร็วในการเดิน เวลาสูญเสียเริ่มต้น และพฤติกรรมการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม ของคนเดินเท้าสูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) และคนเดินเท้าทั่วไป (อายุต่ำกว่า 65 ปี) รวมถึงศึกษาผลกระทบจากการปรับระยะสัญญาณไฟทางข้ามต่อสภาพการจราจร ซึ่งทำการสำรวจ 6 พื้นที่ ในสหรัฐอเมริกา โดยแต่ละที่จะสำรวจทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบปกติ และแบบนับถอยหลัง อย่างละ 2 จุด ใช้ Portable Archival Traffic History (PATH) video system ในการบันทึกวิดีโอ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะใช้จำลองปริมาณการจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเปลี่ยนความเร็วในการออกแบบระยะสัญญาณไฟ โดยใช้โปรแกรม CORSIM traffic simulation รวมถึงทำแบบสอบถามแก่ผู้ข้ามถนนเสร็จแล้วที่สมัครใจ ผลการศึกษาพบว่าคนเดินเท้าทั่วไปมีความเร็วในการเดินที่ 15th percentile ระหว่าง 4.1 – 4.7 ฟุตต่อวินาที (1.25 – 1.43 เมตรต่อวินาที) ในทางข้ามที่มีสัญญาณไฟทั้งสองรูปแบบ ซึ่งเหมาะสมกับความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามจาก Manual on Uniform Traffic Control Devices [5] ที่ 4 ฟุตต่อวินาที (1.22 เมตรต่อวินาที) แต่คนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุนั้น เดินช้ากว่าคนเดินเท้าทั่วไปอยู่ที่ 0.5 – 0.8 ฟุตต่อวินาที (0.15 – 0.24 เมตรต่อวินาที) ซึ่งผู้วิจัยจึงแนะนำให้ลดความเร็วในการออกแบบลงเหลือที่ 3.5 ฟุตต่อวินาที (1.07 เมตรต่อวินาที)

Gates และคณะ [6] ได้ศึกษาความเร็วของคนเดินเท้าที่จำแนกตามอายุ เพศ ความพิการ ขนาดของกลุ่มที่เดิน และการประพฤติตามเงื่อนไขสัญญาณไฟทางข้าม เพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะเวลาสัญญาณไฟทางข้ามถนน โดยเก็บข้อมูลที่ทางข้าม 11 แห่ง ในรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา ด้วยการบันทึกวิดีโอ และใช้นาฬิกาจับเวลาในการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่คนใช้ข้ามถนน เพื่อใช้คำนวณหาความเร็วต่อไป การวิเคราะห์ทางสถิติใช้วิธี multi-factor analysis of variance (ANOVA) โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 1,947 คน ผลการศึกษาพบว่า อายุมีผลต่อความเร็วในการเดินมากที่สุด ซึ่งผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) มีความเร็วที่ต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าที่ 15th Percentile อยู่ที่ 3.81 และ 3.02 ฟุตต่อวินาที (1.16 และ 0.92 เมตรต่อวินาที) ตามลำดับ ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบที่ 4 ฟุตต่อวินาที (1.22 เมตรต่อวินาที) ไม่เหมาะกับเด็กที่ต้องมือจูงมือกับผู้ใหญ่ ผู้พิการ และผู้สูงอายุ ซึ่งผู้วิจัยแนะนำให้ลดความเร็วลงอยู่ที่ 3.8 ฟุตต่อวินาที (1.16 เมตรต่อวินาที) ในกรณีที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเป็นร้อยละ 20 ร้อยละ 30 ร้อยละ 40 และร้อยละ 50 ความเร็วที่แนะนำจะเป็น 3.6, 3.5, 3.4 และ 3.3 ฟุตต่อวินาที (1.10, 1.07, 1.04 และ 1.01 เมตรต่อวินาที) ตามลำดับ ในส่วนของการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม พบว่าในสัญญาณ Don't Walk และ Flashing Don't Walk คนเดินเท้ามีแนวโน้มที่จะเดินเร็วกว่าช่วง Walk 0.5 – 0.6 ฟุตต่อวินาที (0.15 – 0.18 เมตรต่อวินาที) ในส่วนของขนาดของกลุ่ม การเดินเป็นกลุ่มจะมีความเร็วน้อยกว่าการเดินคนเดียวเฉลี่ย 0.4 – 0.6 ฟุตต่อวินาที (0.12 – 0.18 เมตรต่อวินาที) และในด้านของเพศนั้น เพศหญิงจะเดินช้ากว่าเพศชาย เฉลี่ย 0.1 – 0.2 ฟุตต่อวินาที (0.03 – 0.06 เมตรต่อวินาที)

Iryo-Asano และ Alhajyaseen [7] ได้ศึกษา Clearance Time ของทางข้ามที่มีสัญญาณไฟ ว่ามีระยะเวลาเหมาะสมต่อการข้ามของคนเดินเท้าหรือไม่ โดยสำรวจทางข้าม 7 แห่ง ในบริเวณสี่แยก 3 แห่ง ได้แก่ Sasashima, Imaike และ Yagoto-Nisseki ที่เมืองนาโกย่า ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลคนเดินเท้า 1,801 คน ที่เริ่มเดินในช่วงที่สัญญาณไฟสีเขียวกระพริบ (Pedestrian Flashing Green; PFG) ถึงช่วงเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง (Buffer Interval; BI) ซึ่งช่วงระยะสัญญาณไฟนี้ควรที่จะเพียงพอ สำหรับคนที่เริ่มเดินขณะสัญญาณนี้ปรากฏ ให้สามารถเดินข้ามฝั่งได้จนจบ ถ้าหากเริ่มข้ามช้ากว่าสัญญาณนี้ แล้วยังเดินไม่ถึงครึ่งทาง ควรที่จะเดินกลับทางเดิมเพื่อรอสัญญาณใหม่ ผลการศึกษาพบว่า 85th percentile clearance time ที่คำนวณจากความเร็วคนข้ามด้านไกลที่เก็บข้อมูลมา Clearance time ที่คำนวณจากความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที และ Clearance time ที่คำนวณจากความเร็ว 1.5 เมตรต่อวินาที ของทางข้ามแต่ละแห่งส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าเวลาในช่วงที่สัญญาณไฟสีเขียวกระพริบรวมกับช่วงเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง (PFG+BI) แสดงให้เห็นว่า Clearance time ของทางข้ามในปัจจุบันต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับความเร็วคนข้าม และลักษณะทางกายภาพบริเวณนั้นๆ

Trpković และคณะ [8] ศึกษาความเร็วของผู้สูงอายุบนลักษณะทางข้ามที่แตกต่างกัน ได้แก่ ทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟ ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบปกติ ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบปกติที่มีเกาะกลางถนน ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลัง และทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังที่มีเกาะกลางถนน อีกทั้งศึกษาประสิทธิภาพ (ความสามารถที่ส่งคนข้ามออกจากทางข้าม ให้ทันภายในสัญญาณไฟเขียว) การฝ่าฝืนสัญญาณ และมุมมองด้านปลอดภัยของทางข้ามแต่ละรูปแบบจากแบบสอบถาม นอกจากนี้ยังศึกษาความเร็วที่แตกต่างกันของเพศ กลุ่มอายุ บนทางข้ามทั้งหมด 10 แห่งในประเทศเซอร์เบีย กับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) 1,073 คน โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ได้แก่ Pearson's $\chi 2$ test, Independent Samples T-test และ One-factor Analysis of Variance (ANOVA) และอื่นๆ บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเร็วของผู้สูงอายุ พบว่า ทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟผู้สูงอายุมีความเร็วช้าที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับทางข้ามแบบอื่น และทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบปกติที่มีเกาะกลางผู้สูงอายุมีความเร็วสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับทางข้ามแบบอื่น ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (t=-1.614; p=0.104) กลุ่มผู้สูงอายุ 65-70 ปีมีความเร็วสูงกว่าผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 70 ปี อย่างมีนัยสำคัญ (t=5.432; p<0.001) และทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในสัดส่วนร้อยละ 82.4 สอดคล้องจากข้อมูลแบบสอบถาม ที่คนข้ามรู้สึกปลอดภัยมากกว่า รู้สึกมีเวลาเพียงพอมากกว่ากับทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังเทียบกับสัญญาณไฟแบบปกติ และในส่วนของการฝ่าฝืนสัญญาณไฟพบว่าเกาะกลางถนนอาจมีส่วนส่งเสริมการฝ่าฝืนสัญญาณ จากข้อมูลที่มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 17 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ทางข้ามทั้งสำหรับทางข้ามที่ทีสัญญาณไฟแบบปกติ และแบบนับถอยหลังที่มีเกาะกลางถนน

3. วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาพฤติกรรม และความเร็วในการเดินข้ามถนนของผู้สูงอายุ บนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังบนถนน 6 ช่องจราจรขึ้นไป ที่มีเกาะกลางถนน จากนั้นวิเคราะห์หาความเร็วในการข้ามที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟตามสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ โดยจะเก็บข้อมูลบนทางข้าม 2 แห่ง ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ทางข้าหน้าหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์ ด้วยวิธีการบันทึกวิดีโอ และการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ โดยจะใช้การทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) สำหรับการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในการข้ามของตัวแปรต่างๆ และใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) เพื่อสร้างแบบจำลองในศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

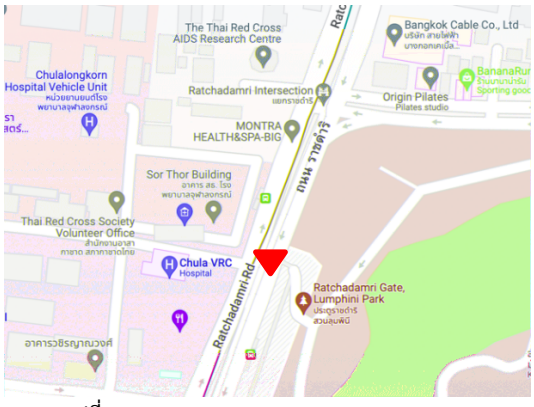
ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) แบบกำหนดโควตา (Quota Sampling) โดยเป็นวิธีการกำหนดโควตาของสัดส่วนขนาดตัวอย่างในกลุ่มย่อย (Subgroup) ไว้ล่วงหน้า [9] โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์อำนาจ (Power Analysis) โดยใช้งานวิจัย Pedestrian Signal Safety for Older Persons [4] อ้างอิงสำหรับการคำนวณ เพราะมีรูปแบบของกลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกัน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดโควตาของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุให้มากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยจะเก็บข้อมูลจากจำนวนผู้สูงอายุอย่างน้อย 40 คน และคนเดินเท้าทั่วไปอย่างน้อย 110 คน ในแต่ละทางข้ามที่ทำการวิจัย

3.2 พื้นที่ศึกษา

ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลัง ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีทั้งสิ้น 241 จุด [10] โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล ได้แก่ โรงพยาบาล และศูนย์บริการสาธารณสุข เนื่องจากมีความสอดคล้องกับการพิสูจน์สมมติฐานมากที่สุด ทั้งในแง่ของปริมาณการใช้ทางข้ามของผู้สูงอายุ ความหลากหลายของประชากรผู้สูงอายุในรายบุคคล และการถือสัมภาระที่แตกต่างกัน โดยทางข้ามที่จะใช้ศึกษาเป็นทางข้าม 6 ช่องจราจรขึ้นไป ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งจะศึกษาใน 1 ทิศทางจราจร ในฝั่งที่มี 3 ช่องจราจร เพื่อให้ลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน คัดเลือกมา 2 แห่ง มีรายละเอียดของทางข้ามดังนี้

3.2.1 ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

เป็นทางข้ามที่มี 6 ช่องจราจร 2 ทิศทาง ที่มีเกาะกลางถนน มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนราชดำริ ในเขตปทุมวัน ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 24,288 คันต่อวัน [11]



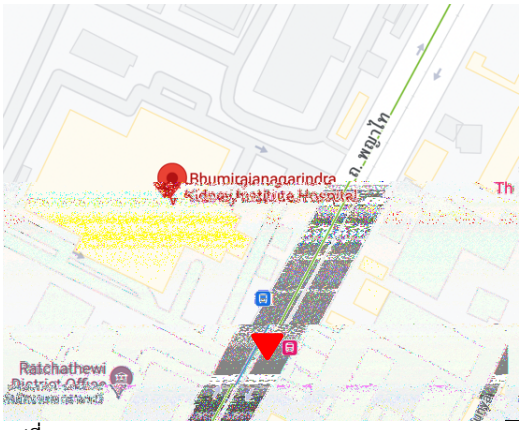
รูปที่ 1 ต หนงท งข มหน รงพย บ ลจฬ ลงกรณ



รูปที่ 2 ท งข มหน รงพย บ ลจฬ ลงกรณ

3.2.2 ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์

เป็นทางข้ามที่มี 7 ช่อง ช่องจราจร 2 ทิศทาง ที่มีเกาะกลางถนน มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนพญาไท ในเขตราชเทวี ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 13,158 คันต่อวัน [11]



รูปที่ 3 ต หนงท งข มหน รงพย บ ลสถ บน ตภมร ชนครนทร



รูปที่ 4 ท งข มหน รงพย บ ลสถ บน ตภมร ชนครนทร

3.3 สมมติฐาน

ในงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุระหว่างตัวแปรที่แตกต่างกัน บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยมีรายละเอียดของสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และ สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) ดังนี้

สมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) แทนค่าด้วย H_0 โดยมีสมมติฐานคือ H_0: ความเร็วที่ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างกลุ่มตัวแปร

สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) แทนค่าด้วย $H_1 - H_7$ ดังต่อไปนี้

H_1: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ

H_2: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบจริงบนทางข้าม

H_3: ความเร็วของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัยมีความแตกต่างกัน

H_4: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ถือสัมภาระคนละประเภทมีความแตกต่างกัน

H_5: ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายมีความแตกต่างกัน

H_6: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับความถี่ของการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์

H_7: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม

3.4 ข้อมูล และวิธีการบันทึกข้อมูล

ข้อมูลที่จะทำการสำรวจแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลส่วนของผู้สูงอายุ ข้อมูลส่วนของทางข้าม ข้อมูลสำหรับคำนวณความเร็ว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 ข้อมูลส่วนของผู้สูงอายุ

ข้อมูลช่วงวัยของผู้สูงอายุ แบ่งเป็น 3 ช่วงวัย คือ วัยสูงอายุตอนต้น อายุระหว่าง 60-69 ปี วัยสูงอายุตอนกลาง อายุระหว่าง 70-79 ปี และ วัยสูงอายุตอนปลาย อายุตั้งแต่ 80 ปี ขึ้นไป

ข้อมูลเพศ แบ่งเป็น เพศหญิง และเพศชาย

ข้อมูลของการถือสิ่งของ แบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ ไม่ถือสิ่งของ ถือสัมภาระ และถืออุปกรณ์ช่วยเดิน หากผู้สูงอายุใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน พร้อมกับถือสัมภาระ จะนับว่าอยู่ในประเภทถืออุปกรณ์ช่วยเดิน

ข้อมูลความถี่ในการใช้ทางข้าม แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1-5 ครั้งต่อสัปดาห์ 6-10 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 11 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์

3.4.2 ข้อมูลของทางข้าม

ทางข้ามที่จะทำการศึกษาเป็นทางข้ามที่มีปุ่มกดสัญญาณไฟแบบนับถอยทางข้าม 6 ช่องจราจร ขึ้นไป ที่มีเกาะกลางถนน โดยจะศึกษาใน 1 ทิศทางจราจร ในฝั่งที่มี 3 ช่องจราจร

3.4.3 ข้อมูลสำหรับคำนวณหาความเร็ว

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาความเร็ว 2 แบบ ได้แก่ ความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ และความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม โดยความเร็วทั้ง 2 แบบ ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้โดยตรง จำเป็นจะต้องเก็บข้อมูลสำหรับคำนวณ จากทางข้ามที่ศึกษา ได้แก่ ระยะทางบนทางข้าม เวลาที่ผู้สูงอายุใช้เดินข้าม และระยะสัญญาณไฟทางข้าม โดยมีรายละเอียดสูตรการคำนวณความเร็วในแต่ละแบบ ดังนี้

ความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ จะนำเวลาที่ผู้สูงอายุใช้เดินข้าม และระยะทางของทางข้าม มาคำนวณตามสูตรความเร็ว ดังนี้

$$\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t} \quad (1)$$

โดย $\bar{v}$ คือ ความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ (เมตร/วินาที)
$\bar{s}$ คือ ระยะทางของทางข้าม (เมตร)
t คือ เวลาที่ผู้สูงอายุใช้ในการข้าม (วินาที)

ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้าม จะนำระยะสัญญาณไฟที่แสดงบนหน้าปัดของแต่ละทางข้ามมาคำนวณ เพื่อหาความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ โดยจะเลือกสูตรการหาเวลาที่ใช้รองรับปริมาณของผู้ข้ามในแต่ละรอบ จาก Highway Capacity Manual [12] โดยมีสูตรดังนี้

กรณีที่ ความกว้างของทางข้าม กว้างมากกว่า 3.048 เมตร ใช้

$$t_{ps} = 3.2 + (L_{cc}/S_p) + 0.823(N_{ped}/W) \quad (2)$$

กรณีที่ ความกว้างของทางข้าม กว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.048 เมตร ใช้

$$t_{ps} = 3.2 + (L_{cc}/S_p) + 0.27N_{ped} \quad (3)$$

และ $$N_{ped} = (v_{ped,i} / 3{,}600)\, C \quad (4)$$

โดย t_{ps} คือ ระยะไฟเขียวที่รองรับปริมาณคนข้าม (วินาที)
L_{cc} คือ ระยะทางระหว่างขอบทางถึงขอบทาง (เมตร)
S_p คือ ความเร็วของคนเดินข้ามที่ 15th Percentile
W คือ ความกว้างทางข้าม (เมตร)
N_{ped} คือ จำนวนคนข้ามในรอบเวลา (คน)
$v_{ped,i}$ คือ การไหลของคนข้ามในทิศทาง i (คนต่อชั่วโมง)
C คือ ระยะเวลาของแต่ละรอบ (วินาที)

3.4.4 การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลที่กล่าวมาก่อนหน้า จะใช้วิธีการบันทึกข้อมูล 2 วิธี ได้แก่ วิธีสัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกต และวิธีบันทึกวิดีโอ ซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการดังนี้

วิธีสัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกต จะใช้เก็บข้อมูลของผู้สูงอายุ โดยการสัมภาษณ์จะใช้สอบถามอายุของผู้สูงอายุแต่ละคน และจะใช้การสังเกตเพื่อบันทึกข้อมูล เพศ และข้อมูลของการถือสิ่งของ โดยจะมีแบบฟอร์มที่ผู้วิจัยใช้จดบันทึก ซึ่งนอกจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยแล้ว จำเป็นที่จะต้องบันทึกเวลาขณะสัมภาษณ์ ฝั่งในการเริ่มข้าม และจุดเด่นของผู้สูงอายุเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถระบุความเร็วของผู้สูงอายุแต่ละคนในข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวิดีโอได้ถูกต้อง และมีความสอดคล้องกัน

วิธีบันทึกวิดีโอ จะตั้งกล้องบันทึกวิดีโอด้านใด ด้านหนึ่งของทางข้าม โดยกล้องต้องจับการเคลื่อนไหวของคนข้ามให้เห็นทั้งด้านใกล้ และด้านไกล โดยจะเก็บข้อมูลใน 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า (7.00 น. – 9.00 น.) นอกเวลาเร่งด่วน (11.00 น. – 13.00 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (16.00 น. – 18.00 น.) โดยวิดีโอที่บันทึกไว้ จะนำไปเปิดดูย้อนหลังเพื่อทำการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ข้ามของผู้สูงอายุ โดยใช้นาฬิกาจับเวลา แล้วนำไปคำนวณร่วมกับความยาวของทางข้ามในแต่ละแห่ง เพื่อหาค่าความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุแต่ละคนต่อไป

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์สมมติฐาน จะใช้การทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) สำหรับการเปรียบเทียบระหว่าง 2 แปร และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) สำหรับการเปรียบเทียบ 3 ตัวแปรขึ้นไป และในส่วนของการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) เพื่อสร้างแบบจำลองในการหาความสัมพันธ์

4. ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลทางข้าม

ในการศึกษาทางข้าม ผู้วิจัยได้ศึกษาใน 1 ทิศทางการจราจร ซึ่งมี 3 ช่องจราจร โดยมีรายละเอียดของทางข้ามดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ขอมลท งข มหน รงพย บ ลจฬ ลงกรณ ละ รงพย บ ลสถ บน ตภมร ชนครนทร

รายละเอียด	ทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	ทางข้ามโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์
ความยาวทางข้าม	10.0 เมตร	9.2 เมตร
ความกว้างทางข้าม	6.0 เมตร	3.0 เมตร
ช่วงรอสัญญาณไฟ	60 วินาที	60 วินาที
เวลาในการให้ข้าม	15 วินาที	15 วินาที
ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟ	0.90 เมตรต่อวินาที	0.82 เมตรต่อวินาที
ปริมาณการจราจร [11]	24,288 คันต่อวัน	13,158 คันต่อวัน

จากข้อมูลทางข้ามพบว่าระยะสัญญาณไฟของทางข้ามทั้ง 2 แห่ง มีระยะเวลาเท่ากัน ทั้งช่วงรอสัญญาณไฟ และเวลาให้ข้ามอยู่ที่ 60 วินาที และ 15 วินาที ตามลำดับ แต่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน รวมถึงจำนวนคนข้ามต่อรอบที่แตกต่างกัน ทำให้การคำนวณหาความเร็วในการเดินที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟได้ค่าที่แตกต่างกัน

4.2 ข้อมูลคนข้าม

4.2.1 คนข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

มีคนข้ามทั้งสิ้น 1,400 คน โดยมีจำนวนรอบในการข้าม 157 รอบ เฉลี่ยแล้วมีคนข้ามรอบละ 9 คน มีคนปฏิบัติตามสัญญาณไฟ 970 คน (หรือร้อยละ 69.3) ข้ามหลังจากสัญญาณไฟเขียว 116 คน (หรือร้อยละ 8.3) และฝ่าฝืนสัญญาณไฟ 314 คน (หรือร้อยละ 22.4)

4.2.2 คนข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์

มีคนข้ามทั้งสิ้น 1,064 คน โดยมีจำนวนรอบในการข้าม 460 รอบ เฉลี่ยแล้วมีคนข้ามรอบละ 3 คน มีคนปฏิบัติตามสัญญาณไฟ 379 คน (หรือร้อยละ 35.6) ข้ามหลังจากสัญญาณไฟเขียว 96 คน (หรือร้อยละ 9.0) และฝ่าฝืนสัญญาณไฟ 589 คน (หรือร้อยละ 55.4)

4.2.3 คนข้ามสูงอายุ

ข้อมูลผู้สูงอายุทางข้ามละ 40 คน รวมเป็น 80 คน โดยตัดข้อมูลที่ไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ จากทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 4 คน เหลือ 76 คน โดยมีความเร็วเฉลี่ยในการเดิน 1.14 เมตรต่อวินาที มีความเร็วที่ต่ำที่สุดคือ 0.77 เมตรต่อวินาที มีความเร็วที่สูงที่สุดคือ 1.56 เมตรต่อวินาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 0.189 ซึ่งรายละเอียดตามแต่ละตัวแปรมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ขอมลคนข มสงอ ย

ตัวแปร		รพ. จุฬาฯ (คน)	รพ.สถาบันไตฯ (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.
ช่วงวัย	60-69 ปี	14	29	1.17	0.19
	70-79 ปี	17	10	1.12	0.16

ตารางที่ 4 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ย กบคว ม รวท ช น ก รออก บบสญญ ณ ฟท งข ม รงพย บ ลจฬ ลงกรณ

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	ความเร็วออกแบบ (m/s)	t	Sig.
ความเร็วของผู้สูงอายุ	36	1.08	0.158	0.026	0.90	6.951	<0.001

จากตารางที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุแตกต่างกับความเร็วความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์อย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 หมายความว่าความเร็วที่ใช้ออกแบบจริงที่ 0.90 เมตรต่อวินาที นั้นช้ากว่าความเร็วจากข้อมูลผู้สูงอายุที่เก็บได้จากทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่ 1.08 เมตรต่อวินาที โดยเวลา 15 วินาที เพียงพอกับเวลาที่ผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำที่สุดใช้ในการเดินคือ 12.99 วินาที

ตารางที่ 5 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ย กบคว ม รวท ช น ก รออก บบสญญ ณ ฟท งข ม รงพย บ ลสถ บน ตภมร ชนครนทร

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	ความเร็วออกแบบ (m/s)	t	Sig.
ความเร็วของผู้สูงอายุ	40	1.19	0.202	0.032	0.82	11.514	<0.001

ในส่วนของการเปรียบเทียบข้อมูลของทางข้ามโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์ จากตารางที่ 5 เป็นไปในทิศทางเดียวกับทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ คือ ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุแตกต่างกับความเร็วความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยมีความเร็วที่ใช้ออกแบบจริงที่ 0.82 เมตรต่อวินาที ช้ากว่าความเร็วจากข้อมูลผู้สูงอายุที่เก็บได้จากทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่ 1.19 เมตรต่อวินาที โดยเวลา 15 วินาที เพียงพอกับเวลาที่ผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำที่สุดใช้ในการเดินคือ 12.99 วินาที เช่นเดียวกัน

4.3.3 H_3: ความเร็วของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัยมีความแตกต่างกัน

ในการทดสอบสมมติฐานข้อนี้ จะเปรียบเทียบว่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุแต่ละช่วงวัย โดยมีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ยใน ตละชวงวย

ช่วงวัย	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	Sig.
60 – 69 ปี	43	1.17	0.196	0.029	2.480	0.091
70 – 79 ปี	27	1.12	0.162	0.031		
80 ปีขึ้นไป	6	0.99	0.193	0.079		
Total	76	1.14	0.189	0.022		

จากตารางที่ 6 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัยไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่จากข้อมูลก็สามารถทำให้เห็นแนวโน้มของความเร็วในการเดินที่ลดลงจากช่วงอายุที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลของความชราภาพ และกล้ามเนื้อที่ค่อยๆ อ่อนแรงลงตามวัย [13] ที่มีผลต่อความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ

4.3.4 H_4: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ถือสัมภาระคนละประเภทมีความแตกต่างกัน

ในการทดสอบสมมติฐานข้อนี้ จะเปรียบเทียบว่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุตามการถือสัมภาระ ในการณีที่ผู้สูงอายุทั้งถือสัมภาระและใช้อุปกรณ์ช่วยเดินจะนับว่าผู้สูงอายุท่านนั้นอยู่ในกลุ่มใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน โดยมีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ยในก รถอสมภ ระ

การถือสัมภาระ	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	Sig.
ไม่ถือสิ่งของใดๆ	18	1.15	0.24	0.057	1.089	0.342
ถือสัมภาระ	54	1.14	0.17	0.023		
ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน	4	1.00	0.08	0.044		
Total	76	1.14	0.189	0.022		

จากตารางที่ 7 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุในการถือสัมภาระไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ซึ่งการถือสัมภาระและไม่ถือ มีความเร็วในการเดินที่ใกล้เคียงกัน แต่ผู้สูงอายุในกลุ่มที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินนั้นมีความเร็วที่ต่ำกว่าเล็กน้อย ซึ่งเป็นปกติสำหรับผู้สูงอายุกลุ่มนี้ ที่อาจจะมีปัญหาในด้านข้อเข่า หรือกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัว ทำให้มีความเร็วที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ [13]

4.3.5 H_5: ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายมีความแตกต่างกัน

ในการทดสอบสมมติฐานข้อนี้ จะเปรียบเทียบว่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุระหว่างเพศหญิง และเพศชายโดย มีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ย พศหญง ละ พศช ย

เพศ	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	t	Sig.
หญิง	47	1.15	0.19	0.028	0.984	0.329
ชาย	29	1.11	0.18	0.034		
Total	76	1.14	0.189	0.022		

จากตารางที่ 8 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุระหว่างเพศชาย และเพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่เพศหญิงมีความเร็วที่สูงกว่าเล็กน้อย

4.3.6 H_6: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับความถี่ของการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์

ในการทดสอบสมมติฐานข้อนี้ จะเปรียบเทียบว่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุตามความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ โดยมีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ยต มคว มถ นก ร ช ท งข ม นหนงสปด ห

ความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	Sig.
1-5 ครั้งต่อสัปดาห์	49	1.12	0.18	0.027	0.915	0.405
6-10 ครั้งต่อสัปดาห์	16	1.16	0.18	0.046		
11 ครั้งต่อขึ้นไปสัปดาห์	11	1.20	0.20	0.062		
Total	76	1.14	0.189	0.022		

จากตารางที่ 9 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุเปรียบเทียบแต่ละความถี่ที่ใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่เมื่อดูแนวโน้มแล้ว พบว่ายิ่งผู้สูงอายุมีความถี่ในการใช้ทางข้ามมากขึ้น ความเร็วของผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเดินอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่ง ที่มีผลความเร็วในการเดินที่สูงขึ้น

4.3.7 H_7: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม

ในการทดสอบสมมติฐานข้อนี้ จะเปรียบเทียบว่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุตามพฤติกรรมในการข้ามถนน ได้แก่ การฝ่าฝืนสัญญาณไฟ คือการข้ามโดยที่ไม่กดปุ่มนับถอยหลัง หรือข้ามโดยไม่รอเวลานับถอยหลัง การข้ามตามสัญญาณไฟ คือการข้ามโดยรอสัญญาณนับถอยหลัง แล้วข้ามเมื่อมีสัญญาณไฟเขียว และสุดท้ายการข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว คือการข้ามโดยไม่ได้รอเวลานับถอย ซึ่งเริ่มข้ามเมื่อสัญญาณไฟเขียวได้ปรากฏมาสักระยะหนึ่งแล้ว จากพฤติกรรมข้างต้น มีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 10

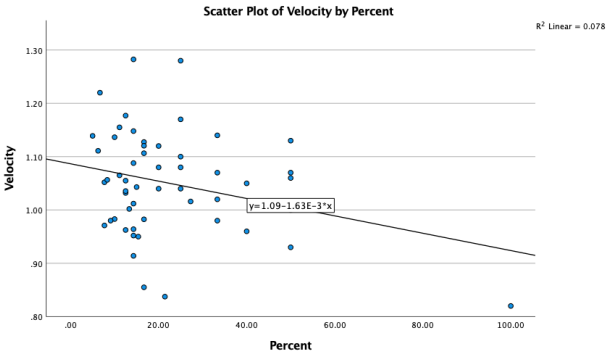
ตารางที่ 10 ปรยบ ทยบคว ม รวก ร ดน ฉลยของผสงอ ยต มพฤตกรรม นก ร ชท งข ม

พฤติกรรมในการใช้ทางข้าม	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	Sig.
ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ	28	1.20	0.19	0.037	2.938	0.059
ปฏิบัติตามสัญญาณไฟ	42	1.09	0.16	0.026		
ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว	6	1.18	0.24	0.100		
Total	76	1.14	0.189	0.022		

จากตารางที่ 10 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุเปรียบเทียบตามพฤติกรรมการใช้ทางข้ามพบว่าไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยความเร็วในการเดินขณะฝ่าฝืนสัญญาณไฟ และการข้ามขณะสัญญาณไฟเขียวมีค่าใกล้เคียงกันที่ 1.20 เมตรต่อวินาที และ 1.14 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับการข้ามตามสัญญาณไฟที่มีความเร็วที่ต่ำกว่าที่ 1.09 เมตรต่อวินาที สาเหตุเพราะการข้ามที่ไม่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟนั้นเป็นการข้ามในสภาวะที่กดดันกว่า ทั้งต้องระวังยานพาหนะที่เคลื่อนที่ในกรณีที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ และการข้ามในเวลาที่สั้นกว่าเวลาที่เหมาะสม ในกรณีที่ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียวปรากฏขึ้นก่อนแล้ว

4.4 การวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง

จากข้อมูลความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุทั้ง 76 คน ผู้วิจัยได้ทำการหาสัดส่วนร้อยละของผู้สูงอายุ จากคนข้ามทั้งหมดในรอบที่มีผู้สูงอายุแต่ละคนข้าม จากนั้นหาความเร็วของคนเดินเท้าวัยอื่นในรอบนั้นๆ จากผู้สูงอายุ 76 คน ได้ชุดข้อมูลที่เป็นสัดส่วนร้อยละของผู้สูงอายุทั้งหมด 53 ชุดข้อมูล แล้ววิเคราะห์หาความเร็วที่ 15th Percentile ตามแต่ละชุดข้อมูล เพื่อนำไปใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ มีกราฟความสัมพันธ์เป็นดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กร ฟคว มสมพนธระหว งคว ม รวท หม ะสม นก รออก บบระยะสญญ ณ ฟท งข มกบสดสวนของคนข มท ปนผสงอ ย

โดยสมการของความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ คือ

ความเร็วเพื่อใช้ออกแบบสัญญาณฯ = 1.087 - 0.002 x (ร้อยละผู้สูงอายุ)

จากสมการข้างต้นจะนำไปหาค่าระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามที่สัดส่วนผู้สูงอายุร้อยละ 0 ร้อยละ 20 ร้อยละ 30 ร้อยละ 40 ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 เพื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลในงานวิจัยของ Gates และคณะ [6] และเปรียบเทียบกับความเร็วที่แนะนำของ Highway Capacity Manual [12] สำหรับสัดส่วนผู้สูงอายุที่เพิ่มสูงขึ้น โดยรายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปรยบ ทยบคว ม รวท หม ะสม นก รออก บบระยะสญญ ณ ฟ ท งข ม

ร้อยละ	HCM [12] (m/s)	Gate และคณะ [6] (m/s)	ผลจากงานวิจัย (m/s)
0	1.07	1.22	1.09
20	1.01	1.10	1.05
30	0.91	1.07	1.03
40	0.82	1.04	1.01
50	0.73	1.01	0.99
100	-	0.88	0.89

ในตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าความเร็วที่แนะนำของงานวิจัยอยู่นี้ มีค่าระหว่างความเร็วของ Highway Capacity Manual [12] และงานวิจัยของ Gates และคณะ [6] โดยจะเริ่มมีค่าใกล้เคียงกับ ความเร็วของ Gates และคณะ เมื่อสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของความเร็วแนะนำจาก Highway Capacity Manual มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งความเร็วนี้เป็นทางเลือกหนึ่งในการพิจารณาการออกแบบทางข้ามในกรณีที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุใช้ทางจำนวนมาก เพราะจะทำให้เวลาที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า ผลการคำนวณความเร็วที่แนะนำจากงานวิจัยอื่น แต่ถึงอย่างนั้นผู้ออกแบบก็ควรพิจารณาความเหมาะสมต่อผู้ขับขี่ยานพาหนะด้วยเช่นเดียวกัน

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาพฤติกรรม และความเร็วในการเดินข้ามถนนของผู้สูงอายุ บนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังบนถนน 6 ช่องจราจรขึ้นไป ที่มีเกาะกลางถนน โดยตั้งสมมติฐานเพื่อศึกษาความเร็วในการเดินข้ามของผู้สูงอายุ 7 สมมติฐาน โดยมี 2 สมมติฐาน โดยเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุ กับความเร็วที่แนะนำของ Highway Capacity Manual และเปรียบเทียบความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟของทั้ง 2 ทางข้าม พบว่าความเร็วเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยความเร็วที่แนะนำจาก Highway Capacity Manual และความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟจริงนั้น ช้ากว่า ซึ่งถือว่าส่งผลดีต่อผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำ เพราะเมื่อนำความเร็วที่แนะนำของ และความที่ใช้ออกแบบในแต่ละทางข้ามไปคำนวณระยะสัญญาณไฟ เวลาที่ได้คือ 13.23 วินาที และ 15 วินาที ตามลำดับ ครอบคลุมเวลาที่ผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำสุดใช้ในการเดินคือ 12.99 วินาที

ในอีก 5 สมมติฐานที่เหลือ จะเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุ ตามลักษณะส่วนบุคคล และพฤติกรรมการใช้ทางข้าม ได้แก่ ช่วงวัย การถือสัมภาระ เพศ ความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ และพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม โดยผลการศึกษาพบว่า ความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในทั้ง 5 สมมติฐาน แต่ก็สามารถเห็นแนวโน้มของความเร็วเฉลี่ยในการเดิน ของแต่ละปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยของช่วงวัย ที่แนวโน้มของความเร็วเฉลี่ยในการเดินที่ลดลงจากช่วงอายุที่เพิ่มขึ้น ปัจจัยการถือสัมภาระ ที่เมื่อถือสัมภาระ และใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ความเร็วเฉลี่ยจะเริ่มลดลง ปัจจัยด้านเพศ ที่ความเร็วเฉลี่ยของเพศหญิงสูงกว่าเพศชายเล็กน้อย ปัจจัยด้านความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ ที่เมื่อผู้สูงอายุมีความถี่ในการใช้ทางข้ามมากขึ้น ความเร็วของผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเดินอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่ง และปัจจัยพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม ที่การข้ามแบบละเมิดสัญญาณไฟ ทั้งกรณีที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ และกรณีที่ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียวปรากฏขึ้นก่อนแล้ว เป็นการข้ามในสภาวะที่กดดันกว่า ทำให้มีความเร็วเฉลี่ยที่สูงกว่าการข้ามแบบปฏิบัติตามสัญญาณไฟ

อีกจุดสังเกตของพฤติกรรมในการข้ามของทั้ง 2 ทางข้าม ที่มีความแตกต่างกัน คือ ทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์มีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟ 31 คน จาก 36 คน (หรือร้อยละ 86.1) แตกต่างกับทางข้ามโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์ ที่มีผู้ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ 24 คน จาก 40 คน (หรือร้อยละ 60.0) แม้ว่าทางข้ามทั้งสองแห่งมีรอบสัญญาณไฟที่เหมือนกัน และเก็บข้อมูลในรูปแบบทางกายภาพที่ใกล้เคียง โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลในส่วนอื่นๆ ความยาวของทางข้าม ปริมาณจราจร ระยะทางของทางข้ามจากแยก ก็ส่งผลต่อการตัดสินใจในการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ เพราะทางข้ามโรงพยาบาลสถาบันไตภูมิราชนครินทร์ มีความยาวของทางข้ามที่น้อยกว่า มีช่องว่างในการพิจารณาการเคลื่อนที่ของยานพาหนะได้ดีกว่า จากปริมาณการจราจรน้อยกว่า และระยะห่างจากทางแยกที่มากกว่าทางข้ามโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เป็นผลทำให้เกิดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟที่มากกว่า

ในส่วนของแบบจำลองจะเห็นได้ว่าความเร็วจากงานวิจัยนี้ มีค่าระหว่างความเร็วของ Highway Capacity Manual [12] และงานวิจัยของ Gates และคณะ [6] โดยจะเริ่มมีค่าใกล้เคียงกับ ความเร็วของ Gates และคณะ เมื่อสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้น โดยความเร็วของ Highway Capacity Manual มีค่าต่ำที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

การต่อยอดงานวิจัย สามารถศึกษาเพิ่มเติมในทางข้ามที่มีรูปแบบทางกายภาพอื่นๆ เช่น 4 ช่องจราจร 6 ช่องจราจร หรือทางข้ามที่มี 2 ทิศทางการจราจร ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความหลากหลายมากขึ้น ตามลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนไป

การปรับเปลี่ยนความเร็วในการออกแบบสัญญาณไฟ จะส่งผลต่อระยะเวลาสัญญาณไฟของทางข้าม ซึ่งหากผู้ออกแบบต้องการระยะเวลาที่เหมาะสมกับความเร็วการข้ามของผู้สูงอายุ ควรศึกษาผลกระทบต่อการจราจรของยานพาหนะ เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อระดับการให้บริการ (Level of Service; LOS) ในพื้นที่นั้นๆ ควบคู่กันไป

ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองในงานวิจัย เป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในการนำไปปรับใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟ ควบคู่กับมาตรฐานต่างประเทศหรือในงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งการนำไปปรับใช้ออกแบบสัญญาณไฟ ควรพิจารณาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น ลักษณะผู้สูงอายุตามแต่ละพื้นที่ ปริมาณการจราจร เป็นต้น เพื่อให้ได้ระยะสัญญาณไฟที่เหมาะสมกับพื้นที่ออกแบบทางข้ามนั้นๆ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์. (2561). คู่มือการออกแบบทางข้ามถนนที่ปลอดภัย: ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (ศวปถ.).

[2] กรมการปกครอง. (2565). จำนวนประชากรไทยที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านแยกรายอายุรายเดือน. from ส่วนบริหารและพัฒนาเทคโนโลยีการทะเบียน https://www.dop.go.th/th/know/side/1/1/1767

[3] วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2561). งานวิจัย *AWUSO Society 4.0* แก่แต่วัย หัวใจยังเก๋า. In. Retrieved from https://drive.google.com/file/d/1ttnk7cKth9N-jmL1cJEV6wD4ss3jybFD/view

[4] Stollof, Edward, McGee, Hugh, & Eccles, Kimberly A. (2007). Pedestrian signal safety for older persons.

[5] MUTCD, Texas. (2012). Manual on Uniform Traffic Control Devices, Revision 1. In: Texas Department of Transportation, Austin, Texas.

[6] Gates, Tim J, Noyce, David A, Bill, Andrea R, Van Ee, Nathanael, & Gates, TJ. (2006). Recommended walking speeds for pedestrian clearance timing based on pedestrian characteristics. Paper presented at the Proceeding of TRB 2006 Annual Meeting.

[7] Iryo-Asano, Miho, & Alhajyaseen, Wael KM. (2014). Analysis of pedestrian clearance time at signalized crosswalks in Japan. *Procedia Computer Science, 32*, 301-308.

[8] Trpković, Ana, Milenković, Marina, Vujanić, Milan, Stanić, Branimir, & Glavić, Draženko. (2017). The crossing speed of elderly pedestrians. *Promet-Traffic&Transportation, 29*(2), 175-183.

[9] กัญญ์สิริ จันทร์เจริญ. (2552). บทที่ 5 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง. In การวิจัยทางการพยาบาล : แนวคิด หลักการ และวิธีปฏิบัติ. นนทบุรี: สถาบันพระบรมราชชนก สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.

[10] สำนักการจราจรและขนส่ง. (2565). บัญชีสัญญาณไฟจราจรทางข้ามชนิดกดปุ่ม. In ข้อมูลสัญญาณไฟจราจร (ไฟกดปุ่ม)

[11] สำนักการจราจรและขนส่ง. (2564). สถิติจราจรปี *2564*. Retrieved from http://office2.bangkok.go.th/dotat/TrafficINFO/StatBook/2021/TH/index.html

[12] Manual, Highway Capacity. (2010). HCM2010. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, 1207.

[13] Fitzpatrick, Kay, Turner, Shawn, Brewer, Marcus, Carlson, Paul, Ullman, Brooke, Trout, Nada, . . . Lord, Dominique. (2006). Improving pedestrian safety at unsignalized crossings. *National Cooperative Highway Research Program Report, 562*.