พฤติกรรมการข้ามถนนของผู้สูงอายุบนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังในกรุงเทพมหานคร

นายธาตรี รักมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Crossing Behavior of Elderly Pedestrians at Signalized Crossings with Countdown Display in Bangkok

Mr. Tatree Rakmark

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พฤติกรรมการข้ามถนนของผู้สูงอายุบนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังในกรุงเทพมหานคร
โดย	นายธาตรี รักมาก
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.เกษม ชูจารุกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.เกษม ชูจารุกุล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.พลเทพ เลิศวรวนิช)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ธาตรี รักมาก : พฤติกรรมการข้ามถนนของผู้สูงอายุบนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังในกรุงเทพมหานคร. (Crossing Behavior of Elderly Pedestrians at Signalized Crossings with Countdown Display in Bangkok) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.เกษม ชูจารุกุล

ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 18.31และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ใกล้เคียงกับนิยามสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ควรมีความพร้อมสำหรับรองรับการใช้งานในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเรื่องความปลอดภัยในการเดินทาง รวมถึงการข้ามถนน ซึ่งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง ก็เป็นหนึ่งในมาตรการที่ส่งเสริมความปลอดภัยแก่คนเดินเท้า โดยจะแสดงเวลานับถอยหลังให้คนเดินข้าม พร้อมทั้งกำกับให้ยานพาหนะหยุดรอ งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้ทางข้ามที่สัญญาณไฟแบบนับถอยหลังของผู้สูงอายุในกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟในพื้นที่จริง และความเร็วมาตรฐานต่างประเทศ โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน t-test การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการแจงแจงแบบปกติ และใช้การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ จากนั้นใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้ออกแบบสัญญาณไฟตามสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ จากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 227 คน ผลลัพธ์ที่ได้คือ ความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุไม่แตกต่างกับความเร็วแนะนำ Highway Capacity Manual (2016) อย่างมีนัยสำคัญ และมีทางข้าม 3 แห่งจากที่ศึกษา 6 แห่งที่ใช้ความเร็วที่มากกว่าความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุ ในทางข้ามนั้นอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ พบว่าตัวแปรช่วงวัย ทางข้ามที่แตกต่างกัน การถือสัมภาระ ส่งผลต่อความเร็วของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญ และความเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้ออกแบบสัญญาณไฟตามสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุจากข้อมูลทุกทางข้ามรวมกันมีความพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6470195821 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEYWORD:

Tatree Rakmark : Crossing Behavior of Elderly Pedestrians at Signalized Crossings with Countdown Display in Bangkok. Advisor: Prof. Kasem Choocharukul, Ph.D.

On 31 January 2022, Thailand's elder proportion is around 18.31 percent of Thailand's population, and still growing. For this reason, the infrastructure should be prepared for the growth of the elderly population, including travel safety treatment and road crossing. This research mentions the signalized crossing with a countdown display. Although this treatment has a clear signal, if the walking time is too short, it may affect elderly pedestrians, one of the low walking speed groups. Therefore, this research studies elderly pedestrian crossing behavior at signalized crossings with countdown display in Bangkok and factors that affect elderly pedestrians' walking speed. Then this research finds a proper walking speed to calculate duration related to elder pedestrian proportion. Results from 227 elderly persons indicate that the 15th Percentiles walking speed from the elder proportion is significantly indifferent compared with standard walking speeds from Highway Capacity Manual (2016) and three crossing use design's walking speed for signalized crossing over the 15th Percentiles walking speed from the elder proportion at those crossing. The factor that significantly affects elderly walking speeds is age groups, different crossing and carrying. Lastly, a proper walking speed to calculate duration from every data significantly related to elder pedestrian proportion.

Field of Study: Civil Engineering Student's Signature .....
Academic Year: 2022 Advisor's Signature .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.เกษม ชูจารุกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่ช่วยให้คำแนะนำตลอดการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี พร้อมทั้งสนับสนุน และให้กำลังใจที่ดีเสมอมา และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ และ ดร.พลเทพ เลิศวรวนิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลา ช่วยให้คำชี้แนะ และนำเสนอมุมมองที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่งานวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง และเป็นกำลังใจที่สำคัญต่อข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ นายวสุ โพธิ์แก้ว วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ กลุ่มงานสัญญาณไฟจราจร ส่วนออกแบบระบบการจราจร สำนักงานวิศวกรรมจราจร สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร ที่ให้คำปรึกษาในส่วนของทางข้ามในกรุงเทพมหานคร ด้วยความเต็มใจทุกครั้งที่ขอคำปรึกษา

ขอขอบคุณ นายเตชนินท์ สุนทรทิพย์ และนายนับทอง งานกรณาธิการ ที่เอื้อเฟื้อที่พักระหว่างการเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในสาขาวิศวกรรมขนส่งทุกคน ที่ช่วยให้คำแนะนำในการเรียน การดำเนินเอกสารสอบวิทยานิพนธ์ และให้กำลังใจซึ่งกันแก่กันเสมอมา

ธาตรี รักมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ฎ

สารบัญตาราง ..... ฐ

บทที่ 1 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 6

2.1 ผู้สูงอายุ และแนวโน้มในประเทศไทย 6

2.2 ลักษณะของคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุ 8

2.3 ประเภทของทางข้ามและสิ่งอำนวยความปลอดภัย 10

2.3.1 ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟ 10

2.3.2 ทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟ 17

2.3.2.1 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบไม่มีชุดนับเวลาถอยหลัง 20

2.3.2.2 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2.3 การออกแบบระยะสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน 21
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
2.5 สรุปการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่ 3 34
3.1 ภาพรวมของงานวิจัย 34
3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง 35
3.2.1 ประชากร 35
3.2.2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 35
3.2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 35
3.3 พื้นที่ศึกษา 37
3.3.1 ทางข้าม 4 ช่องจราจร 39
3.3.2 ทางข้าม 6 ช่องจราจร 40
3.3.3 ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน 41
3.4 สมมติฐานงานวิจัย 42
3.5 ข้อมูล และวิธีการบันทึกข้อมูล 43
3.5.1 ข้อมูล 43
3.5.1.1 ข้อมูลของผู้สูงอายุ 43
3.5.1.2 ข้อมูลของทางข้าม 44
3.5.1.3 ข้อมูลสำหรับคำนวณหาความเร็ว 45
3.5.1.4 ข้อมูลเวลาสูญเสียเริ่มต้น 46
3.5.2.1 วิธีสัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกต 47
3.5.2.2 วิธีการบันทึกวิดีโอ 47
3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 48
3.6.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎี 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6.2 การทดสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) 48
3.6.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)..... 49
3.6.3 การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One- Way Analysis of Variance by Ranks Test) 51
3.6.4 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) ... 53
3.6.5 แบบจำลองในงานวิจัย 53
3.6.6 เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางสถิติ..... 54
บทที่ 4 55
4.1 ข้อมูลทางข้าม..... 55
4.2 ข้อมูลคนข้าม 56
4.3 ข้อมูลคนข้ามผู้สูงอายุ 58
4.4 ค่าสัดส่วนของผู้สูงอายุ และความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles 60
4.4 การทดสอบสมมติฐาน..... 63
4.4.1 สมมติฐานทางเลือก H_1: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วของคนเดินเท้าทั่วไป..... 63
4.4.2 สมมติฐานทางเลือก H_2: ความเร็วที่ 15th Percentiles จากค่าสัดส่วนผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ..... 64
4.4.3 สมมติฐานทางเลือก H_3: ความเร็วที่ 15th Percentiles จากค่าสัดส่วนผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบจริงบนทางข้าม 65
4.4.4 สมมติฐานทางเลือก H_4: ความเร็วของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัยมีความแตกต่างกัน..... 66
4.4.5 สมมติฐานทางเลือก H_5: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ใช้บนทางข้ามแต่ละช่องจราจรมีความแตกต่างกัน 67
4.4.6 สมมติฐานทางเลือก H_6: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ใช้บนทางข้ามคนละแห่งมีความแตกต่างกัน 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.7 สมมติฐานทางเลือก H_7: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ถือสัมภาระคนละประเภทมีความแตกต่างกัน 69

4.4.8 สมมติฐานทางเลือก H_8: ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายมีความแตกต่างกัน 70

4.4.9 สมมติฐานทางเลือก H_9: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับความถี่ของการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ 71

4.4.10 สมมติฐานทางเลือก H_{10}: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม 71

4.4.10.1 การปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม 72

4.4.10.2 การข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว 74

4.4.10.3 การฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม 76

4.4.11 สมมติฐานทางเลือก H_{11}: ความเร็วของผู้สูงอายุที่รอสัญญาณไฟก่อนข้ามนานมีความแตกต่างกับความเร็วที่รอสัญญาณไฟไม่นาน บนทางข้ามมีระยะเวลารอสัญญาณไฟ 2 แบบ 79

4.4.12 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติม 80

4.4.12.1 สมมติฐานทางเลือก H_{12}: เวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงมีความแตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ 80

4.4.12.2 สมมติฐานทางเลือก H_{13}: เวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงมีความแตกต่างกัน บนทางข้ามที่มีช่องจราจรประเภทเดียวกันแต่มีปริมาณจราจรแตกต่างกัน 81

4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 82

บทที่ 5 84

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ 84

5.1.1 แบบจำลองความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุแยกตามข้อมูลในแต่ละรูปแบบทางข้าม 84

5.1.1.1 ทางข้าม 4 ช่องจราจร 84

5.1.1.2 ทางข้าม 6 ช่องจราจร 85
5.2.1.3 ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน 86
5.2.2 แบบจำลองความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้จากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน 88
5.3 สรุปผลที่ได้จากแบบจำลอง 90
บทที่ 6 92
6.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย 92
6.1.1 ผลลัพธ์จากการทดสอบสมมติฐาน 92
6.1.2 ผลลัพธ์จากแบบจำลองทางสถิติ 95
6.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 95
6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 96
บรรณานุกรม 99
ประวัติผู้เขียน 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอย 1
รูปที่ 1.2 อันดับกลุ่มประชากรผู้สูงอายุในเอเชีย 2
รูปที่ 1.3 ทางข้ามที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย 4
รูปที่ 2.1 ป้ายสัญลักษณ์เตือนก่อนถึงทางข้าม 11
รูปที่ 2.2 เส้นบังคับหยุด 11
รูปที่ 2.3 เกาะกลางถนนสำหรับคนข้าม 12
รูปที่ 2.4 ทางข้ามยกระดับ 12
รูปที่ 2.5 การขยายขอบทางเดินริมถนน 13
รูปที่ 2.6 การลดความกว้างของช่องจราจร 13
รูปที่ 2.7 ทางม้าลาย และป้ายทางข้าม 14
รูปที่ 2.8 ป้ายเตือนผู้ขับขี่กลางถนน 14
รูปที่ 2.9 ป้ายและเครื่องหมายบนถนนที่สะดุดตา 15
รูปที่ 2.10 ป้ายและเครื่องหมายบนถนนที่สะดุดตา 15
รูปที่ 2.11 ธงสำหรับข้ามถนน 16
รูปที่ 2.12 ไฟกระพริบเหนือทางข้าม 16
รูปที่ 2.13 เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 4 ชั่วโมง 17
รูปที่ 2.14 เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 1 ชั่วโมงเร่งด่วน 18
รูปที่ 2.15 เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 4 ชั่วโมง แบบร้อยละ 70 Factor 18
รูปที่ 2.16 เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 1 ชั่วโมงเร่งด่วน แบบร้อยละ 70 Factor 19
รูปที่ 2.17 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบไม่มีชุดนับเวลาถอยหลัง 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.18 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง 20
รูปที่ 2.19 ระยะสัญญาณไฟ และสัญลักษณ์ของสัญญาณไฟ 21
รูปที่ 2.20 เปรียบเทียบค่า Clearance time จากความเร็วต่างๆ 26
รูปที่ 2.21 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม 40 จุด 31
รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน 34
รูปที่ 3.2 ตำแหน่งของทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล ทั้ง 14 จุด 38
รูปที่ 3.3 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา 39
รูปที่ 3.4 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ 40
รูปที่ 3.5 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลคามิลเลียน 40
รูปที่ 3.6 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ 41
รูปที่ 3.7 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 41
รูปที่ 3.8 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ 42
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างแบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลผู้สูงอายุ 47
รูปที่ 4.1 การกระจายตัวของความเร็วการเดินผู้สูงอายุเทียบกับความหนาแน่นความน่าจะเป็น 59
รูปที่ 4.2 การกระจายตัวของความเร็วการเดินของผู้สูงอายุเทียบกับร้อยละสะสม 59
รูปที่ 4.3 แผนภาพรูปกล่องแสดงความเร็วการเดินผู้สูงอายุจากทางข้ามทั้ง 6 แห่ง 59
รูปที่ 4.4 การกระจายตัวของความเร็วการเดินของผู้สูงอายุเทียบกับร้อยละสะสม 61
รูปที่ 5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุ บนทางข้าม 4 ช่องจราจร 85
รูปที่ 5.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร 86
รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน 87
รูปที่ 5.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุ จากข้อมูลของทุกทางข้ามรวมกัน 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 จำนวนผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัย 6
ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบความเร็วของคนเดินเท้า 9
ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบความเร็วในการเดินของแต่ละช่วงอายุ 9
ตารางที่ 2.4 ความเร็วในการเดินเฉลี่ย และ 15th Percentile ของผู้สูงอายุ และคนวัยผู้ใหญ่ 10
ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างการจัดจังหวะสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีปุ่มกด 23
ตารางที่ 2.6 Level of Service เมื่อเปลี่ยนความเร็วในการออกแบบ 24
ตารางที่ 2.7 การปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม 27
ตารางที่ 2.8 จำนวนคนที่อยู่บนทางข้าม เมื่อเริ่มเดินในสัญญาณ Walk และ Flashing Don't Walk 27
ตารางที่ 2.9 จำนวนคนที่เริ่มวิ่งบนทางข้ามเมื่อสัญญาณ Flashing Don't Walk 28
ตารางที่ 2.10 เปรียบเทียบความเร็วของผู้สูงอายุ ในสัญญาณไฟรูปแบบต่างๆ 29
ตารางที่ 2.11 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทางสถิติอื่นๆ ในทางข้ามแต่ละรูปแบบ 29
ตารางที่ 2.12 ประเมินประสิทธิภาพของทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟ 30
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัย Pedestrian Signal Safety for Older Persons 36
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล 38
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดตัวแปรของผู้สูงอายุ 44
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดตัวแปรรูปแบบทางข้าม 44
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดตัวแปรทางข้าม 45
ตารางที่ 3.6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน 50
ตารางที่ 3.7 ประสิทธิภาพของวิธีเปรียบเทียบพหุคูณแบบต่างๆ 51
ตารางที่ 3.8 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามในแบบจำลองที่วิเคราะห์แยกตามรูปแบบทางข้าม 54
ตารางที่ 3.9 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามในแบบจำลองที่วิเคราะห์จากข้อมูลทุกทางข้ามรวมกัน 54

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทางข้าม 56
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลคนข้าม 57
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลคนข้ามผู้สูงอายุ 58
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลคนข้าม 60
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลคนข้ามที่เพิ่มข้อมูลจากชั่วโมงที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเท่ากัน 61
ตารางที่ 4.6 สัดส่วนของผู้สูงอายุและความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles 62
ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุกับคนเดินเท้าทั่วไป 63
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุ กับความเร็วออกแบบสัญญาณไฟของ Highway Capacity Manual (2016) 64
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุ กับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟตามแต่ละทางข้าม 65
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัย 66
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานในแต่ละคู่ช่วงวัย 66
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุแต่ละรูปแบบทางข้าม 67
ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานของผู้สูงอายุในแต่ละทางข้าม 68
ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานในแต่ละคู่ของสถานที่ 68
ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานของผู้สูงอายุในการถือสัมภาระ 69
ตารางที่ 4.16 ปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานในแต่ละคู่ของการถือสัมภาระแต่ละแบบ 70
ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชาย 70
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุตามความถี่ในการใช้ทางข้าม 71
ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุตามพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม 72
ตารางที่ 4.20 ผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม 73
ตารางที่ 4.21 ผู้สูงอายุที่ข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว 75
ตารางที่ 4.22 ผู้สูงอายุที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟทาข้าม 77

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุตามระยะเวลาการรอสัญญาณไฟ 79

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ 85th Percentiles จากทางข้ามจริง กับเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้ออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามใน Highway Capacity Manual (2016)..... 80

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยในทางข้ามประเภทเดียวกัน 81

ตารางที่ 5.1 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองของทางข้าม 4 ช่องจราจร..... 85

ตารางที่ 5.2 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองของทางข้าม 6 ช่องจราจร..... 86

ตารางที่ 5.3 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองของทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน..... 87

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามจากแบบจำลองแยกตามรูปแบบทางข้าม..... 88

ตารางที่ 5.5 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองจากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน 89

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามจากแบบจำลองที่รวมข้อมูลจากทุกทางข้าม 90

ตารางที่ 6.1 เวลาที่แนะนำสำหรับใช้ออกแบบสัญญาณไฟให้ข้าม ตามสัดส่วนของผู้สูงอายุ 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ถนนเป็นพื้นที่สำหรับการสัญจรของยานพาหนะต่างๆ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ แต่ก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่คนเดินเท้าจำเป็นจะต้องใช้ถนนร่วมกับยานพาหนะเหล่านั้น ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ หากผู้ขับขี่ยานพาหนะ และคนเดินเท้ามีความเข้าใจจังหวะการให้ทางคาดเคลื่อนกัน เป็นเหตุให้ต้องมีพื้นที่ทางข้ามที่เป็นสัญลักษณ์บนผิวจราจร ที่สร้างขึ้นเพื่อให้คนเดินเท้าสามารถใช้ข้ามถนนได้ โดยทางข้ามมีหลักการออกแบบทั่วไป คือ ให้คนข้ามถนนสามารถมองเห็นยานพาหนะที่วิ่งผ่านไปมาบนถนนได้อย่างชัดเจน รวมทั้งผู้ขับขี่บนถนนก็สามารถมองเห็นคนข้ามถนนได้อย่างชัดเจนด้วยเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ก็เพื่อความปลอดภัยของทั้งผู้ข้ามถนนและผู้ขับขี่ (กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์, 2561) ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการใช้มาตรการต่างๆ มากมายที่มาช่วยสื่อสารแก่ผู้ขับขี่ให้ชะลอความเร็วของยานพาหนะลง และส่งเสริมความปลอดภัยแก่คนเดินเท้า เช่น การติดตั้งป้ายเตือนก่อนถึงทางข้าม การสร้างเกาะกลางถนนสำหรับคนข้าม การทำทางข้ามแบบยกระดับ การลดความกว้างของช่องจราจร การติดหมุดไฟกระพริบ หรือทาสีสะท้อนแสงกับทางม้าลาย เป็นต้น (Fitzpatrick et al., 2006) และนอกจากตัวอย่างที่กล่าวมา มาตรการที่จะช่วยสื่อสาร และบังคับการสัญจรได้อย่างชัดเจนอีกหนึ่งวิธี คือการติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง โดยจะมีปุ่มกดเพื่อเริ่มต้นการรอข้าม และมีโคมที่แสดงตัวเลขเวลานับถอยหลัง ซึ่งจะกำกับช่วงเวลาในการหยุดรอ และให้สัญจรได้ กับทั้งคนข้ามถนน และผู้ขับขี่ยานพาหนะ เพื่อไม่ให้เกิดจุดขัดแย้งกัน โดยตัวอย่างทางข้ามเป็นดังแสดงในรูปที่ 1.1

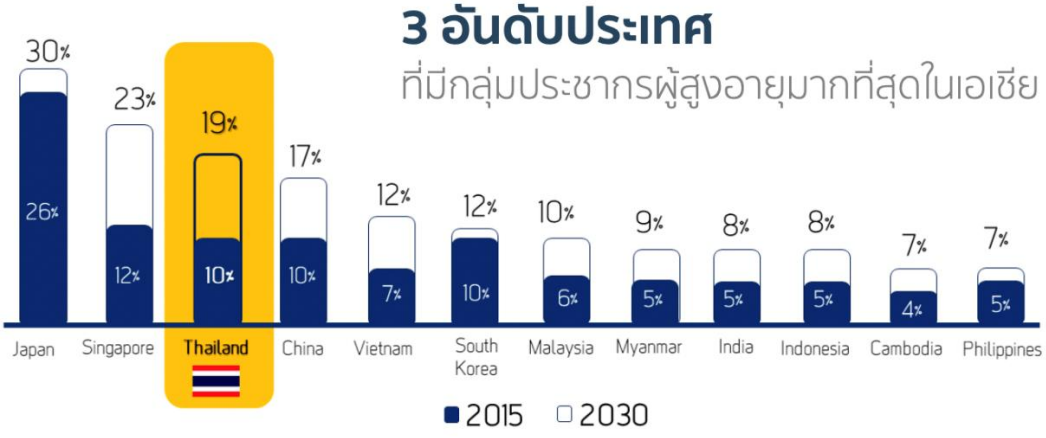
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 1.1 ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอย

ถึงแม้ว่าจะมีช่วงเวลากำกับการสัญจรที่ชัดเจน ทางข้ามลักษณะนี้ก็มีปัญหาอย่างหนึ่งซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดจุดขัดแย้งระหว่างคนข้าม และผู้ขับขี่ได้ คือ ช่วงเวลาที่ให้คนเดินข้ามนั้นสั้นเกินไป จนทำให้คนข้ามยังอยู่บนทางข้าม แม้ว่าสัญญาณไฟของยานพาหนะขึ้นสีเขียวหรือให้สัญจรได้แล้ว ดังตัวอย่างจากการศึกษาระยะสัญญาณไฟของทางข้าม 7 แห่ง บริเวณทางแยกในเมืองนาโกย่า ประเทศญี่ปุ่น พบว่า Clearance Time ของทางข้ามต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องความเร็วคนข้าม เนื่องจากระยะเวลาที่สั้นเกินไป โดยกลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นคนเดินเท้าในวัยทำงาน หรือวัยผู้ใหญ่ (Iryo-Asano & Alhajyaseen, 2014) จะเห็นได้ว่าหากใช้ระยะสัญญาณไฟในมาตรฐานเดียวกัน ในพื้นที่ ที่มีกลุ่มคนเดินเท้าที่มีความเร็วต่ำ เช่น เด็ก ผู้พิการ หรือผู้สูงอายุ ใช้งานเป็นประจำ อาจมีแนวโน้มทำให้เกิดจุดขัดแย้งระหว่างคนข้าม และผู้ขับขี่ เพิ่มมากขึ้นก็เป็นได้ ซึ่งการคำนวณระยะสัญญาณไฟทางข้ามที่เหมาะสมนั้น ต้องคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของทางข้าม ความเร็วของคนเดินข้ามที่ 15th Percentile ปริมาณคนใช้ทางข้าม และปริมาณการจราจรบนถนนเส้นนั้นๆ

โดยในปี ค.ศ. 2015 มีประชากรผู้สูงอายุโลกคิดเป็นร้อยละ 12.3 ของประชากรทั้งหมด หรือ 901 ล้านคน และต่อมา ในปี ค.ศ. 2030 คาดการณ์ประชากรผู้สูงอายุโลกได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 16.5 หรือ 1,402 ล้าน คน และในปี ค.ศ. 2050 มีการคาดการณ์แนวโน้มของประชากรผู้สูงอายุที่จะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 21.5 หรือ 2,092 ล้านคน โดยทวีปที่มีผู้สูงอายุมากที่สุด คือ เอเชีย อยู่ที่ร้อยละ 61 อันดับหนึ่ง ญี่ปุ่น สัดส่วนผู้สูงอายุในปี ค.ศ.2015 อยู่ที่ร้อยละ 26 และคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ในปี ค.ศ. 2030 จากประชากรทั้งประเทศ 120 ล้านคน ตามด้วย สิงคโปร์ ปี ค.ศ. 2015 อยู่ที่ร้อยละ 12 จากนั้นปี ค.ศ. 2030 จะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 23 และประเทศไทย ปี ค.ศ. 2015 มีร้อยละ 10 จากนั้นในปี ค.ศ. 2030 ขยับขึ้นเป็นร้อยละ 19 (วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2561) ดังแสดงในรูปที่ 1.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1.2 อันดับกลุ่มประชากรผู้สูงอายุในเอเชีย (วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2561)

จากข้อมูล ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีสัดส่วนของจำนวนผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 18.31 (กรมการปกครอง, 2565) ใกล้เคียงกับนิยามสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ (Complete-aged Society) ที่หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2564) โดยสัดส่วนนี้มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2561) เป็นไปได้ว่าคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุก็มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีผู้สูงอายุมากที่สุดในประเทศไทยที่ 1,144,600 คน คิดเป็นสัดส่วนของผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 9.45 ของจำนวนผู้สูงอายุทั่วประเทศ (กรมการปกครอง, 2565) โดยข้อมูลคนเดินเท้าที่ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต ในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 มีจำนวน 230 คน 159 คน และ 132 คน ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 19.56 ร้อยละ 16.97 และร้อยละ 11.86 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ถึงอย่างนั้นข้อมูลล่าสุดใน พ.ศ. 2565 (ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงกันยายน) สัดส่วนของคนเดินเท้าที่ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตที่เป็นผู้สูงอายุกลับเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 13.85 (กรมควบคุมโรค, 2565) ซึ่งแม้ว่าคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุจะเป็นบุคคลที่มีประสบการณ์ในการใช้ถนน แต่ผู้สูงอายุก็มีปัญหาในด้านร่างกายที่เสื่อมถอยลง และการตัดสินใจขณะใช้ถนน ที่อาจช้ากว่าคนวัยอื่น (Fitzpatrick et al., 2006) ทำให้เมื่อพิจารณาความเร็วสำหรับออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้าม ควรคำนึงถึงความเร็วของผู้สูงอายุด้วยเช่นกัน ดังตัวอย่างจากการศึกษาความเร็วของผู้สูงอายุ 6 รัฐ ในสหรัฐอเมริกา พบว่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ 4 ฟุตต่อวินาทีที่ 15th Percentile ไม่เหมาะกับผู้สูงอายุ (Stollof, McGee, & Eccles, 2007) และงานวิจัยอื่นๆ ก็มีผลการศึกษาในทิศทางเดียวกัน ทำให้ภายหลัง คู่มือ Manual on Uniform Traffic Control Devices (2012) และ Highway Capacity Manual (2016) ได้ปรับลดความเร็วในการออกแบบสำหรับระยะสัญญาณไฟทางข้ามในสหรัฐอเมริกา ลงเหลือ 3.5 ฟุตต่อวินาที ที่ 15th Percentile

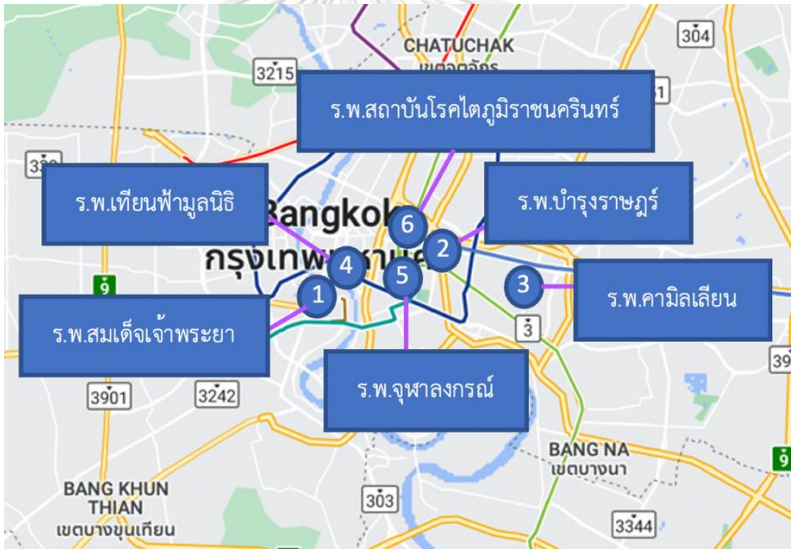
งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาความเร็วในการข้ามถนนของผู้สูงอายุในกรุงเทพมหานคร โดยจะเปรียบเทียบกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังในพื้นที่ศึกษาจริง และความเร็วมาตรฐานของต่างประเทศ และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ จากนั้นวิเคราะห์หาความเร็วในการข้ามที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟตามสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ โดยความเร็วที่เหมาะสมจากงานวิจัยจะนำไปเปรียบเทียบกับความเร็วที่แนะนำของต่างประเทศ เพื่อเป็นทางเลือกในการนำไปใช้ออกแบบ หรือปรับปรุงระยะสัญญาณไฟทางข้ามให้สอดคล้องกับความเร็วผู้สูงอายุต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ โดยเปรียบเทียบกับความเร็วออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ และความเร็วออกแบบจริงในแต่ละทางข้าม
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ
3. เพื่อวิเคราะห์หาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ตามสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาความเร็วในการข้ามถนนของผู้สูงอายุ จากทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลทั้งหมด 6 แห่ง ใน 5 เขตของกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เขตคลองสาน เขตวัฒนา เขตสัมพันธวงศ์ เขตปทุมวัน และเขตราชเทวี ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ทางข้ามที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยคือผู้สูงอายุ ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป และกลุ่มคนเดินเท้าทั่วไปที่มีอายุต่ำกว่า 60 ปี โดยไม่นับรวมเด็กที่ต้องจูงมือผู้ปกครองข้ามถนน ผู้พิการ และบุคคลที่วิ่งขณะใช้ทางข้าม

โดยจะเก็บข้อมูลในวันธรรมดา (จันทร์ - ศุกร์) วันละ 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า (7.00–9.00 น.) นอกเวลาเร่งด่วน (11.00 น.–13.00 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (16.00 น.–18.00 น.) และมีสภาพอากาศแจ่มใส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความแตกต่างของความเร็วค่ากลางจากคนเดินเท้าที่ใช้ทางข้ามร่วมกับผู้สูงอายุ กับความเร็วออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ และความเร็วออกแบบจริงในแต่ละทางข้าม
2. ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ
3. ได้ความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ตามสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ สำหรับเป็นทางเลือกในการนำไปใช้ในการออกแบบ หรือปรับปรุงระยะสัญญาณไฟทางข้าม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ รวมถึงลักษณะของคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุ พร้อมทั้งศึกษาลักษณะทางข้ามในประเภทต่างๆ อุปกรณ์ และมาตรการที่ช่วยส่งเสริมความปลอดภัยแก่คนข้าม และศึกษางานวิจัยที่ค้นคว้าเกี่ยวกับความเร็วของผู้สูงอายุ บนทางข้ามในรูปแบบต่างๆ

2.1 ผู้สูงอายุ และแนวโน้มในประเทศไทย

อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์ (2563) ได้ศึกษาสถานการณ์ผู้สูงอายุในประเทศไทย โดยรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ และพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2546 ซึ่งได้ให้ความหมายของผู้สูงอายุไว้ว่า “บุคคลซึ่งมีอายุเกินหกสิบปีบริบูรณ์ขึ้นไป และมีสัญชาติไทย” และสามารถแบ่งผู้สูงอายุเป็น 3 ช่วงวัย คือ

1. วัยสูงอายุตอนต้น (The young old) อายุระหว่าง 60-69 ปี กลุ่มนี้ส่วน ใหญ่เป็นกลุ่มที่มีสุขภาพแข็งแรงดี อาจมีโรคประจำตัวบ้าง การช่วยเหลือดูแลเน้นไปกับการป้องกัน
2. วัยสูงอายุตอนกลาง (The middle old) อายุระหว่าง 70-79 ปี กลุ่มนี้ เป็นช่วงวัยที่เริ่มมีโรคประจำตัวมากขึ้น ความสามารถในการดูแลตนเองลดลง การช่วยเหลือดูแลจึงเน้นไปเพื่อเพิ่ม ศักยภาพให้สามารถพึ่งพิงตนเองให้ได้มากที่สุด
3. วัยสูงอายุตอนปลาย (The oldest old) อายุตั้งแต่ 80 ปี ขึ้นไป กลุ่มนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับการช่วยเหลือดูแล ทั้งจากครอบครัว และทางการแพทย์

โดยข้อมูลจำนวนผู้สูงอายุของทั้ง 3 ช่วงวัย ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2565 เป็นไปตารางที่ 2.1 (กรมการปกครอง, 2565)

ตารางที่ 2.1 จำนวนผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัย (กรมการปกครอง, 2565)

ช่วงอายุ	จำนวนผู้สูงอายุ (คน)	ร้อยละ (%)	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)
60 – 69 ปี	6,843,300	56.5	3,123,517	3,719,783
70 – 79 ปี	3,522,778	29.1	1,533,642	1,989,136
80 ปีขึ้นไป	1,750,121	14.4	682,451	1,067,670
รวม	**12,116,199**	**100**	**5,339,610**	**6,776,589**

จากรายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทยประจำปี พ.ศ. 2563 ได้ระบุนิยามของสังคมที่อิงจากสัดส่วนผู้สูงอายุไว้ดังนี้

1. สังคมสูงอายุ (Aged society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 10 ของประชากรทั้งหมด (หรือประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 7) หรือมีความหมายอีกอย่างหนึ่งคือ สังคมที่ประชากรกำลังมีอายุสูงขึ้น สังเกตได้จาก อัตราส่วนร้อยละของประชากรสูงอายุเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ
2. สังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ (Complete-aged society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด (หรือประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 14)
3. สังคมสูงอายุระดับสุดยอด (Super-aged society) หมายถึง สังคมที่มีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมด (หรือประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 20)

จากนิยามข้างต้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในตารางที่ 2.1 ที่ประเทศไทยมีจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมดอยู่ที่ 12,116,199 คน และประชากรทั้งหมดในประเทศไทย มีอยู่ทั้งสิ้น 66,165,261 คน จากข้อมูล ณ วันเดียวกัน สัดส่วนผู้สูงอายุในปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 18.31 ใกล้เคียงกับนิยามสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับข้อมูลของมูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย ที่คาดการณ์ไว้ว่าประเทศไทยจะเป็นกลายสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ ภายในปี พ.ศ. 2565 (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2564)

ในข้อมูลจำนวนประชากรไทยที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้าน เมื่อพิจารณาจำนวนผู้สูงอายุในรายจังหวัดพบว่า จังหวัดที่มีผู้สูงอายุมากที่สุดในประเทศไทย 3 อันดับแรก ได้แก่ กรุงเทพมหานคร 1,144,600 คน, นครราชสีมา 494,329 คน และเชียงใหม่ 366,146 คน โดยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 9.45 ร้อยละ 4.08 และร้อยละ 3.02 ตามลำดับ จากจำนวนผู้สูงอายุทั่วประเทศ และเมื่อพิจารณาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่มีจำนวนผู้สูงอายุมากที่สุดในประเทศไทย โดยแบ่งพื้นที่การดูแลภายในจังหวัดเป็น 50 เขต ซึ่งเมื่อพิจารณาจำนวนผู้สูงอายุรายเขต พบว่า 3 เขตแรก ที่มีจำนวนผู้สูงอายุมากที่สุด ได้แก่ เขตบางแค 41,437 คน, เขตบางเขน 37,100 คน และเขตสายไหม 36,178 คน คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 3.62 ร้อยละ 3.24 และร้อยละ 3.16 ตามลำดับ จากจำนวนผู้สูงอายุทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร (กรมการปกครอง, 2565)

2.2 ลักษณะของคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุ

Fitzpatrick และคณะ (2006) ระบุว่าผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีโอกาสในการเดินมากกว่าในวัยอื่นๆ เนื่องจากมีเวลาว่างที่มากขึ้น และการเดินก็เป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับคนวัยนี้ โดยคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุ จะเป็นบุคคลที่มีประสบการณ์ในการใช้ถนน และมีพฤติกรรมที่เคารพกฎการจราจรมาก แตกต่างจากเด็กเล็กที่อาจจะมีพฤติกรรมที่คาดเดาไม่ได้ แต่ผู้สูงอายุก็มีปัญหาในด้านร่างกายที่เสื่อมถอยลง และการตัดสินใจขณะใช้ถนน ที่อาจช้ากว่าคนวัยอื่นเช่นกัน ซึ่งลักษณะสำคัญของคนเดินเท้าสูงอายุ มีดังต่อไปนี้

1. การมองเห็นอาจจะไม่ชัดเจน เคลื่อนไหวดวงตาได้เชื่องช้า และขาดความไวต่อการสังเกตการณ์
2. ต้องใช้ความพยายามในการทรงตัว ซึ่งส่งผลต่อความเร็วในการเดิน และมีโอกาสที่จะหกล้มได้
3. จัดการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ยาก เพราะเมื่ออายุมากขึ้น ประสิทธิภาพบางอย่างยิ่งลดลง เช่น การเพ่งความสนใจในเหตุการณ์ หรือการกระทำหลายอย่างในเวลาเดียวกัน เป็นต้น
4. รับมือกับสถานการณ์ในการข้ามถนนที่เปลี่ยนแปลงไปได้ยาก เพราะ การมองเห็น และการประเมินสถานการณ์ที่เสื่อมถอยลง รวมถึงอาจไม่สามารถตัดสิ่งเร้าบางอย่างขณะข้ามถนนออกไปได้
5. คาดการณ์ความเร็วของยานพาหนะที่จะมาถึงได้ยาก ส่งผลให้บางครั้งเมื่อต้องข้ามถนนอาจจะไม่กล้าข้ามถึงแม้ว่ามีความปลอดภัยก็ตาม
6. มีการตอบสนอง และตัดสินใจได้ช้า
7. อาจมีปัญหาข้อเข่าเสื่อม ซึ่งอาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่ และทำให้เดินลำบาก
8. มีความคล่องแคล่วลดลง เมื่อต้องใช้ไม้เท้าหรือไม้ค้ำยัน

นอกจากนี้ผู้สูงอายุยังอยู่ในกลุ่มประชากรที่เดินได้ในความเร็วที่ต่ำ ร่วมกับเด็กที่ต้องได้รับการดูแลจากผู้ปกครอง และผู้พิการ ซึ่ง Bennett และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะคนเดินเท้าแต่ละแบบ ณ ทางแยกที่มีสัญญาณไฟ และจัดประเภทของคนเดินเท้าที่ได้กล่าวมาข้างต้นให้เป็นกลุ่มที่เดินไม่สะดวก (Pedestrians with walking difficulty) จากนั้นเปรียบเทียบความเร็วกับคนเดินเท้าทั่วไป ได้ข้อมูลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบความเร็วของคนเดินเท้า (Bennett et al., 2001)

Average	Speed, ft/s (m/s)	Standard Deviation, ft/s (m/s)	15th Percentile, ft/s (m/s)	50th Percentile, ft/s (m/s)	85th Percentile, ft/s (m/s)
Pedestrians with Walking Difficulty	4.42 (1.35)	0.25 (0.08)	3.74 (1.14)	4.23 (1.29)	5.34 (1.63)
Pedestrians without Walking Difficulty	5.58 (1.70)	0.50 (0.15)	4.27 (1.31)	5.25 (1.60)	6.69 (2.04)
All Pedestrians	5.35 (1.63)	0.48 (0.15)	4.07 (1.24)	5.12 (1.56)	6.43 (1.96)

ถึงแม้ว่ากลุ่มที่เดินไม่สะดวกจะมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 6 จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แต่ก็ต้องคำนึงคนเดินเท้าในกลุ่มนี้เช่นกัน โดยเฉพาะการออกแบบระยะสัญญาณไฟให้เหมาะสม ในพื้นที่ที่มีสัดส่วนของคนเดินเท้าพลุกพล่าน หรือมีการใช้งานของกลุ่มคนเหล่านี้ในสัดส่วนที่สูง อีกทั้งยังมีงานวิจัยอื่นๆ ที่ผลการวิจัยสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยข้างต้น ในแง่ของความเร็วในการเดิน ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Gates และคณะ(2006) ที่ได้ศึกษาความเร็วของคนเดินเท้าที่จำแนกตามอายุ เพศ ความพิการ ขนาดของกลุ่มที่เดิน และการประพฤติตามเงื่อนไขสัญญาณไฟทางข้าม ในสหรัฐอเมริกา โดยอายุมีผลต่อความเร็วในการเดินมากที่สุด ซึ่งผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) มีความเร็วที่ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับช่วงวัยอื่นๆ เกือบทุกกลุ่มตัวแปรที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบความเร็วในการเดินของแต่ละช่วงอายุ (Gates et al., 2006)

Factor	Level	Age Group	Count	Mean (ft/s)	St. Dev. (ft/s)	Percentiles (ft/s)[a] 15th	50th	85th	Two-way Interaction with Age?
Traffic Control Condition	DW	< 30	105	5.14	0.69	4.44	5.00	6.00	Yes, older peds walked slowest at the stop controlled intersection, while all other ages walked slowest under the WALK indication.
		30-64	82	4.96	0.80	4.21	4.82	6.00	
		≥ 65	12	4.30	0.78	*3.45*	4.23	5.28	
	FDW	< 30	64	5.10	0.83	4.15	5.00	6.21	
		30-64	23	5.34	0.68	4.47	5.56	6.03	
	WALK	Child w/adult	37	3.98	0.60	*3.34*	3.86	4.62	
		< 30	445	4.68	0.63	4.06	4.67	5.33	
		30-64	289	4.52	0.61	*3.91*	4.50	5.19	
		≥ 65	95	3.87	0.66	*3.24*	3.86	4.54	
	Stop-Controlled	Child w/adult	13	4.10	0.47	*3.40*	4.19	4.67	
		< 30	90	4.81	0.57	4.38	4.95	5.38	
		30-64	82	4.63	0.62	*3.99*	4.64	5.27	
		≥ 65	165	3.66	0.84	*2.75*	3.67	4.55	
	Uncontrolled	< 30	181	4.99	0.65	4.35	4.93	5.78	
		30-64	183	4.89	0.72	4.15	4.86	5.60	
		≥ 65	53	4.07	0.84	*3.29*	4.12	4.98	
Group Size	Individual	< 30	631	5.00	0.64	4.38	4.96	5.64	No
		30-64	508	4.83	0.71	4.09	4.74	5.61	
		≥ 65	251	3.85	0.83	*3.00*	3.79	4.76	
	2 to 4	Child w/adult	45	4.05	0.60	*3.38*	4.08	4.65	
		< 30	211	4.53	0.61	*3.93*	4.50	5.01	
		30-64	136	4.43	0.54	*3.90*	4.38	5.02	
		≥ 65	69	3.70	0.74	*2.99*	3.70	4.47	
	5 or more	Child w/adult	7	3.65	0.54	*3.26*	3.43	4.59	
		< 30	52	4.21	0.52	*3.58*	4.20	4.74	
		30-64	18	4.04	0.50	*3.29*	4.11	4.55	
		≥ 65	6	3.70	0.49	*3.08*	3.67	4.40	
Sex	Male	< 30	380	5.04	0.62	4.40	5.00	5.70	No
		30-64	260	4.91	0.73	4.17	4.87	5.77	
		≥ 65	117	3.95	0.88	*2.95*	4.10	4.82	
	Female	< 30	245	4.92	0.66	4.37	4.80	5.63	
		30-64	236	4.72	0.68	4.05	4.68	5.38	
		≥ 65	130	3.75	0.78	*3.01*	3.64	4.73	

Note: [a] Italicized 15th percentile walking speeds indicates values that are below 4.00 ft/s.

งานวิจัยของ Montufar และคณะ (2007) ได้ศึกษาความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) และคนเดินเท้าวัยผู้ใหญ่ (อายุ 20-64 ปี) โดยศึกษาความเร็ว 2 แบบ คือ ความเร็วในการเดินปกติ และความเร็วขณะข้ามถนน ในเมืองวินนิเพก ประเทศแคนาดา ซึ่งทั้งความเร็วในการเดินปกติ และความเร็วที่ใช้ขณะข้ามของผู้สูงอายุ ช้ากว่าความเร็วของคนเดินเท้าวัยผู้ใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยผลการวิจัยมีดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความเร็วในการเดินเฉลี่ย และ 15th Percentile ของผู้สูงอายุ และคนวัยผู้ใหญ่ (Montufar et al., 2007)

Description	Number of Records	Percent of Total	Average Walking Speed (m/s)		15th Percentile Walking Speed (m/s)	
			Normal	Crossing	Normal	Crossing
Full data set						
All seniors	865	100	1.14	1.36	0.88	1.08
Female seniors	527	61	1.11	1.33	0.85	1.06
Male seniors	338	39	1.19	1.40	0.94	1.11
All adults	927	100	1.36	1.61	1.10	1.33
Female adults	523	56	1.33	1.57	1.05	1.32
Male adults	404	44	1.41	1.65	1.15	1.36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ประเภทของทางข้ามและสิ่งอำนวยความปลอดภัย

จากร่างรายงานคู่มือมาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจร เรื่อง การจัดระบบการจราจร ระบุว่าทางข้ามสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟ และทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟ (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)

2.3.1 ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟ

ทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟ เป็นทางข้ามแบบพื้นฐานที่สุด ด้วยการทาสีบนผิวทางด้วยแถบขาวสลับช่องว่างแบบทางม้าลาย โดยทางข้ามแบบไม่มีสัญญาณไฟในบริเวณที่มีปริมาณจราจรสูงหรือมีช่องจราจรมาก อาจจำเป็นต้องมีการใช้ อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยหรือการปรับลักษณะทางกายภาพเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้เดินเท้า ผู้ออกแบบอาจติดอุปกรณ์เสริม เช่น เส้นหยุดก่อนทางข้ามประมาณ 6-15 เมตรหรือป้ายสะท้อนแสง เพื่อเพิ่มการมองเห็นของผู้ขับขี่ โดย Fitzpatrick และคณะ (2006) ได้รวบรวมวิธีการเพิ่มความปลอดภัยของคนเดินเท้า และสิ่งอำนวยความปลอดภัยสำหรับทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟ ไว้ดังนี้

ป้ายสัญลักษณ์เตือนก่อนถึงทางข้าม

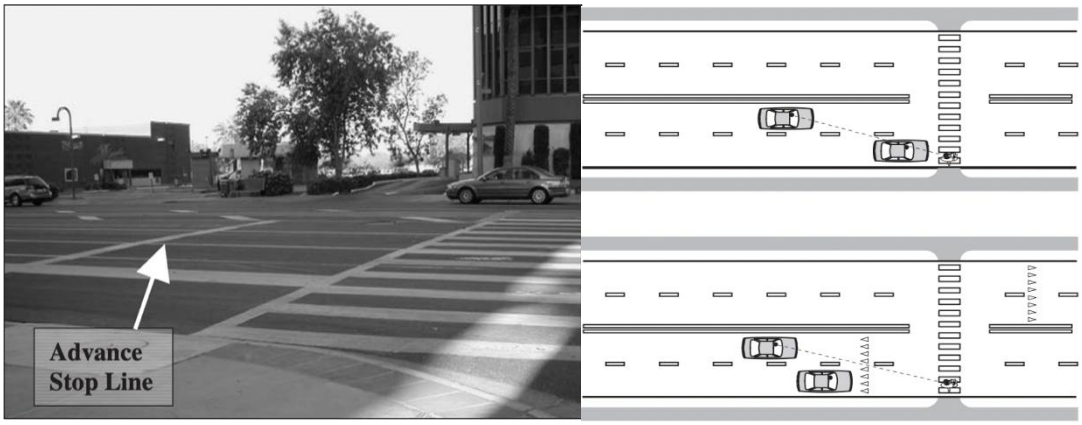
ใช้เพื่อแสดงให้ผู้ขับขี่พาหนะรับรู้ว่ามีทางข้าม และคนเดินเท้า อยู่ข้างหน้า ซึ่งสามารถใช้ได้กับหลายจุด เช่น ทางข้ามบริเวณทางแยก ทางข้ามของโรงเรียน ทางข้ามช่วงกลางถนน เป็นต้น โดยจะมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับพื้นที่ที่ ไม่คาดว่าจะมีทางข้าม เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่รับรู้ล่วงหน้า ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ป้ายสัญลักษณ์เตือนก่อนถึงทางข้าม (Fitzpatrick et al., 2006)

เส้นบังคับหยุด

การตีเส้นบังคับหยุดให้ห่างออกไปจากทางข้ามช่วยเพิ่มความปลอดภัย และเพิ่มมุมมองของทั้งคนเดินเท้าและผู้ขับขี่ก่อนถึงทางข้าม โดยประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับการปฏิบัติตามกฎจราจรของผู้ขับขี่ ซึ่งตัวเส้นจะอยู่ห่างจากทางข้าม 4.6 – 9.2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.2 เส้นบังคับหยุด (Fitzpatrick et al., 2006)

เกาะกลางถนนสำหรับคนข้าม

เกาะกลางถนนสำหรับคนข้าม ออกแบบมาเพื่อช่วยให้คนเดินเท้าสามารถแบ่งข้ามถนนได้ทีละเส้นทาง และเป็นที่พักระหว่างเดินข้ามถนน โดยมักจะยกตัวเหนือพื้นผิวถนน และมีแนวเส้นทางเดินพาดผ่าน ดังแสดงใน รูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 เกาะกลางถนนสำหรับคนข้าม (Fitzpatrick et al., 2006)

ทางข้ามยกระดับ

ทางข้ามยกระดับเป็นทางข้ามที่พื้นผิวยกเหนือพื้นผิวถนน ในลักษณะของเนิน เพื่อที่ให้ผู้ขับขี่ระวังระดับพื้นผิวที่ต่างกัน และทำการลดความเร็วยานพาหนะลง โดยอาจจะเป็นเนินตามความกว้างของทางข้าม หรืออาจจะยกระดับตรงขอบ และมีพื้นที่ตรงกลางไว้สำหรับรถจักรยานขับผ่านก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.4 ทางข้ามยกระดับ (Fitzpatrick et al., 2006)

การขยายขอบทางเดินริมถนน

การขยายขอบทางเดินริมถนน จะเพิ่มพื้นที่ในการรอข้ามถนน และลดระยะทางในการข้ามลงได้ โดยสามารถเพิ่มระยะการมองเห็นของทั้งผู้ขับขี่ และคนเดินเท้า นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการจอดยานพาหนะบริเวณทางข้าม ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 การขยายขอบทางเดินริมถนน (Fitzpatrick et al., 2006)

การลดความกว้างของช่องจราจร

การลดความกว้างของช่องจราจร มีจุดประสงค์เพื่อลดความเร็วของยานพาหนะลง และเพิ่มความปลอดภัยของการข้ามถนนมากขึ้น ซึ่งอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การเพิ่มช่องทางจักรยานด้านข้าง แล้วลดความกว้างช่องจราจรลง หรือการเพิ่มพื้นที่ทางเท้ายื่นเข้ามาในช่องจราจร เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2.6 การลดความกว้างของช่องจราจร (Fitzpatrick et al., 2006)

ทางม้าลาย และป้ายทางข้าม

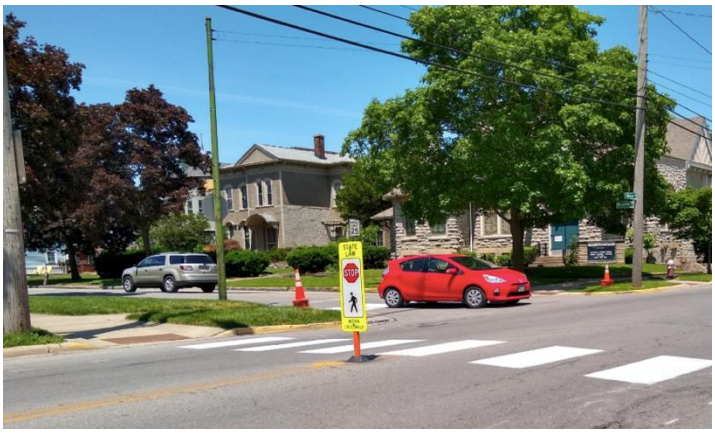
ทางม้าลายแสดงแนวเส้นทางการเดินสำหรับทางข้าม และเพื่อเตือนผู้ขับขี่ว่าเป็นขอบเขตพื้นที่สำหรับคนเดินเท้า จากคู่มือการออกแบบทางข้ามถนนที่ปลอดภัย ทางม้าลายมีการตีเส้นให้เป็นแถบสีขาวยาวขนานกับแนวการไหลของ กระแสจราจร แต่ละแถบจะมีความกว้างประมาณ 40-60 เซนติเมตร ในส่วนป้ายทางข้ามแสดงถึงตำแหน่งทางข้าม และช่วยเตือนสำหรับจุดที่ไม่คาดว่าจะมีทางข้ามแก่ผู้ขับขี่ (กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์, 2561) ดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ทางม้าลาย และป้ายทางข้าม (Fitzpatrick et al., 2006)

ป้ายเตือนผู้ขับขี่กลางถนน

ป้ายเตือนผู้ขับขี่ทางถนน เป็นป้ายที่วางไว้ตรงกลางระหว่างช่องจราจรเพื่อเตือนผู้ขับขี่ถึงกฎการจราจร และแสดงถึงพื้นที่ของคนเดินเท้า ตัวอย่างป้ายดังแสดงในรูปที่ 2.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.8 ป้ายเตือนผู้ขับขี่กลางถนน (Angie Schmitt, 2019)

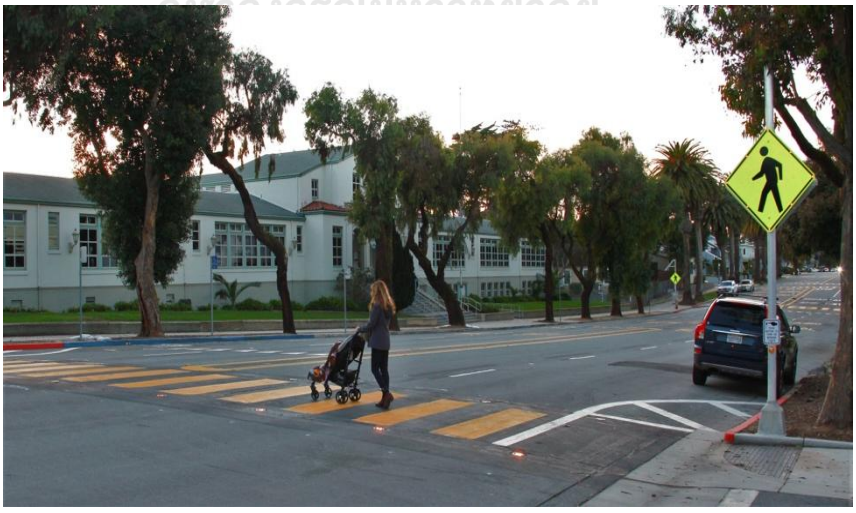
ป้ายและเครื่องหมายบนถนนที่สะดุดตา

ป้ายและเครื่องหมายบนถนนที่สะดุดตา เพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น โดยใช้โทนสี เป็นสีเหลืองและเขียว เพราะมีความสามารถในการสะท้อนแสงได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ป้ายและเครื่องหมายบนถนนที่สะดุดตา (Route One Publishing Ltd., 2012)

หมุดไฟกระพริบ

หมุดไฟกระพริบจะให้แสงไฟตามแนวทางข้าม ซึ่งความสูงของหมุดไม่ควรที่จะเกิน 0.75 นิ้ว จากพื้นผิวถนน โดยสามารถเตือนผู้ขับขี่ขณะขับยานพาหนะเข้ามาใกล้ทางข้าม ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ป้ายและเครื่องหมายบนถนนที่สะดุดตา (Traffic and Parking Control Co., 2021)

ธงสำหรับข้ามถนน

ธงสำหรับข้ามถนน มีไว้สำหรับให้คนข้ามถือเพื่อให้ผู้ขับขี่สังเกตเห็นขณะข้าม ซึ่งสีของธงจะเป็นสีที่สะดุดตา หรือสามารถสะท้อนแสงได้ เช่น สีส้ม สีเหลือง เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ธงสำหรับข้ามถนน (Oliver Moore, 2018)

ไฟกระพริบเหนือทางข้าม

ไฟกระพริบเหนือทางข้าม มีลักษณะเป็นเสาไฟที่ยื่นเข้าไปบนถนนเหนือทางข้าม ซึ่งจะติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ทางข้ามและมีไฟกระพริบเพื่อให้สะดุดตาผู้ขับขี่ และเตือนว่าเข้าใกล้พื้นที่ทางข้ามแล้ว ดังแสดงใน รูปที่ 2.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

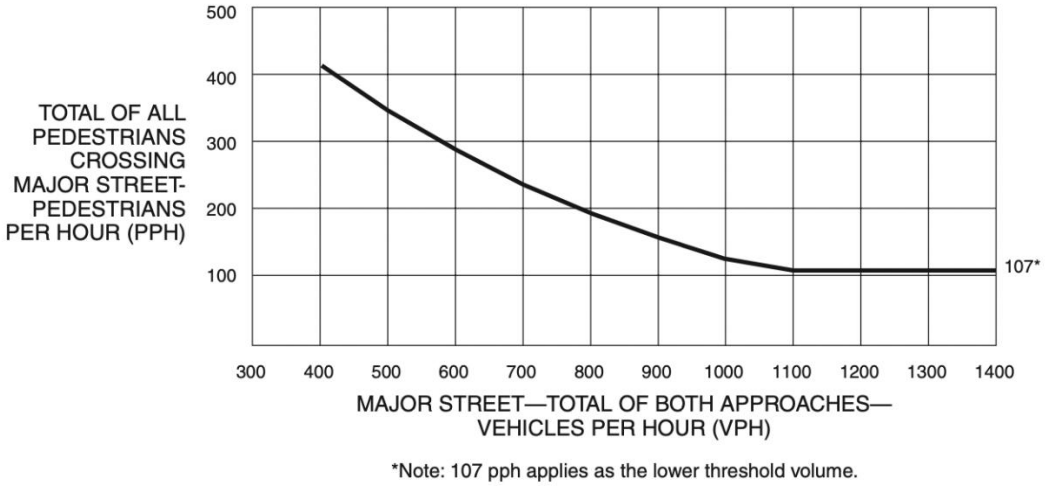
รูปที่ 2.12 ไฟกระพริบเหนือทางข้าม

(Federal Highway Administration Research and Technology, 2015)

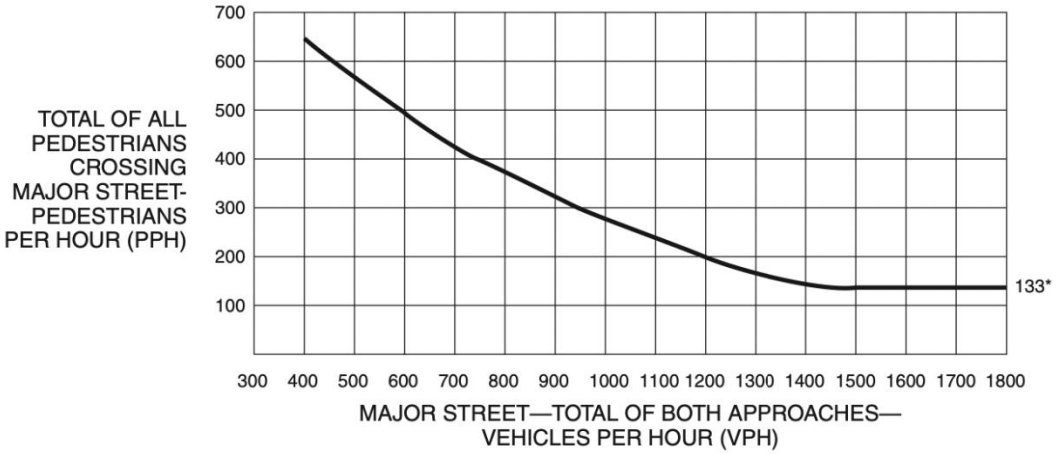
2.3.2 ทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟ

ทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟควรใช้ในกรณีที่มีปริมาณคนข้ามมากหรือยวดยานมีความเร็วสูงและปริมาณมาก ซึ่งจะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุต่อผู้เดินเท้าได้ ผู้ออกแบบอาจพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟคนข้าม รวมทั้งการปรับ กายภาพของถนน เช่น การจัดพื้นที่เกาะกลางและสลับทางข้ามแบบเหลื่อม (Staggered crosswalk) เป็นต้น

ในสหรัฐอเมริกา Manual on Uniform Traffic Control Devices (2012) ได้จัดทำแนวทางในการพิจารณาเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม โดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา คือ จำนวนคนเดินข้ามทั้งหมดต่อชั่วโมง (Total of all pedestrians crossing per hour) และจำนวนยานพาหนะทั้งสองทิศทางต่อชั่วโมง (Total of both approaches vehicle per hours) ซึ่งสามารถพิจารณาได้ 2 แบบ คือจากการเก็บข้อมูล 4 ชั่วโมงในแต่ละวัน และจากการเก็บข้อมูลในชั่วโมงเร่งด่วน 1 ชั่วโมง โดยจุดที่พล็อตตัดกันเหนือเส้นโค้งหมายความว่า ควรพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อความปลอดภัยและอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินข้าม ดังแสดงในรูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14

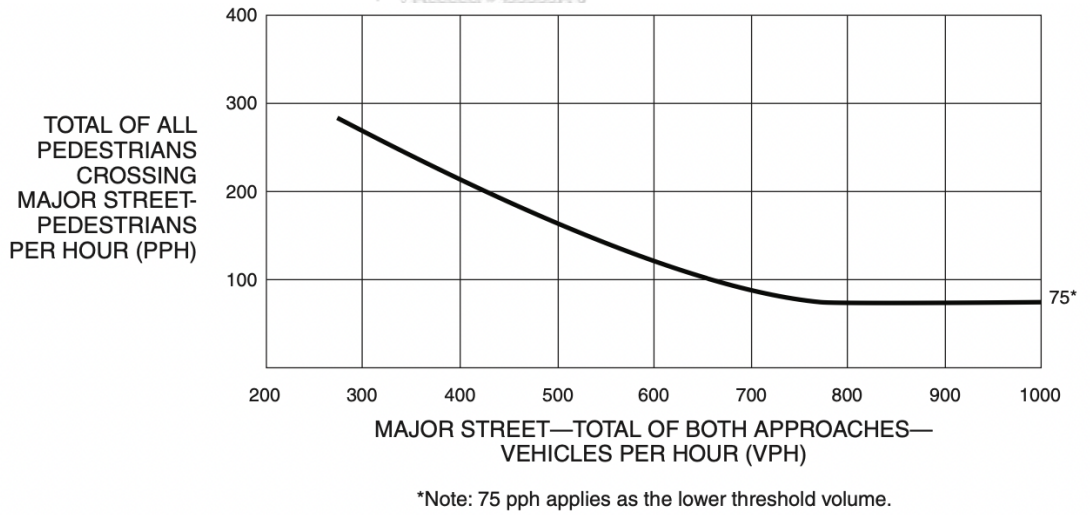


รูปที่ 2.13 แนวทางในการพิจารณาเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้ามจากข้อมูล 4 ชั่วโมง (MUTCD, 2012)

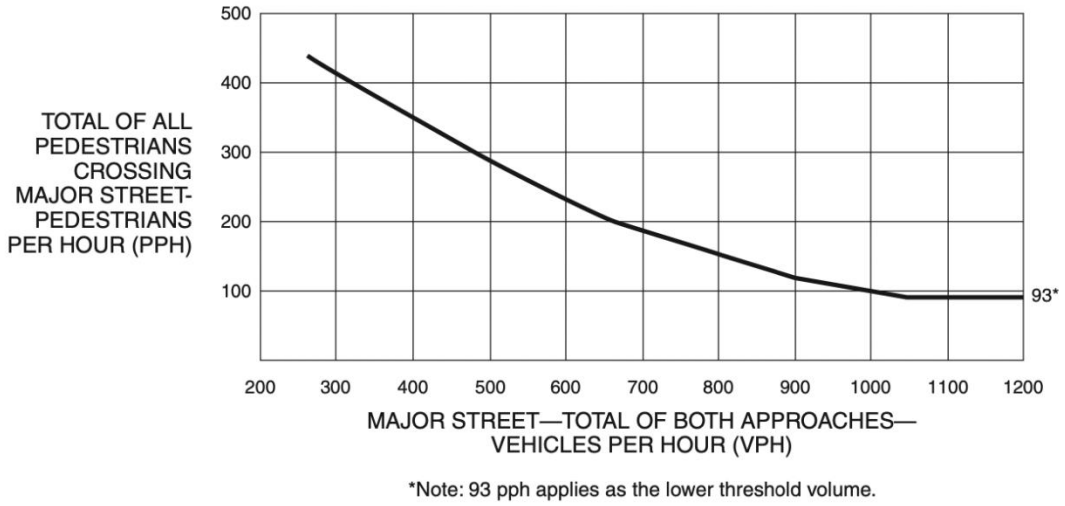


รูปที่ 2.14 แนวทางในการพิจารณาเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 1 ชั่วโมงเร่งด่วน (MUTCD, 2012)

ในกรณีที่ความเร็วที่อนุญาตใช้บนถนน หรือ 85th Percentile ของความเร็ว มีค่ามากกว่า 35 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือมีจำนวนประชากรโดยรอบทางแยกน้อยกว่า 10,000 คน สามารถใช้เกณฑ์พิจารณาร้อยละ 70 ของค่าเดิมได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.15 และรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 แนวทางในการพิจารณาเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 4 ชั่วโมง แบบร้อยละ 70 Factor (MUTCD, 2012)



รูปที่ 2.16 แนวทางในการพิจารณาเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินข้าม จากข้อมูล 1 ชั่วโมงเร่งด่วน แบบร้อยละ 70 Factor (MUTCD, 2012)

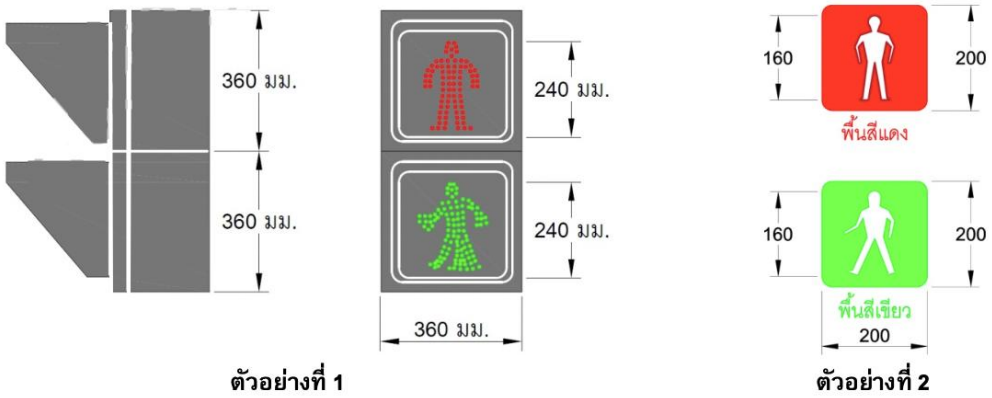
ในประเทศไทย กรมทางหลวงได้ออกคู่มือและมาตรฐานสัญญาณไฟ โดยโคมสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน จะเป็นอุปกรณ์สำหรับแสดงจังหวะสัญญาณไฟ ซึ่งสามารถทำให้คนข้ามรับรู้ถึงจังหวะสัญญาณ และเป็นส่วนที่ช่วยในการตัดสินใจขณะข้ามถนน ทั้งนี้มีเกณฑ์ในการพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน โดยในวันที่การจราจรปกติ อย่างน้อย 1 ชั่วโมงในหนึ่งวัน มีปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกจากถนนสายหลักตั้งแต่ 600 คันต่อชั่วโมงขึ้นไป (Approach เดียว) และใน 1 ชั่วโมงเดียวกันนี้ มีปริมาณคนเดินข้ามตั้งแต่ 150 คนต่อชั่วโมง อาจพิจารณาติดตั้งโคมสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนด้วย หากจะติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนบริเวณช่วงถนน (Mid Block) ควรเป็นช่วงถนนที่อยู่ในพื้นที่ชุมชน และความเร็วของกระแสจราจรไม่สูงนัก ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกร ซึ่งการติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนในทางปกติ ควรติดตั้งอย่างน้อย 2 ชุด โดยติดตั้งบริเวณทางเท้าทั้ง 2 ฝั่ง ฝั่งละ 1 ชุด หากทางข้ามมีความกว้างเกิน 10 เมตร ควรติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน อย่างน้อย 4 ชุด โดยติดตั้งบริเวณทางเท้าทั้ง 2 ฝั่ง ฝั่งละ 2 ชุด และหากทางข้ามมีความยาวเกิน 36 เมตร ควรติดตั้งสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนเพิ่มเติมบริเวณเกาะกลางถนนด้วย โดยสามารถแบ่งทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบไม่มีชุดนับเวลาถอยหลัง
2. สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง (กรมทางหลวง, 2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2.1 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบไม่มีชุดนับเวลาถอยหลัง

สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบไม่มีชุดนับเวลาถอยหลัง จะประกอบด้วย 2 ดวงโคม เรียงแนวตั้ง โดยดวงโดมบนเป็นโคมสัญญาณไฟรูปคนยืน จะแสดงในจังหวะสัญญาณไฟสีแดง และดวงโคมล่างเป็นดวงโคมรูปคนเดินจะแสดงในจังหวะสัญญาณไฟสีเขียว ซึ่งรูปคนเดินอาจกะพริบหรือสามารถแสดงจังหวะการเคลื่อนไหวในกรณีที่เป็นแบบหลอด LED ดังแสดงในรูปที่ 2.17

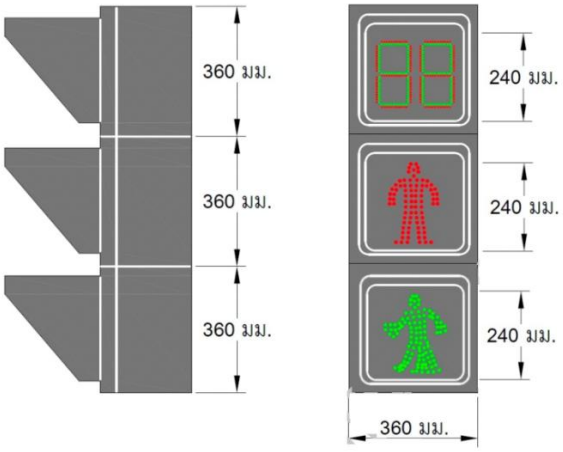


รูปที่ 2.17 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบไม่มีชุดนับเวลาถอยหลัง (กรมทางหลวง, 2554)

2.3.2.2 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง

สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง จะประกอบด้วย 3 ดวงโคม เรียงแนวตั้ง โดยดวงโคมบนแสดงตัวเลขนับเวลาถอยหลัง ดวงโดมกลางเป็นโดมสัญญาณไฟรูปคนยืน จะแสดงในจังหวะสัญญาณไฟสีแดง และดวงโคมล่างเป็นดวงโดมรูปคนเดิน จะแสดงในจังหวะสัญญาณไฟสีเขียว ซึ่งรูปคนเดินอาจกะพริบ หรือสามารถแสดงจังหวะการเคลื่อนไหว ดังแสดงในรูปที่ 2.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.18 สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีชุดนับเวลาถอยหลัง (กรมทางหลวง, 2554)

2.3.2.3 การออกแบบระยะสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน

จาก Highway Capacity Manual (2016) ได้เสนอวิธีการคำนวณระยะสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน เป็น 2 รูปแบบ คือ 1) เวลาจากสัญญาณไฟ และ 2) เวลาที่ใช้รองรับปริมาณของผู้ข้ามในแต่ละรอบ

1. เวลาจากสัญญาณไฟ

เป็นคำนวณระยะเวลาไฟเขียวสั้นที่สุด คือช่วงที่คนเดินเท้าได้รับสัญญาณให้สามารถข้ามได้ โดยมีสูตรดังนี้

$$G_{p,\,min} = t_{pr} + (L_{cc}/S_p) - Y - R_c$$

โดย $G_{p,\,min}$ คือ ระยะไฟเขียวสั้นที่สุด (วินาที)

t_{pr} คือ เวลาของสัญญาณไฟเขียว โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 7 วินาที

L_{cc} คือ ระยะทางระหว่างขอบทางถึงขอบทาง (ฟุต)

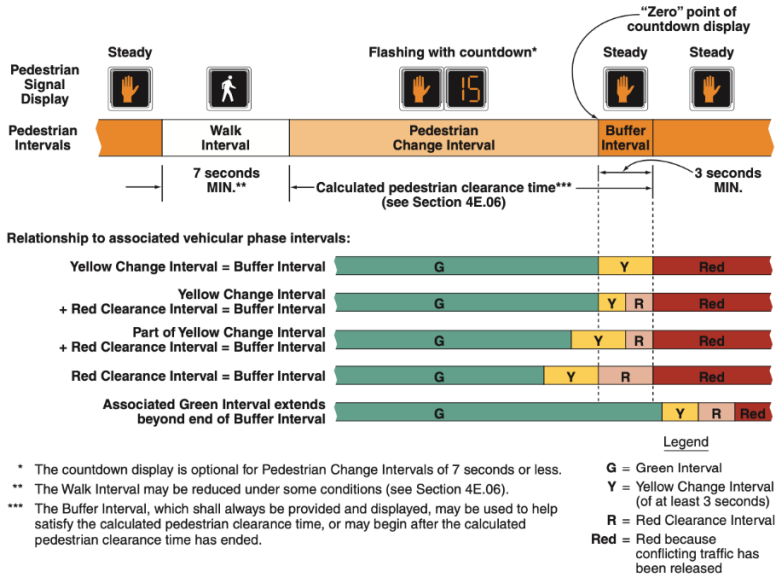
S_p คือ ความเร็วของคนเดินข้ามที่ 15^{th} Percentile โดยทั่วไปใช้ค่าเท่ากับ 3.5 ฟุตต่อวินาที

Y คือ ช่วงเปลี่ยนผ่านสัญญาณไฟสีเหลือง (วินาที)

R_c คือ ช่วงเปลี่ยนผ่านสัญญาณไฟสีแดง (วินาที)

โดยในคู่มือ Manual on Uniform Traffic Control Devices (2012) ได้แสดงภาพตัวอย่างของระยะสัญญาณไฟในรูปแบบนี้ ร่วมกับสัญลักษณ์ของสัญญาณไฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.19 ระยะสัญญาณไฟ และสัญลักษณ์ของสัญญาณไฟ (MUTCD, 2012)

2. เวลาที่ใช้รองรับปริมาณของผู้ข้ามในแต่ละรอบ

เป็นการคำนวณระยะไฟเขียวเพื่อให้สามารถรองรับกับปริมาณคนข้ามที่ทางข้ามนั้นๆ โดยมีสูตรดังนี้

กรณีที่ ความกว้างของทางข้าม กว้างมากกว่า 3.048 เมตร ใช้

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

กรณีที่ ความกว้างของทางข้าม กว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.048 เมตร ใช้

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

และ $$N_{ped} = (v_{ped,i} / 3,600)\ C \times [(C - g_{Walk,mi}) / C]$$

โดย t_{ps} คือ ระยะไฟเขียวที่รองรับปริมาณคนข้าม (วินาที)

L_{cc} คือ ระยะทางระหว่างขอบทางถึงขอบทาง (เมตร)

S_p คือ ความเร็วของคนเดินข้ามที่ 15^{th} Percentile

W คือ ความกว้างทางข้าม (เมตร)

N_{ped} คือ จำนวนคนข้ามในรอบเวลา (คน)

$v_{ped,i}$ คือ การไหลของคนข้ามในทิศทาง i (คนต่อชั่วโมง)

C คือ ระยะเวลาของแต่ละรอบ (วินาที)

$g_{Walk,mi}$ คือ ระยะสัญญาณไฟเขียวให้ข้ามน้อยสุด (วินาที)

L_{cc} และ S_p แสดงรายละเอียดแล้วในสมการก่อนหน้า

จากสูตรข้างต้นเป็นการกำหนดค่าการไหลของคนสำหรับการข้ามในทิศทางเดียว ถ้าทางข้ามสามารถข้ามได้สองทิศทาง ต้องคิด t_{ps} ทั้งสองทิศทางแล้วใช้ค่าที่มากที่สุด

ในส่วนการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามในประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรได้ออก คู่มือและมาตรฐานสัญญาณไฟจราจร (2547) ซึ่งได้แสดงตารางตัวอย่างการจัดจังหวะสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีปุ่มกด เทียบกับสัญญาณไฟจราจร และบอกระยะเวลาในแต่ละช่วง ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างการจัดจังหวะสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนนแบบมีปุ่มกด
(สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2547)

ช่วงเวลาหลังกดปุ่ม	สัญญาณไฟจราจร	สัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน
เริ่มกด	สีเขียว	สีเหลือง
10 วินาที	สีเหลือง	สีเหลือง
13 วินาที	สีแดง	สีเหลือง
15 วินาที	สีแดง	สีเขียว
40 วินาที	สีแดง	สีเขียวกระพริบ
45 วินาที	สีเขียว	สีแดง

ทั้งนี้เวลาที่แสดงในตารางสามารถมีการปรับเปลี่ยนได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจร ปริมาณคนข้ามถนน และความกว้างของถนน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wilmut และ Purcell (2021) ต้องการหาปัจจัยที่แสดงว่าคนเดินถนนที่เป็นผู้สูงอายุมีความเสี่ยงมากกว่าช่วงวัยอื่นๆ โดยรวบรวมงานวิจัยในอดีตจนถึงเดือนมกราคม ค.ศ. 2020 จากฐานข้อมูล 10 แห่ง ได้แก่ web of Science; PsychInfo, Applied Social Sciences Index and Abstracts (ASSIA), Ovid Medline Scopus; Embase, CINAHL, PubMweed, ProQuest Public Health, Cochrane Library, และ AMED จนได้งานวิจัยที่จะศึกษาจำนวน 142 ฉบับ ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการข้ามถนนมี 3 ปัจจัยได้แก่ 1) ปัจจัยส่วนบุคคล (Multiple Individual Constraints) ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ความสามารถที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการสนใจ และประเมินสถานการณ์ปัจจุบัน (Cognitive Skills) ความสามารถในการมอง และประเมินการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ (Perceptual Skills) และความสามารถในประเมินจังหวะเวลา และการเคลื่อนที่ของตัวเอง (Motor Skills) ซึ่งหากผู้สูงอายุบกพร่องความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง ก็จะมีความเสี่ยงในการข้ามมากขึ้น 2) ปัจจัยเกี่ยวกับข้อมูลการข้ามถนน (Task Constraints) เช่น จำนวนช่องจราจร ปริมาณการจราจร และความเร็วในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการข้ามถนนของผู้สูงอายุ รวมถึงการแบกสัมภาระที่จะส่งผลต่อความเร็วในการข้ามถนน และเพิ่มน้ำหนักในการทรงตัวขณะที่ยืนรอก่อนข้าม 3) ปัจจัยในด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Constraints) เช่น เสียงรบกวน สภาวะอากาศที่มีผลต่อการมองเห็น รวมถึงรูปแบบทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ หรือทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟบางแห่ง ก็ยากที่จะข้ามทันภายในเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Stollof และคณะ (2007) 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 โดยจะถามข้อมูลพื้นฐานของคนข้ามถนน ความแตกต่างของการมีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังกับแบบปกติ ความคิดเห็นว่าสัญญาณไฟทางข้ามแบบไหนที่พึงพอใจกว่ากัน เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าคนเดินเท้าทั่วไปมีความเร็วในการเดินที่ 15^{th} percentile ระหว่าง 4.1 – 4.7 ฟุตต่อวินาที ในทางข้ามที่มีสัญญาณไฟทั้งสองรูปแบบ ซึ่งเหมาะสมกับความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามจาก Manual on Uniform Traffic Control Devices (2012) ที่ 4 ฟุตต่อวินาที แต่คนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุนั้น เดินช้ากว่าคนเดินเท้าทั่วไปอยู่ที่ 0.5 – 0.8 ฟุตต่อวินาที ซึ่งผู้วิจัยจึงแนะนำให้ลดความเร็วในการออกแบบลงเหลือที่ 3.5 ฟุตต่อวินาที ซึ่งเมื่อนำความเร็วนี้ไปปรับใช้ในแบบจำลอง โดยทดสอบเพิ่มเติมที่ความเร็ว 3 ฟุตต่อวินาที พบว่า Level of Service ของการจราจรเป็นไปดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 Level of Service เมื่อเปลี่ยนความเร็วในการออกแบบ (Stollof et al., 2007)

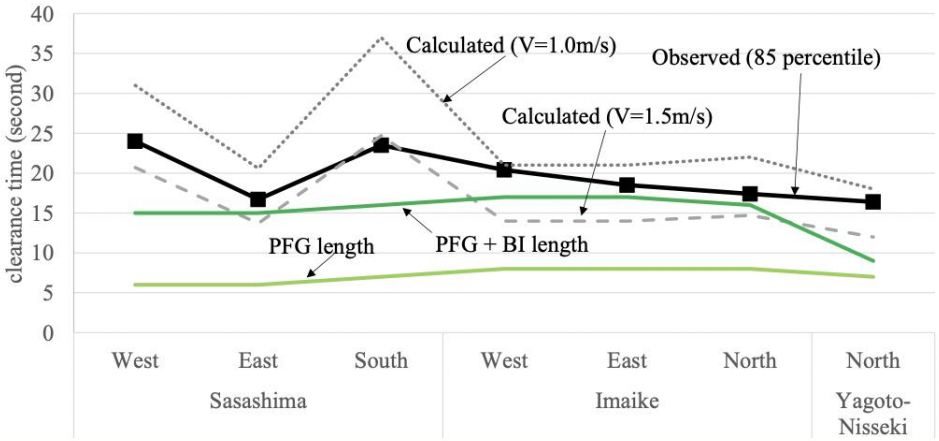
Walking speed	LOS					
	A	B	C	D	E	F
3.50 ft./sec.	Insignificant	Insignificant	Insignificant	Minor	Minor to Moderate	Major
3.00 ft./sec.	Insignificant	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Major

ในส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้ถึงความแตกต่างระหว่างทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบปกติ กับแบบนับถอยหลัง และร้อยละ 90 เข้าใจความหมายของสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังอย่างถูกต้อง ซึ่งมีบางส่วนที่พึงพอใจสัญญาณไฟทางข้ามแบบปกติ แต่ส่วนใหญ่จะพึงพอใจสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังมากกว่า

Gates และคณะ (2006) ได้ศึกษาความเร็วของคนเดินเท้าที่จำแนกตามอายุ เพศ ความพิการ ขนาดของกลุ่มที่เดิน และการประพฤติตามเงื่อนไขสัญญาณไฟทางข้าม เพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะเวลาสัญญาณไฟทางข้ามถนน โดยเก็บข้อมูลที่ทางข้าม 11 แห่ง ในรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา ด้วยการบันทึกวิดีโอ และใช้นาฬิกาจับเวลาในการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่คนใช้ข้ามถนน เพื่อใช้คำนวณหาความเร็วต่อไป การวิเคราะห์ทางสถิติใช้วิธี multi-factor analysis of variance (ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS v11.5 ในคำสั่ง Univariate General Linear Model บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 1,947 คน ผลการศึกษาพบว่า อายุมีผลต่อความเร็วในการเดินมากที่สุด ซึ่งผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) มีความเร็วที่ต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย และค่าที่ 15^{th} Percentile อยู่ที่ 3.81 และ 3.02 ฟุตต่อวินาที ตามลำดับ ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบที่ 4 ฟุตต่อวินาที ไม่เหมาะกับเด็กที่ต้องมือจูงมือกับผู้ใหญ่ ผู้พิการ และผู้สูงอายุ ซึ่งผู้วิจัยแนะนำให้ลดความเร็วลงอยู่ที่ 3.8 ฟุตต่อวินาที ในกรณีที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเป็นร้อยละ 20 ร้อยละ 30 ร้อยละ 40 และร้อยละ 50 ความเร็วที่แนะนำจะเป็น 3.6, 3.5, 3.4 และ 3.3 ฟุตต่อวินาที ตามลำดับ ในส่วนของการประพฤติตามเงื่อนไขสัญญาณไฟทางข้าม พบว่าในสัญญาณ Don't Walk และ Flashing Don't Walk คนเดินเท้ามีแนวโน้มที่จะเดินเร็วกว่าช่วง Walk 0.5 – 0.6 ฟุตต่อวินาที ในส่วนของขนาดของกลุ่ม การเดินเป็นกลุ่มจะมีความเร็วน้อยกว่าการเดินคนเดียวเฉลี่ย 0.4 – 0.6 ฟุตต่อวินาที และในด้านของเพศนั้น เพศหญิงจะเดินช้ากว่าเพศชาย เฉลี่ย 0.1 – 0.2 ฟุตต่อวินาที

Asher และคณะ (2012) ต้องการเปรียบเทียบความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) กับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟ และหาปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพในการเดินของผู้สูงอายุลดลง ในกรุงลอนดอน สหราชอาณาจักร โดยคัดเลือกผู้สูงอายุ 3,145 คน มาเดินด้วยความเร็วปกติในระยะทาง 8 ฟุต รวมทั้งสัมภาษณ์พฤติกรรมด้านสุขภาพ และประวัติส่วนตัว เพื่อนำไปใช้หาปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพในการเดินของผู้สูงอายุลดลง โดยทำการหาค่ากลาง ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วในการเดิน แล้วเปรียบเทียบกับความเร็ว 1.2 เมตรต่อวินาที ซึ่งใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามในขณะนั้น ในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการเดินของผู้สูงอายุลดลง ผู้วิจัยใช้ Logistic regression modelling ในการวิเคราะห์ทางสถิติ ผ่านโปรแกรม Stata Version 11.0 ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุเพศชายอยู่ที่ 0.9 เมตรต่อวินาที ในเพศหญิงอยู่ที่ 0.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นแนวโน้มของความเร็วยิ่งลดลง แสดงให้เห็นว่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามที่ 1.2 เมตรต่อวินาที ไม่เหมาะสมกับความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ โดยมีปัจจัย ได้แก่ เพศหญิง การมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ การอยู่ในชุมชนที่ไม่มีความพร้อม ปัญหาสุขภาพ แรงที่ใช้ในการยึดเกาะ และการเจ็บป่วยเรื้อรัง ที่มีส่วนทำให้ประสิทธิภาพในการเดินของผู้สูงอายุลดลง

Iryo-Asano และ Alhajyaseen (2014) 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 ซึ่งหากระยะสัญญาณไฟนี้ สั้นกว่าที่ควรจะเป็นจะทำให้ผู้ที่ข้ามจะยังคงอยู่บนทางข้าม ขณะที่ยานพาหนะบนถนนเริ่มเคลื่อนตัวแล้ว อาจก่อให้เกิดความอันตรายต่อคนข้ามได้ ผลการศึกษาพบว่า 85th percentile clearance time ที่คำนวณจากความเร็วคนข้ามด้านไกลที่เก็บข้อมูลมา Clearance time ที่คำนวณจากความเร็ว 1 เมตรต่อวินาที และ Clearance time ที่คำนวณจากความเร็ว 1.5 เมตรต่อวินาที ของทางข้ามแต่ละแห่งส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าเวลาในช่วงที่สัญญาณไฟสีเขียวกระพริบรวมกับช่วงเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง (PFG+BI) ดังในรูปที่ 2.20 แสดงให้เห็นว่า Clearance Time ของทางข้ามในปัจจุบันต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับความเร็วคนข้าม และลักษณะทางกายภาพบริเวณนั้นๆ



รูปที่ 2.20 เปรียบเทียบค่า Clearance time จากความเร็วต่างๆ
(Iryo-Asano & Alhajyaseen, 2014)

Huang และ Zegeer (2000) ประเมินผลกระทบจากสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังในรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา โดยใช้เกณฑ์ในการประเมินจาก 1) การปฏิบัติตามสัญญาณไฟของคนข้ามถนน 2) จำนวนคนข้ามถนนที่ยังข้ามไม่เสร็จเมื่อเวลาหมดแล้ว 3) จำนวนคนข้ามที่เริ่มวิ่งขณะมีสัญญาณ flashing Don’t Walk จากนั้นเปรียบเทียบกันระหว่างสัญญาณไฟทางข้ามแบบปกติ กับ

สัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลัง จำนวน 3 และ 2 แห่ง ตามลำดับ โดยใช้การบันทึกวิดีโอในทิศทางที่ส่องตรงกับกระแสจราจร ซึ่งจะสามารถเห็นการข้ามถนน การรอคิว ช่วงสัญญาณไฟ และช่วงรอบการข้ามถนนของคนข้าม ในการวิเคราะห์ทางสถิติผู้วิจัยใช้ Chi-Statistics และหาค่า P Values บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในการเปรียบเทียบข้อมูลจากสัญญาณไฟทางข้ามทั้ง 2 รูปแบบ ผลการศึกษาในสมมติฐานที่ 1 สัญญาณไฟแบบนับถอยหลังจะลดการปฏิบัติตามสัญญาณไฟเทียบกับสัญญาณไฟแบบปกติ โดยนับเฉพาะคนที่เดินบนสัญญาณ Walk เท่านั้น ผลปรากฏว่า p-value เท่ากับ 0.004662 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม (Huang & Zegeer, 2000)

	Countdown	Control
Complied	124 (46.8%)	180 (58.6%)
Did Not Comply	141 (53.2%)	127 (41.4%)

chi-square statistic = 8.006302
p-value, with one degree of freedom = 0.004662 SIGNIFICANT

ในสมมติฐานที่ 2 สัญญาณไฟแบบนับถอยหลังจะลดจำนวนคนข้ามถนนที่ยังข้ามไม่เสร็จเมื่อเวลาหมดแล้ว โดยนับจำนวนคนที่เริ่มเดินในสัญญาณ Walk และ Flashing Don't Walk แล้วยังอยู่บนทางข้าม ขณะที่สัญญาณ Don't Walk เกิดขึ้นแล้วผลปรากฏว่า p-value เท่ากับ 0.288477 ไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 จำนวนคนที่อยู่บนทางข้าม เมื่อเริ่มเดินในสัญญาณ Walk และ Flashing Don't Walk (Huang & Zegeer, 2000)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	Countdown	Control
Yes	25 (10.5%)	18 (7.7%)
No	214 (89.5%)	217 (92.3%)

chi-square statistic = 1.126717
p-value, with one degree of freedom = 0.288477 NOT SIGNIFICANT

ในสมมติฐานที่ 3 สัญญาณไฟแบบนับถอยหลังจะลดจำนวนคนที่เริ่มวิ่งบนทางข้ามเมื่อสัญญาณ Flashing Don't Walk เกิดขึ้นเทียบกับสัญญาณไฟแบบเดิม ผลปรากฏว่า p-value เท่ากับ 0.011378 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 จำนวนคนที่เริ่มวิ่งบนทางข้ามเมื่อสัญญาณ Flashing Don't Walk (Huang & Zegeer, 2000)

	Treatment	Control
Yes	10 (3.4%)	25 (10.4%)
No	203 (96.6%)	221 (89.6%)

chi-square statistic = 6.405311
p-value, with one degree of freedom = 0.011378 SIGNIFICANT

สรุปได้ว่าทางข้ามแบบมีสัญญาณนับถอยหลังมีทั้งด้านที่ดี ในแง่ของการแจ้งเวลาคงเหลือเพื่อลดการตื่นตระหนกของคนข้าม (จากสมมติฐานที่ 3) แต่ก็มีด้านไม่ดี ในแง่ของการเพิ่มการฝ่าฝืนสัญญาณ เพราะเห็นว่ายังคงมีเวลาคงเหลือให้เดินทั้งที่มีสัญญาณ Flashing Don't Walk (จากสมมติฐานที่ 1) ซึ่งจากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังไม่เหมาะกับการใช้ในฟลอริดา แต่ก็ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในทางแยกพื้นที่อื่น และหามาตรฐานในการเพิ่มความปลอดภัยบนทางข้ามแบบอื่นๆ เพิ่มเติม

Trpković และคณะ (2017) 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 χ^2 test, Independent Samples T-test และ One-factor Analysis of Variance (ANOVA) และอื่นๆ บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเร็วของผู้สูงอายุ ในสัญญาณไฟรูปแบบต่างๆ พบว่าทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟผู้สูงอายุมีความเร็วช้าที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับทางข้ามแบบอื่น และทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบปกติที่มีเกาะกลางผู้สูงอายุมีความเร็วสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเทียบกับทางข้ามแบบอื่น ดังตารางที่ 2.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.10 เปรียบเทียบความเร็วของผู้สูงอายุ ในสัญญาณไฟรูปแบบต่างๆ (Trpković et al., 2017)

Pedestrian crossing type		Mean Difference (I-J)	*p*
Signalized	Signalized with PI	-0.15*	0.000
	Signalized with PCD	-0.03	0.589
	Signalized with PI and PCD	-0.04	0.364
	Unsignalized	0.06*	0.045
Signalized with PI	Signalized	0.15*	0.000
	Signalized with PCD	0.11*	0.000
	Signalized with PI and PCD	0.11*	0.000
	Unsignalized	0.20*	0.000
Signalized with PCD	Signalized	0.03	0.589
	Signalized with PI	-0.11*	0.000
	Signalized with PI and PCD	-0.01	0.996
	Unsignalized	0.09*	0.000
Signalized with PI and PCD	Signalized	0.04	0.364
	Signalized with PI	-0.11*	0.000
	Signalized with PCD	0.01	0.996
	Unsignalized	0.10*	0.000
Unsignalized	Signalized	-0.06*	0.045
	Signalized with PI	-0.20*	0.000
	Signalized with PCD	-0.09*	0.000
	Signalized with PI and PCD	-0.10*	0.000

**The mean difference is significant at the 0.05 level*

โดยที่ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุ รวมทั้งค่าทางสถิติอื่นๆ ในทางข้ามแต่ละรูปแบบ เป็นไปดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุ และค่าทางสถิติอื่นๆ ในทางข้ามแต่ละรูปแบบ (Trpković et al., 2017)

Pedestrian crossing type	Crossing speed [m/s]				
	n	Mean	Median	15th percentile	SD
Signalized	164	1.08	1.08	0.82	0.22
Signalized with PI*	247	1.22	1.17	1.05	0.17
Signalized with PCD**	210	1.11	1.10	0.90	0.21
Signalized with PI and PCD	220	1.12	1.10	0.91	0.21
Unsignalized	232	1.02	0.99	0.77	0.22

**Pedestrian island (PI);* * Pedestrian countdown displey (PCD)*

ในสมมติฐานอื่นๆ ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (t=-1.614; p=0.104) กลุ่มผู้สูงอายุ 65-70 ปีมีความเร็วสูงกว่าผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 70 ปี อย่างมีนัยสำคัญ (t=5.432; p<0.001) ในส่วนผลจากการประเมินประสิทธิภาพของทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟ เป็นดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ประเมินประสิทธิภาพของทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟ (Trpković et al., 2017)

	Crossing efficiency							
	Started at the green light and finished at the green light		Started at the green light and finished at the flashing green light		Started at the green light and finished at the red light		Violation	
	n	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%
Signalized	20	12,2%	64	39,0%	70	42,7%	10	6,1%
Signalized with PI	100	40,5%	48	19,4%	57	23,1%	42	17,0%
Signalized with PCD	173	82,4%	11	5,2%	15	7,1%	11	5,2%
Signalized with PI and PCD	40	18,3%	8	3,7%	135	61,6%	36	16,4%

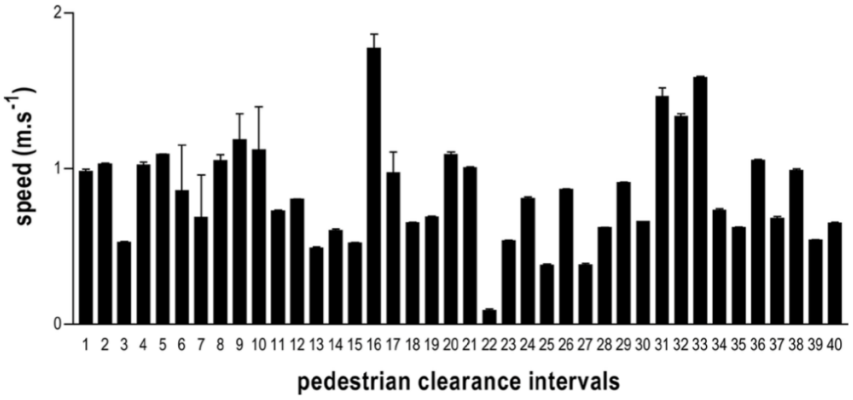
** Value of Pearson's chi-square test: χ^2=378.721; p<0.001*

จะเห็นได้ว่าทางข้ามแบบมีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในสัดส่วนร้อยละ 82.4 สอดคล้องจากข้อมูลแบบสอบถาม ที่คนข้ามรู้สึกปลอดภัยมากกว่า รู้สึกมีเวลาเพียงพอมากกว่ากับทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลัง เทียบกับสัญญาณไฟแบบปกติ และในส่วนของการฝ่าฝืนสัญญาณไฟพบว่าเกาะกลางถนนอาจมีส่วนส่งเสริมการฝ่าฝืนสัญญาณ จากข้อมูลที่มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 17 ทั้งสำหรับทางข้ามที่ทีสัญญาณไฟแบบปกติ และแบบนับถอยหลัง

Arango และ Montufar (2008) ได้ทำการศึกษาความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ (อายุ 65 ปีขึ้นไป) ที่ใช้ไม้เท้า หรือเครื่องพยุงในการเดิน โดยจะแบ่งการศึกษาเป็น 2 แบบ คือ 1) ศึกษาในพื้นที่ทางแยก วัดความเร็วขณะข้าม และความเร็วปกติช่วงเดินก่อนข้าม กับกลุ่มตัวอย่าง 72 คน 2) ศึกษาในพื้นที่ทางเดินริมถนน โดยวัดความเร็วปกติ กับกลุ่มตัวอย่าง 118 คน โดยผู้วิจัยสำรวจบริเวณทางแยก 8 แห่ง ในเมืองวินนิเพก ประเทศแคนาดา โดยเก็บข้อมูลสองฤดู คือ ในช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม – กุมภาพันธ์) และช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิ (พฤษภาคม – มิถุนายน) จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความเร็วขณะข้ามกับความเร็วปกติของผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน และเปรียบเทียบกับความแตกต่างของผู้สูงอายุที่ไม่ได้ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ Repeated-measures analysis of variance (ANOVA), one-way ANOVA, two-way ANOVA และอื่นๆ บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่ทางแยกนั้น ผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน มีความเร็วขณะข้ามสูงกว่าความเร็วปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่า 0.95 และ 0.78 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ และมีความเร็วที่ 15th Percentile เท่ากับ 0.73 และ 0.57 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยความเร็วในเพศหญิง และเพศชาย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลเทียบกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบที่ 1.2 เมตรต่อวินาที พบว่ามีจำนวนผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ถึงร้อยละ 95 ที่เดินช้ากว่า 1.2 เมตรต่อวินาที ในการเดินปกติ และร้อยละ 90 ช้ากว่าในการเดินขณะข้าม สำหรับในพื้นที่ทางเดินริมถนน ผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินเกือบทั้งหมดมีความเร็วที่ช้ากว่า 1.2 เมตรต่อวินาที และเมื่อเปรียบเทียบความเร็วปกติระหว่างสองพื้นที่ศึกษาพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเปรียบความแตกต่างระหว่าง ผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินและไม่ได้ใช้อุปกรณ์ช่วย

เดิน พบว่าความเร็วขณะข้ามเพิ่มขึ้นร้อยละ 22 เทียบกับความเร็วปกติในผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน และเพิ่มขึ้นร้อยละ 19 ในผู้สูงอายุที่ไม่ได้ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน

Amosun และคณะ (2007) ต้องการศึกษาว่าผู้สูงอายุมีเวลาเพียงพอในการข้ามทางข้ามที่มีสัญญาณไฟ ในเมืองเคปทาวน์ ประเทศแอฟริกาใต้ โดยคัดเลือกผู้สูงอายุ 65 – 95 ปี จำนวน 47 คน จากศูนย์พักพิงผู้สูงอายุ 4 แห่ง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจะต้องเดินบนทางเดิน 12 เมตร ให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยเดินแบบไม่ถือสิ่งของ 3 ครั้ง และเดินแบบถือสิ่งของ 2 กิโลกรัม 3 ครั้ง เพื่อทดสอบหาความเร็วของผู้สูงอายุ จากนั้นเลือกทางข้ามที่มีสัญญาณไฟจำนวน 40 จุด ในรัศมี 5 กิโลเมตรจากศูนย์พักพิง แล้วหาความเร็วที่ใช้ในการออกแบบในแต่ละจุด ดังแสดงในรูปที่ 2.21 จากนั้นก็ทำการสัมภาษณ์ความรู้สึกในการข้ามของผู้สูงอายุแต่ละคน ในส่วนการวิเคราะห์ทางสถิติจะทำการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ chi-square บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95



รูปที่ 2.21 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม 40 จุด (Amosun et al., 2007)

ผลการศึกษาพบว่าความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามอยู่ที่ 0.38 – 1.77 เมตรต่อวินาที ความเร็วเฉลี่ยแบบไม่ถือสิ่งของ และถือสิ่งของ 2 กิโลกรัม อยู่ที่ 0.73 – 2.12 เมตรต่อวินาที และ 0.58 – 2.02 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยความเร็วเฉลี่ยของทั้งสองรูปแบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ต่อในกรณีแบบไม่ถือสิ่งของ มีผู้สูงอายุจำนวน 31 คนที่มีความเร็วมากกว่าหรือเท่ากับ 1.2 เมตรต่อวินาที โดยรายงานความรู้สึกว่าเวลาที่แสดงบนทางข้ามเพียงพอแล้ว 22 คน แต่ก็มีความรู้สึกหวาดหวั่นการข้ามถึง 16 คน และกังวล 4 คน ในส่วนผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำกว่า 1.2 เมตรต่อวินาที มีทั้งสิ้น 16 คน รู้สึกว่าเวลาที่แสดงบนทางข้ามไม่เพียงพอทั้งหมด มีความหวาดหวั่น 5 คน กังวล 4 คน รู้สึกเสี่ยง 2 คน และหวาดกลัว 5 คน

Bollard และ Fleming (2013) ต้องการศึกษาว่าความเร็วที่ผู้สูงอายุใช้สามารถเดินได้อย่างปลอดภัยหรือไม่กับเวลาของทางข้ามแบบมีสัญญาณ โดยคัดเลือกผู้สูงอายุ 65 ขึ้นไป จำนวน 52 คน ให้เดินด้วยความเร็วปกติเป็นระยะทาง 10 เมตร เพื่อจับเวลานำไปหาค่าความเร็วในการเดิน โดยพื้นที่สำรวจคือทางข้ามโดยรอบศูนย์พักพิงในรัศมี 1 กิโลเมตร จำนวน 20 จุด ณ เมืองคิลเคนนี ประเทศ

ไอร์แลนด์ โดยจะทำการเก็บค่าระยะเวลาของสัญญาณไฟของทุกแห่งมาเฉลี่ยกัน แล้วนำมาใช้เปรียบเทียบกับความเร็วผู้สูงอายุ โดยค่าทางสถิติจะใช้โปรแกรม Statistical version 15 ในการคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสูงสุด-ต่ำสุด ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่าง 50 จาก 52 คน ไม่สามารถข้ามได้ทันภายใต้ระยะสัญญาณไฟที่สำรวจ คิดเป็นร้อยละ 96.2 และมีสัดส่วนของผู้สูงอายุร้อยละ 94.2 ที่มีความเร็วในการเดินต่ำกว่า 1.2 เมตรต่อวินาที โดยความเร็วที่ผู้สูงอายุใช้อยู่ที่ 0.28 – 1.41 เมตรต่อวินาที นอกจากนี้มี 6 จาก 20 ทางข้าม ที่ไม่ควรทำการเปิดใช้ เมื่อพิจารณาระยะทางในการเดิน และเวลาในช่วงไฟกระพริบ เทียบกับความเร็วปกติของผู้สูงอายุ

ภาสกร จูหมื่นไวย์ (2562) ต้องการศึกษาเวลาสูญเสียเริ่มต้น ความเร็ว และระยะห่างของเวลา ของคนเดินข้ามถนน บริเวณทางข้ามที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรแบบกดนับเวลาถอยหลัง ในพื้นที่ชานเมืองกรุงเทพมหานคร บนถนนวลจันทร์ที่มี 4 ช่องจราจร และถนนร่มเกล้าที่มี 6 ช่องจราจร อย่างละ 2 จุด โดยจะนำข้อมูลที่เก็บได้ไปเปรียบเทียบกับ ค่าคงที่จากสมการที่ใช้สำหรับคำนวณสัญญาณไฟเขียวคนเดินข้ามถนนตาม Highway Capacity Manual (2010) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่าเวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยของ 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร คือ 2.57 และ 2.56 วินาที ที่ 85 Percentiles ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ใช้สำหรับออกแบบใน Highway Capacity Manual (2010) คือ 3.2 วินาที พบว่าไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากช่องจราจรทั้ง 2 รูปแบบ ในส่วนของความเร็วในการข้ามเฉลี่ยของ 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร คือ 1.29 และ 1.53 เมตรต่อวินาที ที่ 15 Percentiles ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ใช้สำหรับออกแบบใน Highway Capacity Manual (2010) คือ 1.2 เมตรต่อวินาที พบว่า ใน 4 ช่องจราจร ไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 แต่ใน 6 ช่องจราจร มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และในส่วนระยะห่างของเวลาของคนเดินข้ามเฉลี่ยของ 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร คือ 0.56 และ 0.57 วินาที ที่ 85 Percentiles ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ใช้สำหรับออกแบบใน Highway Capacity Manual (2010) คือ 0.2 วินาที พบว่ามีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากช่องจราจรทั้ง 2 รูปแบบ สุดท้ายเมื่อนำค่าตัวแปรต่างๆ จากภาคสนามมาคำนวณระยะสัญญาณไฟเขียวสำหรับข้ามถนน เปรียบเทียบจากการคำนวณจากค่าใน Highway Capacity Manual (2010) พบว่าใน 4 ช่องจราจร ระยะสัญญาณไฟมีค่าเท่ากับ 14.73 และ 15.08 วินาที ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และใน และ 6 ช่องจราจร มีค่าเท่ากับ 19.64 และ 23.53 วินาที ตามลำดับ แตกต่างกันบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 สรุปการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวโน้มของผู้สูงอายุในประเทศไทย ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2565 มีสัดส่วนร้อยละ 18.31 ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ เข้าใกล้กับสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ ที่นิยามสัดส่วนไว้ที่ร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ ซึ่งผู้สูงอายุเหล่านี้เป็นกลุ่มประชากรคนเดินเท้าที่ต้องได้รับความเอาใจใส่ เพราะสมรรถนะทางด้านร่างกาย และการตัดสินใจที่ลดลงตามช่วงวัยที่สูงขึ้น โดยเฉพาะขณะข้ามถนน ที่ผู้สูงอายุนั้นอาจมีความเร็วในการเดินที่ช้ากว่าประชากรส่วนใหญ่ รวมถึงการรับมือกับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ยากกว่า เช่น การคาดการณ์ความเร็วของยานพาหนะ การจัดการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อน เป็นต้น มาตรการ หรืออุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยบริเวณทางข้าม ทั้งทางข้ามที่ไม่มีสัญญาณไฟ ที่อุปกรณ์ เส้นหรือเครื่องหมายบนถนน ป้ายเตือน ควรที่จะมีความสมบูรณ์พร้อมใช้งาน และทางข้ามที่มีสัญญาณไฟ ควรมีระยะเวลาในการข้ามที่เหมาะสมกับคนเดินเท้าทุกกลุ่ม ซึ่งจากงานวิจัยที่มีการเก็บข้อมูลความเร็วผู้สูงอายุ ทั้งจากการบันทึกวิดีโอที่ทางข้าม หรือการคัดเลือกผู้สูงอายุมาทำการทดสอบความเร็ว ให้ข้อมูลไปในทิศทางเดียวกันที่ว่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามขณะนั้น คือ 4 ฟุตต่อวินาที ที่ 15^{th} Percentile ไม่เหมาะสมกับความเร็วที่ใช้ในการเดินของผู้สูงอายุ ซึ่งต่อมาคู่มือ Manual on Uniform Traffic Control Devices และ Highway Capacity Manual ได้ปรับลดความเร็วในการออกแบบสำหรับระยะสัญญาณไฟทางข้าม ในสหรัฐอเมริกา ลงเหลือ 3.5 ฟุตต่อวินาที ที่ 15^{th} Percentile ในส่วนของงานวิจัยนี้ ขั้นตอนในการคัดเลือกพื้นที่ การเก็บข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ผล ของความเร็วผู้สูงอายุ และความเร็วที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟ จะอธิบายรายละเอียดในบทต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

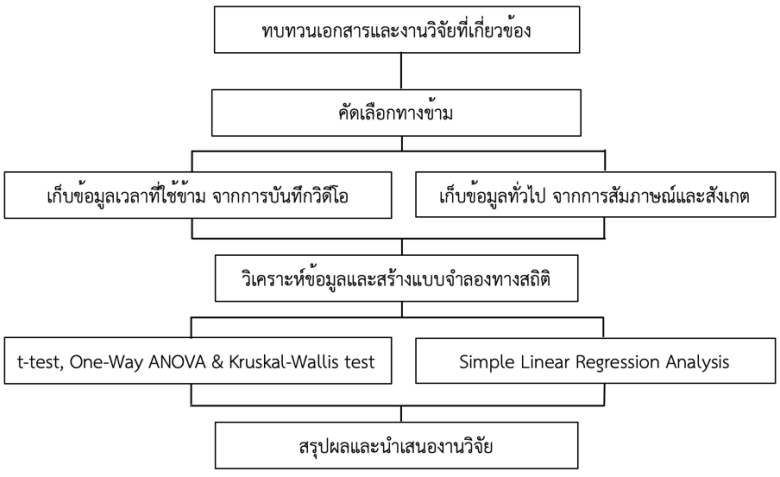
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมและแนวทางของการดำเนินงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่ศึกษา สมมติฐานในงานวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา วิธีการบันทึกข้อมูล และแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ภาพรวมของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาความเร็วในการข้ามถนนของผู้สูงอายุ โดยจะเปรียบเทียบกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามแบบนับถอยหลังในกรุงเทพมหานคร และต่างประเทศ และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ จากนั้นวิเคราะห์หาความเร็วในการข้ามที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟตามสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ โดยจะเก็บข้อมูลบนทางข้าม 6 แห่ง ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการบันทึกวิดีโอ และการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ โดยจะใช้การทดสอบสมมติฐาน t-test สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับค่าคงที่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มตัวแปร จากนั้นใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) และการทดสอบของครัสคาลและวอลลิส สำหรับการเปรียบเทียบ 3 ตัวแปรขึ้นไป และใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) เพื่อสร้างแบบจำลองในศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ จากนั้นทำการสรุป และนำเสนองานวิจัย โดยแผนผังขั้นตอนการดำเนินงานเป็นดังรูปที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรในงานวิจัยนี้คือกลุ่มของผู้สูงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ต้องใช้ทางข้ามในการทำกิจวัตรประจำวัน โดยข้อมูลจำนวนประชากรไทยที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้าน ณ วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2565 เฉพาะกรุงเทพมหานครมีจำนวนผู้สูงอายุทั้งสิ้น 1,144,600 คน ถือว่าเป็นจังหวัดที่มีจำนวนผู้สูงอายุมากที่สุดในประเทศไทย ในสัดส่วนของผู้สูงอายุประมาณร้อยละ 9.45 ของจำนวนผู้สูงอายุทั่วประเทศ (กรมการปกครอง, 2565)

3.2.2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) แบบกำหนดโควตา (Quota Sampling) โดยเป็นวิธีการกำหนดโควตาของสัดส่วนขนาดตัวอย่างในกลุ่มย่อย (Subgroup) ไว้ล่วงหน้า (กัญญ์สิริ จันทร์เจริญ, 2552)

3.2.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ในการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะใช้การวิเคราะห์อำนาจ (Power Analysis) ซึ่งเป็นการประมาณค่ากลุ่มตัวอย่างกับความสัมพันธ์ของค่าทางสถิติ 3 ค่า ได้แก่ ขนาดอิทธิพล (Effect Size) อำนาจการทดสอบ (Power of Test) และ ระดับนัยสำคัญ (Significance Level) โดยอ้างอิงจากหนังสือ Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (Cohen, 1988) ซึ่งได้แสดงตารางสำเร็จรูป และสูตรการคำนวณ สำหรับประมาณค่ากลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์สถิติแต่ละแบบตั้งแต่ t-test ไปจนถึง การทดสอบสถิติวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม (Multivariate Statistical Analysis) (วัลลภ รัฐฉัตรานนท์, 2562) โดยค่าทางสถิติทั้ง 3 ค่านั้น จะอ้างอิงจากงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งมีรูปแบบของกลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ คือ Pedestrian Signal Safety for Older Persons ซึ่งศึกษาความเร็วในการข้ามถนนของคนข้ามทั่วไป (อายุต่ำกว่า 65 ปี) และความเร็วในการข้ามถนนของผู้สูงอายุ (อายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป) ในพื้นที่ 6 รัฐ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ รัฐฟลอริดา รัฐมินนิโซตา รัฐแมรี่แลนด์ รัฐนิวยอร์ก รัฐยูทาห์ และรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยมีข้อมูลความเร็วเฉลี่ยในการข้าม และข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 3.1 (Stollof et al., 2007)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัย Pedestrian Signal Safety for Older Persons (Stollof et al., 2007)

รัฐ	ประเภทคนข้าม	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (ฟุต/วินาที)	S.D.	ส่วนต่างความเร็ว	Pool S.D.	N_2 / N_1	Effect Size
ฟลอริดา	ทั่วไป	248	5.10	1.13	0.90	1.015	0.548	0.887
	สูงอายุ	136	4.20	0.76				
มินนิโซตา	ทั่วไป	434	5.03	0.62	0.72	0.704	0.157	1.023
	สูงอายุ	68	4.31	1.10				
แมรี่แลนด์	ทั่วไป	340	5.25	0.75	1.03	0.762	0.421	1.35
	สูงอายุ	143	4.22	0.79				
นิวยอร์ก	ทั่วไป	562	5.00	1.01	0.50	1.012	0.285	0.494
	สูงอายุ	160	4.50	1.02				
ยูทาห์	ทั่วไป	371	5.30	0.66	1.00	0.686	0.291	1.457
	สูงอายุ	108	4.30	0.77				
แคลิฟอร์เนีย	ทั่วไป	248	5.30	0.73	0.50	0.763	0.661	0.655
	สูงอายุ	164	4.80	0.81				
ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก					0.76	0.833	0.372	0.950

โดยสูตรการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยการวิเคราะห์อำนาจ (Power Analysis) สำหรับการทดสอบสมมติฐานของกลุมตัวอย่างสองกลุมที่เป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) มีสูตรดังต่อไปนี้ (Cohen, 1988)

$$\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{d} = \frac{(n-1)\sqrt{2n}}{2(n-1)+1.21(Z_{1-\alpha} - 1.06)}$$

โดย α คือ ระดับนัยสำคัญ (Significance Level)

β คือ ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2

$Z1-\alpha$ คือ ค่ามาตรฐาน ที่มีพื้นที่ใต้กราฟ คือ 1 - α

$Z1-\beta$ คือ ค่ามาตรฐาน ที่มีพื้นที่ใต้กราฟ คือ 1 - β

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างของแต่ละตัวแปร

d คือ ขนาดอิทธิพล (Effect Size)

ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ ระดับนัยสำคัญ (Significance Level) มีค่า 0.05 และค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 มีค่า 0.01 ซึ่งจะได้ $Z1-\alpha$ และ $Z1-\beta$ มีค่าเท่า 1.983 และ 2.33 ตามลำดับ ในส่วนของขนาดอิทธิพล (Effect Size) ที่ได้จากงานวิจัยอ้างอิงมีค่าเท่า 0.95 เมื่อนำค่าทั้งหมดแทนในสมการจะได้ n หรือกลุ่มตัวอย่างประมาณ 43 คน

ทั้งนี้สมการข้างต้นจะใช้สำหรับงานวิจัยที่กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีขนาดเท่ากัน แต่ในงานวิจัยที่นำมาอ้างอิงนั้นไม่ได้มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน โดยมีสัดส่วนของจำนวนคนข้ามสูงอายุและคนข้ามทั่วไป (N_2 / N_1) เท่ากับ 0.372 ซึ่งจำเป็นต้องนำค่าที่ได้จากสูตรก่อนหน้า คือ 43 คน มาแปลงให้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้อ้างอิง โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้ (Cohen, 1988)

$$N_U = \frac{N_F \times N}{2N_F - N}$$

โดย N_F คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

N คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

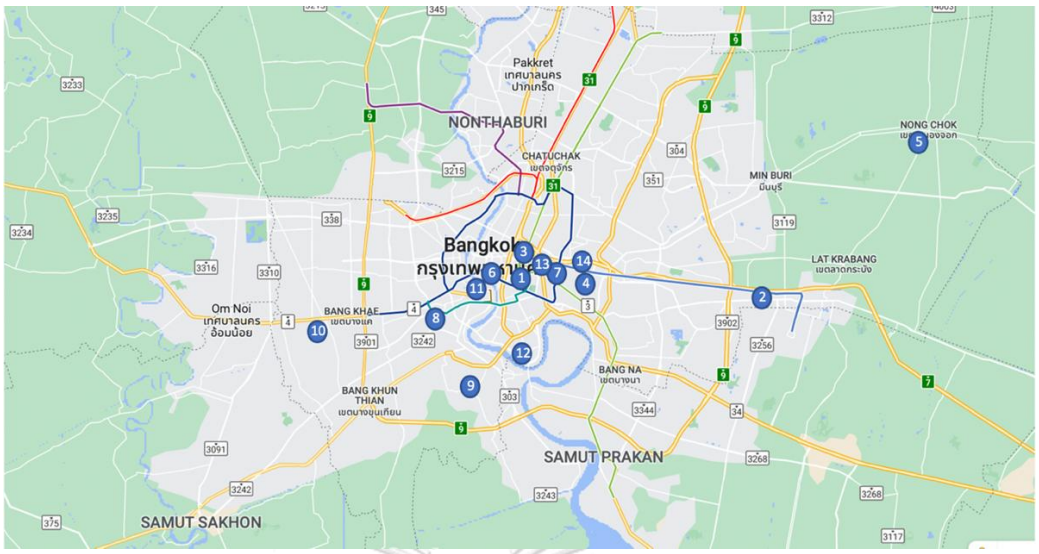
N_U คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มที่ทำให้ค่าทางสถิติสอดคล้องกัน

ในที่นี้ค่า N จากการคำนวณเท่ากับ 43 คน N_F ให้เป็นกลุ่มตัวอย่างของคนข้ามสูงอายุ และ N_U ให้เป็นกลุ่มตัวอย่างของคนข้ามทั่วไป ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับ 0.372 จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น เมื่อทำการแก้สมการสองตัวแปรจะได้จำนวนของคนข้ามสูงอายุประมาณ 29 คน และคนข้ามทั่วไป 77 คน รวมทั้งสิ้น 106 คน โดยสรุปผู้วิจัยจึงกำหนดโควตาของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุให้มากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยจะเก็บข้อมูลจากจำนวนผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) อย่างน้อย 40 คน และคนเดินเท้าทั่วไป (อายุน้อยกว่า 60 ปี) อย่างน้อย 110 คน ในแต่ละทางข้ามที่ทำการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 พื้นที่ศึกษา

ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลัง ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีทั้งสิ้น 241 จุด โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล ได้แก่ โรงพยาบาล และศูนย์บริการสาธารณสุข เนื่องจากมีความสอดคล้องกับการพิสูจน์สมมติฐานมากที่สุด ทั้งในแง่ของปริมาณการใช้ทางข้ามของผู้สูงอายุ ความหลากหลายของประชากรผู้สูงอายุในรายบุคคล และการถือสัมภาระที่แตกต่างกัน โดยทางข้ามบริเวณสถานพยาบาลในกรุงเทพมหานคร มีทั้งสิ้น 14 จุด ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และมีรายละเอียดของทางข้ามดังแสดงในตารางที่ 3.2 (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2565)



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งของทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล ทั้ง 14 จุด

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล

เลขที่	สถานที่	ลักษณะทางกายภาพ	ถนน	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)
1	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์	6 ช่อง 2 ทิศทาง มีเกาะกลาง	ราชดำริ	24,288
2	ศูนย์บริการสาธารณสุข 46	6 ช่อง 2 ทิศทาง มีเกาะกลาง	ลาดกระบัง	36,949
3	สถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์	6 ช่อง 2 ทิศทาง มีเกาะกลาง	พญาไท	13,158
4	โรงพยาบาลคามิลเลียน	6 ช่อง 2 ทิศทาง	ซอยสุขุมวิท 55	15,054
5	โรงพยาบาลเวชการุณรัศมิ์	6 ช่อง 2 ทิศทาง	เลียบวารี	12,178
6	โรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ	6 ช่อง 1 ทิศทาง	เจริญกรุง	13,147
7	โรงพยาบาลจักษุรัตนิน	4 ช่อง 2 ทิศทาง	อโศก-มนตรี	18,943
8	ศูนย์บริการสาธารณสุข 29	4 ช่อง 2 ทิศทาง	วุฒากาศ	6,663
9	ศูนย์บริการสาธารณสุข 54	4 ช่อง 2 ทิศทาง	พุทธบูชา	8,855
10	ศูนย์สาธารณสุข 48	4 ช่อง 2 ทิศทาง	เลียบคลองภาษีฯ	9,683
11	โรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา	4 ช่อง 2 ทิศทาง	สมเด็จเจ้าพระยา	5,288
12	ศูนย์บริการสาธารณสุข 7	4 ช่อง 2 ทิศทาง	สาธุประดิษฐ์	6,117
13	โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์	4 ช่อง 1 ทิศทาง	ซอยสุขุมวิท 3	23,761
14	โรงพยาบาลปิยะเวท	3 ช่อง 1 ทิศทาง	จตุรทิศ	720

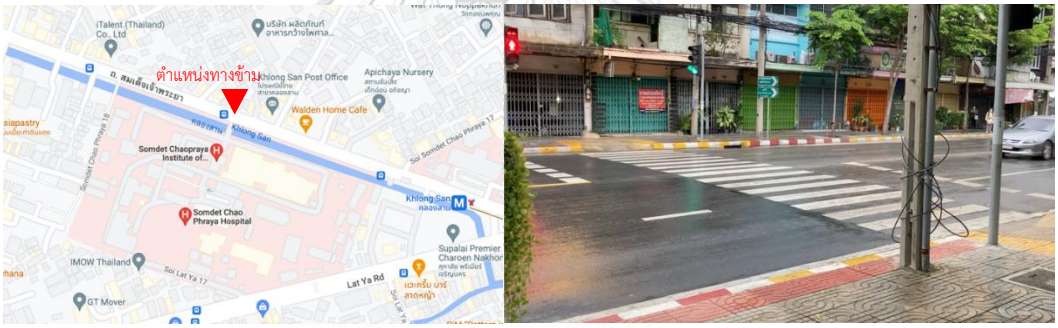
หมายเหตุ: ปริมาณการจราจรอ้างอิงจากหนังสือสถิติจราจร ปี 2564 (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564)

จากทางข้ามบริเวณสถานพยาบาล ทั้ง 14 แห่ง จะคัดเลือกทางข้ามที่จะศึกษาทั้งสิ้น 6 จุด โดยแบ่งทางข้ามเป็น 3 ประเภท ประเภทละ 2 จุด ตามลักษณะช่องจราจร ได้แก่ ทางข้าม 4 ช่องจราจร ทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน โดยพิจารณาจากจำนวนคนข้ามที่มีแนวโน้มเป็นผู้สูงอายุ ระยะสัญญาณไฟของทางข้ามนั้นๆ และความสะดวกในการเดินทางไปเก็บข้อมูล โดยทางข้ามทั้ง 6 จุด จะแสดงรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.3.1 - หัวข้อที่ 3.3.3

3.3.1 ทางข้าม 4 ช่องจราจร

ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา

เป็นทางข้ามที่มี 4 ช่องจราจร 2 ทิศทาง มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนสมเด็จเจ้าพระยา ในเขตคลองสาน ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 5,288 คันต่อวัน (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564) และมีจำนวนผู้สูงอายุตามทะเบียนบ้านกลาง 17,273 คน คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 25.61 ของประชากรทั้งหมดในเขตคลองสาน (กรมการปกครอง, 2565)

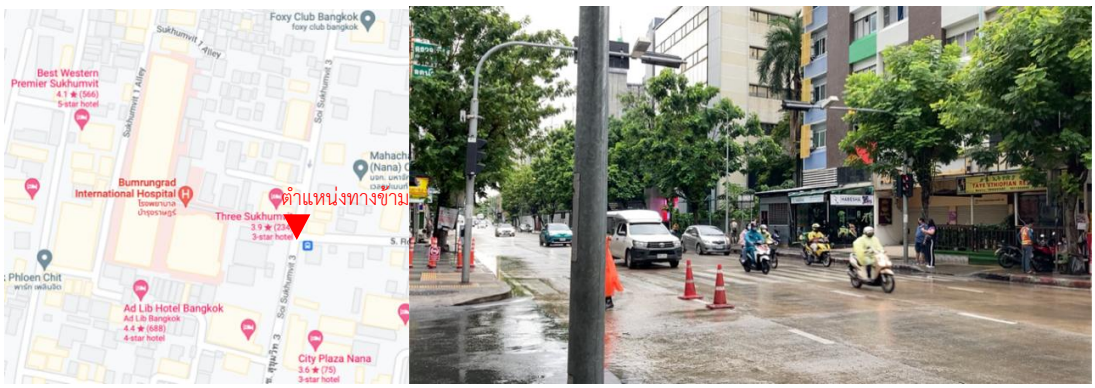


รูปที่ 3.3 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์

เป็นทางข้ามที่มี 4 ช่องจราจร 1 ทิศทาง มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนซอยสุขุมวิท 3 ในเขตวัฒนา ดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 23,761 คันต่อวัน (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2563) และมีจำนวนผู้สูงอายุตามทะเบียนบ้านกลาง 18,072 คน สัดส่วนประมาณร้อยละ 22.17 ของประชากรทั้งหมดในเขตวัฒนา (กรมการปกครอง, 2565)

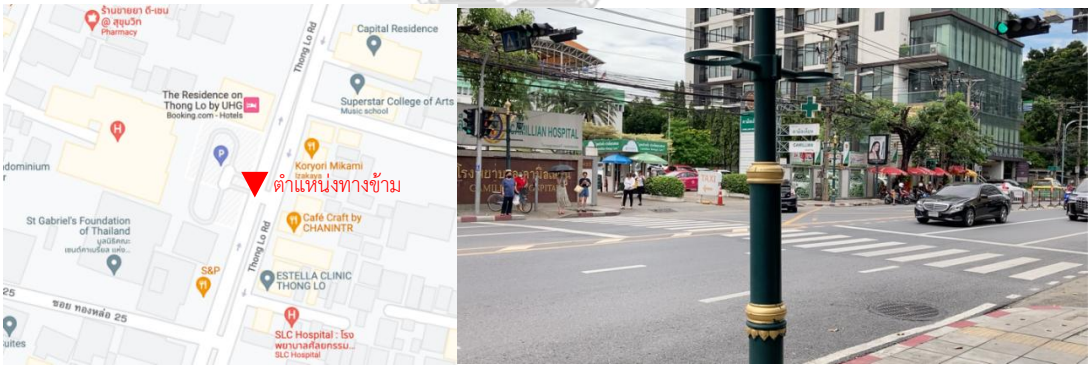


รูปที่ 3.4 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์

3.3.2 ทางข้าม 6 ช่องจราจร

ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลคามิลเลียน

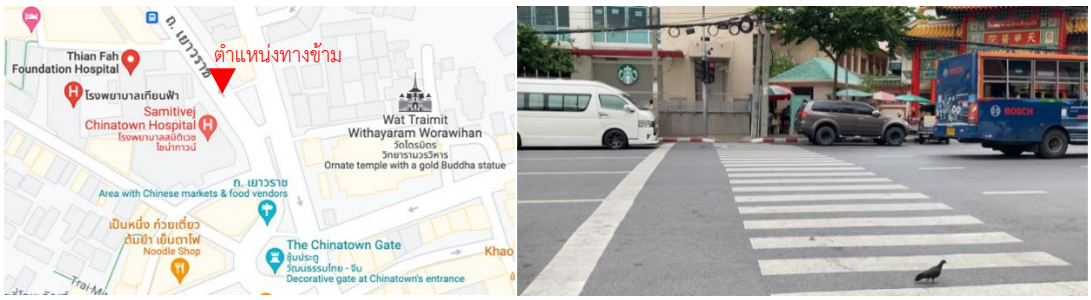
เป็นทางข้ามที่มี 6 ช่องจราจร 2 ทิศทาง มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 20 วินาที ตั้งอยู่บนถนนซอยสุขุมวิท 55 ในเขตวัฒนา ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 15,054 คันต่อวัน (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564) และมีจำนวนผู้สูงอายุตามทะเบียนบ้านกลาง 18,072 คน สัดส่วนประมาณร้อยละ 22.17 ของประชากรทั้งหมดในเขตวัฒนา (กรมการปกครอง, 2565)



รูปที่ 3.5 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลคามิลเลียน

ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ

เป็นทางข้ามที่มี 6 ช่องจราจร 1 ทิศทาง มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนเยาวราช ในเขตสัมพันธวงศ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 13,147 คันต่อวัน (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564) และมีจำนวนผู้สูงอายุตามทะเบียนบ้านกลาง 6,490 คน สัดส่วนประมาณร้อยละ 31.32 ของประชากรทั้งหมดในเขตสัมพันธวงศ์ (กรมการปกครอง, 2565)

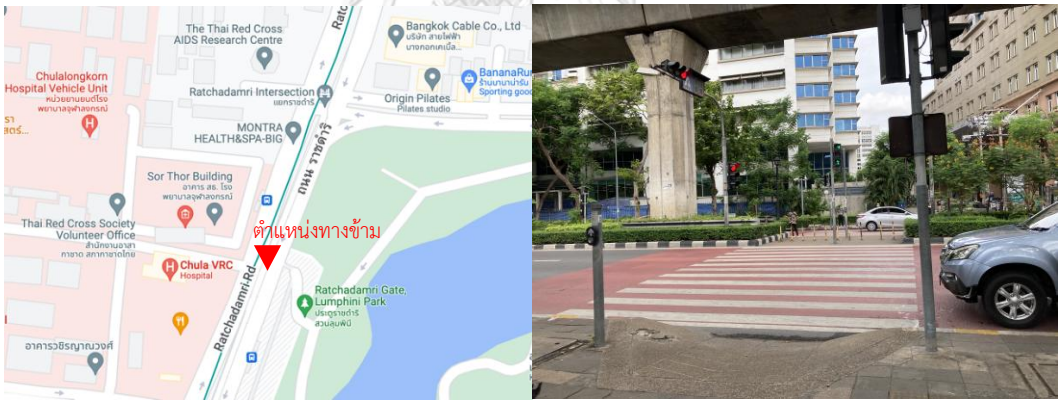


รูปที่ 3.6 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ

3.3.3 ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน

ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

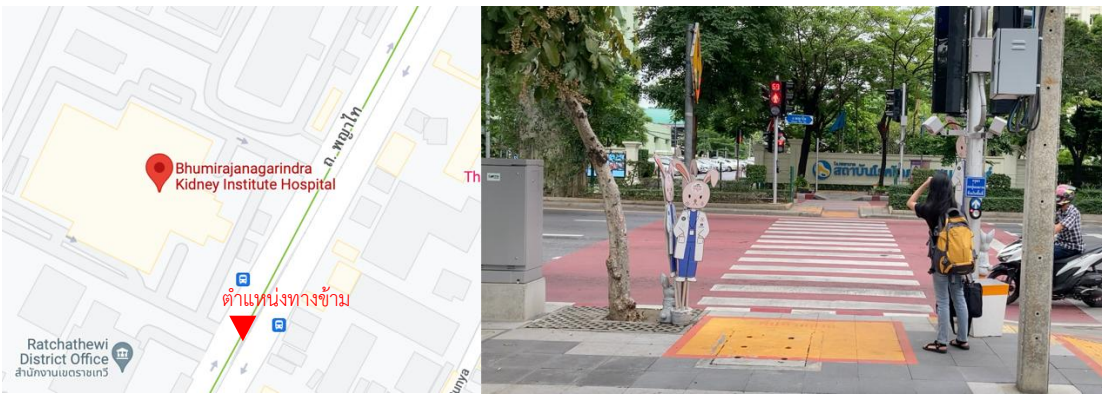
เป็นทางข้ามที่มี 6 ช่องจราจร 2 ทิศทาง ที่มีเกาะกลางถนน มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนราชดำริ ในเขตปทุมวัน ดังแสดงในรูปที่ 3.7 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 24,288 คันต่อวัน (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564) และมีจำนวนผู้สูงอายุตามทะเบียนบ้านกลาง 9,353 คน สัดส่วนประมาณร้อยละ 22.42 ของประชากรทั้งหมดในเขตปทุมวัน (กรมการปกครอง, 2565)



รูปที่ 3.7 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์

เป็นทางข้ามที่มี 7 ช่องจราจร 2 ทิศทาง ที่มีเกาะกลางถนน มีระยะสัญญาณไฟให้ข้าม 15 วินาที ตั้งอยู่บนถนนพญาไท ในเขตราชเทวี ดังแสดงในรูปที่ 3.8 โดยรวมมีปริมาณการจราจรประมาณ 13,158 คันต่อวัน (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564) และมีจำนวนผู้สูงอายุตามทะเบียนบ้านกลาง 14,036 คน สัดส่วนประมาณร้อยละ 20.77 ของประชากรทั้งหมดในเขตราชเทวี (กรมการปกครอง, 2565)



รูปที่ 3.8 ทางข้ามบริเวณโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์

3.4 สมมติฐานงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในการเดินของผู้สูงอายุ ระหว่างตัวแปรที่แตกต่างกัน บนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยมีรายละเอียดของสมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) และ สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) ดังนี้

สมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) แทนค่าด้วย H_0 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0: ความเร็วที่ทำการเปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างกลุ่มตัวแปร

สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) แทนค่าด้วย H_1 – H_{13} โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ในงานวิจัย ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: เพื่อศึกษาความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ โดยเปรียบเทียบกับความเร็วออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ และความเร็วออกแบบจริงในแต่ละทางข้าม

H_1: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วของคนเดินเท้าทั่วไป

H_2: ความเร็วที่ 15^{th} Percentiles จากค่าสัดส่วนผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ

H_3: ความเร็วที่ 15^{th} Percentiles จากค่าสัดส่วนผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบจริงบนทางข้าม

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ

H_4: ความเร็วของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัยมีความแตกต่างกัน

H_5: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ใช้บนทางข้ามแต่ละช่องจราจรมีความแตกต่างกัน

H_6: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ใช้บนทางข้ามคนละแห่งมีความแตกต่างกัน

H_7: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ถือสัมภาระคนละประเภทมีความแตกต่างกัน

H_8: ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายมีความแตกต่างกัน

H_9: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับความถี่ของการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์

H_{10}: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม

H_{11}: ความเร็วของผู้สูงอายุที่รอสัญญาณไฟก่อนข้ามนานมีความแตกต่างกับความเร็วที่รอสัญญาณไฟไม่นาน บนทางข้ามมีระยะเวลารอสัญญาณไฟ 2 แบบ

สมมติฐานเพิ่มเติม

H_{12}: เวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงมีความแตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ

H_{13}: เวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงมีความแตกต่างกัน บนทางข้ามที่มีช่องจราจรประเภทเดียวกันแต่มีปริมาณจราจรแตกต่างกัน

3.5 ข้อมูล และวิธีการบันทึกข้อมูล

3.5.1 ข้อมูล

ข้อมูลที่จะทำการสำรวจแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลส่วนของผู้สูงอายุ ข้อมูลส่วนของทางข้าม ข้อมูลสำหรับคำนวณความเร็ว และข้อมูลเวลาสูญเสียเริ่มต้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1.1 ข้อมูลของผู้สูงอายุ

ข้อมูลในส่วนนี้จะแบ่งเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ข้อมูลช่วงวัยของผู้สูงอายุ แบ่งเป็น 3 ช่วงวัย คือ วัยสูงอายุตอนต้น อายุระหว่าง 60-69 ปี วัยสูงอายุตอนกลาง อายุระหว่าง 70-79 ปี และ วัยสูงอายุตอนปลาย อายุตั้งแต่ 80 ปี ขึ้นไป
2. ข้อมูลเพศ แบ่งเป็น เพศหญิง และเพศชาย
3. ข้อมูลของการถือสิ่งของ แบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ ไม่ถือสิ่งของ ถือสัมภาระ และถืออุปกรณ์ช่วยเดิน หากผู้สูงอายุใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน พร้อมกับถือสัมภาระ จะนับว่าอยู่ในประเภทถืออุปกรณ์ช่วยเดิน
4. ความถี่ในการใช้ทางข้าม แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1-5 ครั้งต่อสัปดาห์ 6-10 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 11 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์
5. พฤติกรรมต่อสัญญาณไฟ แบ่งเป็น การปฏิบัติตามสัญญาณไฟ การข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว และการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ
6. การรอสัญญาณไฟ แบ่งเป็น รอสัญญาณไฟไม่นาน และรอสัญญาณไฟนาน

โดยรายละเอียดของข้อมูลจะอยู่ในรูปตัวแปร ดังตารางที่ 3.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดตัวแปรของผู้สูงอายุ

ชื่อตัวแปร	รายละเอียดตัวแปร	ค่าตัวแปร
agerange	ช่วงวัยของผู้สูงอายุ	0 = วัยสูงอายุตอนต้น (60-69 ปี) 1 = วัยสูงอายุตอนกลาง (70-79 ปี) 2 = วัยสูงอายุตอนปลาย (80 ปีขึ้นไป)
gender	เพศของผู้สูงอายุ	0 = เพศหญิง 1 = เพศชาย
carry	การถืออุปกรณ์ หรือสิ่งของ	0 = ไม่ถือสิ่งของใดๆ 1 = ถือสัมภาระ 2 = ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน
frequency	ความถี่ในการใช้ทางข้าม	0 = 1-5 ครั้งต่อสัปดาห์ 1 = 6-10 ครั้งต่อสัปดาห์ 2 = 11 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์
compliance	พฤติกรรมต่อสัญญาณไฟ	0 = ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ 1 = รอสัญญาณไฟก่อนข้าม 2 = ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว
waiting time	การรอสัญญาณไฟ	0 = รอสัญญาณไฟไม่นาน 1 = รอสัญญาณไฟนาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5.1.2 ข้อมูลของทางข้าม

ทางข้ามที่จะทำการศึกษาเป็นทางข้ามที่มีปุ่มกดสัญญาณไฟแบบนับถอยหลัง โดยจะเก็บข้อมูลของทางข้าม 3 รูปแบบ ได้แก่ ทางข้าม 4 ช่องจราจร ทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งรายละเอียดของแต่ละตัวแปรไปเป็นดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดตัวแปรรูปแบบทางข้าม

ชื่อตัวแปร	รายละเอียดตัวแปร	ค่าตัวแปร
lane	จำนวนช่องจราจรในทางข้าม	0 = ทางข้าม 4 ช่องจราจร 1 = ทางข้าม 6 ช่องจราจร 2 = ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน

นอกจากรูปแบบทางข้ามทั้ง 3 แบบ ตัวแปรของทางข้ามทั้ง 6 แห่ง ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จ-เจ้าพระยา และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ มีรายละเอียดของแต่ละตัวแปรไปเป็นดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดตัวแปรทางข้าม

ชื่อตัวแปร	รายละเอียดตัวแปร	ค่าตัวแปร
location	ทางข้ามแต่ละแห่ง	1 = ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ 2 = ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ 3 = ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน 4 = ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ 5 = ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา 6 = ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์

3.5.1.3 ข้อมูลสำหรับคำนวณหาความเร็ว

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ จะนำเวลาที่ผู้สูงอายุใช้เดินข้าม และระยะทางของทางข้าม มาคำนวณตามสูตรความเร็ว ดังนี้

$$\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$$

โดย $\bar{v}$ คือ ความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุ (เมตร/วินาที)

$\bar{s}$ คือ ระยะทางของทางข้าม (เมตร)

t คือ เวลาที่ผู้สูงอายุใช้ในการข้าม (วินาที)

2. ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้าม จะนำระยะสัญญาณไฟที่แสดงบนหน้าปัดของแต่ละทางข้ามมาคำนวณ เพื่อหาความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ โดยจะเลือกสูตรการหาเวลาที่ใช้รองรับปริมาณของผู้ข้ามในแต่ละรอบ จาก Highway Capacity Manual (2016) โดยมีสูตรดังนี้

   กรณีที่ ความกว้างของทางข้าม กว้างมากกว่า 3.048 เมตร ใช้

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

   กรณีที่ ความกว้างของทางข้าม กว้างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.048 เมตร ใช้

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

   และ $$N_{ped} = (v_{ped,i} / 3{,}600)\ C \times [(C - g_{Walk,mi}) / C]$$

   โดย t_{ps} คือ ระยะไฟเขียวที่รองรับปริมาณคนข้าม (วินาที)

   L_{cc} คือ ระยะทางระหว่างขอบทางถึงขอบทาง (เมตร)

   S_p คือ ความเร็วของคนเดินข้ามที่ 15^{th} Percentile

   W คือ ความกว้างทางข้าม (เมตร)

   N_{ped} คือ จำนวนคนข้ามในรอบเวลา (คน)

   $v_{ped,i}$ คือ การไหลของคนข้ามในทิศทาง i (คนต่อชั่วโมง)

   C คือ ระยะเวลาของแต่ละรอบ (วินาที)

   $g_{Walk,mi}$ คือ ระยะสัญญาณไฟเขียวให้ข้ามน้อยสุด (วินาที)

3.5.1.4 ข้อมูลเวลาสูญเสียเริ่มต้น

จากสูตรการหาเวลาที่ใช้รองรับปริมาณของผู้ข้ามในแต่ละรอบ ในหัวข้อก่อนหน้า ค่าคงที่ 3.2 วินาที เป็นค่าของเวลาสูญเสียเริ่มต้นในการออกแบบของต่างประเทศ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ ก็สามารถเก็บข้อมูลเวลาสูญเสียเริ่มต้นได้เช่นเดียวกัน ซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบระหว่างเวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงกับเวลาที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ และความแตกต่างของเวลาสูญเสียเริ่มต้นจากปริมาณการจราจรที่แตกต่างกัน

3.5.2 วิธีการบันทึกข้อมูล

ข้อมูลทั้ง 4 ส่วนในหัวข้อก่อนหน้า จะใช้วิธีการบันทึกข้อมูล 2 วิธี ได้แก่ วิธีสัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกต และวิธีบันทึกวิดีโอ ซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการดังนี้

3.5.2.1 วิธีสัมภาษณ์ พร้อมทั้งสังเกต

วิธีการนี้ใช้เก็บข้อมูลของผู้สูงอายุ โดยการสัมภาษณ์จะใช้สอบถามอายุของผู้สูงอายุแต่ละคน และจะใช้การสังเกตเพื่อบันทึกข้อมูล เพศ และข้อมูลของการถือสิ่งของ โดยจะมีแบบฟอร์มที่ผู้วิจัยใช้จดบันทึกดังแสดงใน รูปที่ 3.9 ซึ่งนอกจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยแล้ว จำเป็นที่จะต้องบันทึกเวลาขณะสัมภาษณ์ รอบของการข้าม ฝั่งในการเริ่มข้าม และจุดเด่นของผู้สูงอายุเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถระบุความเร็วของผู้สูงอายุแต่ละคนในข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวิดีโอได้ถูกต้อง และมีความสอดคล้องกัน

สถานที่ .....

ครั้งที่ ..... วันที่ .....

คนที่	รอบที่	อายุ	ความถี่ (ครั้ง/สัปดาห์)	เวลา	เพศ		ประเภท			Nearside	Farside	จุดเด่น
					ชาย	หญิง	ปกติ	มีสัมภาระ	ใช้อุปกรณ์			

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างแบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลผู้สูงอายุ

3.5.2.2 วิธีการบันทึกวิดีโอ

การบันทึกวิดีโอจะตั้งกล้องบันทึกวิดีโอด้านใด 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

3.5.2.3 เครื่องมือที่ใช้บันทึกข้อมูล

1) กล้องบันทึกวิดีโอ พร้อมขาตั้งกล้อง

2) นาฬิกาจับเวลา

3) ตลับเมตร และม้วนเทปวัดระยะ

3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์สมมติฐานในหัวข้อที่ 3.4 จะใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎี สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับค่าคงที่ ในส่วนทดสอบสมมติฐานของกลุมตัวอย่าง 2 กลุมที่เป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) สำหรับการเปรียบเทียบระหว่าง 2 แปร และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) สำหรับการเปรียบเทียบ 3 ตัวแปรขึ้นไป แต่ถ้าข้อมูลมีการแจกแจงที่ไม่ปกติ จะใช้การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test) สำหรับการเปรียบเทียบ 3 ตัวแปรขึ้นไปแทน และในส่วนของการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) โดยจะสร้างแบบจำลองในการหาความสัมพันธ์ 2 แบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับประชากรหรือค่าคงที่ในทฤษฎี

ใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือค่าคงที่จากทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง หรือค่าคงที่ค่าใดค่าหนึ่งที่ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2559)

สมมติฐาน $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

คำนวณด้วยสูตร $t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$; $df = n - 1$

3.6.2 การทดสอบสมมติฐานของกลุมตัวอย่าง 2 กลุมที่เป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test)

เป็นการทดสอบสมมติฐานกรณีที่ต้องการหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มหนึ่งว่าแตกต่างจากอีกกลุ่มหนึ่งหรือไม่ ในกรณีนี้กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มเป็นอิสระจากกัน โดยสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2559)

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

โดยขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

1. คำนวณหาว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยสูตร F-test มีสมมติฐานดังนี้

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

คำนวณด้วยสูตร $F = S_1^2 / S_2^2$; $df_1 = n_1 - 1$; $df_2 = n_2 - 1$

2. พิจารณาค่า F-test ถ้า F-test ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินั่นคือยอมรับ H_0 แสดงว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ใช้สูตร 1 (Pooled Variance) ถ้า F-test ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิตินั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากันใช้สูตร 2 (Separate Variance)
3. เลือกใช้สูตรคำนวณค่า t-test

สูตรที่ 1 เมื่อ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$:

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left\{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right\}}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 1$$

สูตรที่ 2 เมื่อ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$:

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1}+\frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left((S_1^2/n_1)^2 + (S_2^2/n_2)^2\right)^2}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1-1} - \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2-1}}$$

จุฬาล
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.6.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เป็นสถิติใช้สำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไป โดยจะต้องมีตัวแปรตามมีระดับการวัดอยู่ในระดับ Interval Scale และตัวแปรอิสระมีเพียงตัวเดียวอยู่ในระดับ Nominal Scale แบ่งออกเป็น k ระดับ โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นในการทดสอบ One-way ANOVA ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นปกติ
2. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะต้องสุ่มมาจากประชากรที่ความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน
3. หน่วยสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างแต่ละหน่วยจะต้องสุ่มมาอย่างอิสระ
4. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจะต้องเป็นอิสระจากกัน

จากข้อตกลงเบื้องต้นกลุ่มตัวอย่างจะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนปบบทางเดียวมีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2559)

สมมติฐาน

H_0: $m_1 = m_2 = \ldots = m_n$ (เมื่อ n คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง)

H_1: มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

สูตรทดสอบ

$$F = \frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}$$

Df = k – 1 และ N - k

ค่าของ MS_{BG} และ MS_{WG} สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$MS_{BG} = \frac{SS_{BG}}{p-1} \qquad MS_{WG} = \frac{SS_{WG}}{p(n-1)}$$

ค่า Sum of Square (SS) ต่างๆ สามารถคำนวณได้ด้วยสูตรดังนี้

$$SS_{TO} = \sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{n} Y_{ij}^2 - \frac{(\sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{n} Y_{ij})^2}{np}$$

$$SS_{BG} = \sum_{j=1}^{p} \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{n} Y_{ij})^2}{np}$$

$$SS_{WG} = \sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{n} Y_{ij}^2 - \sum_{j=1}^{p} \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y_{ij})^2}{n}$$

จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้ใส่ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
1. Between Groups	SS_{BG}	p – 1	MS_{BG}	$\frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}$
2. Within Group	SS_{WG}	p(n – 1)	MS_{WG}	
3. Total	SS_{TO}	np – 1		

หากค่าสถิติ F ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่า F จากตาราง จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นคู่ใดบ้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งจะต้องทำการทดสอบหลังการวิเคราะห์ (Post hoc test) โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison) ที่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าความแปรปรวน ซึ่งมีอยู่หลายวิธีที่มีความนิยม โดยแต่ละวิธีก็มีประสิทธิภาพแตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ประสิทธิภาพของวิธีเปรียบเทียบพหุคูณแบบต่างๆ

วิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ	อำนาจการทดสอบ		โอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1
	ความแกร่ง (robustness)	โอกาสที่จะพบความแตกต่าง	
1. Fisher's least significant difference (LSD)	ต่ำที่สุด	สูงที่สุด	สูงที่สุด
2. Duncan's new multiple-range test	↓	↑	↑
3. Student-Newman-Keuls' procedure	↓	↑	↑
4. Tukey's honestly significant difference	↓	↑	↑
5. Scheffe's method	สูงที่สุด	ต่ำที่สุด	ต่ำที่สุด

แต่ถ้าพบว่าความแปรปรวนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ให้ดำเนินการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Welch test หรือ Brown-Forsythe และเมื่อพบว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน จะใช้วิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ ที่ไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าความแปรปรวนแทน (ปริญญา สิริอัตตะกุล, 2555)

3.6.3 การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One- Way Analysis of Variance by Ranks Test)

เป็นการทดสอบประชากร k กลุ่มที่เป็นอิสระกัน มีวิธีการสำคัญคือ ค่าคาดหมายของลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ถ้าประชากรทั้ง k กลุ่มมีค่ากลางไม่ต่างกันควรจะมีค่าพอๆกัน ข้อมูลที่นำมาทดสอบประกอบด้วยข้อมูลจากตัวอย่างสุ่ม k ชุด แต่ละชุดอาจมีขนาดตัวอย่างแตกต่างกัน โดยมีสมมติฐานดังนี้ (อุมาพร จันทศร, 2542) และ (สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ, 2537)

H_0: ค่ามัธยฐานของประชากร k กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1: ค่ามัธยฐานของประชากรอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกัน

สรุปขั้นตอนได้ดังนี้

1. จัดลำดับของข้อมูลทั้งหมดร่วมกัน จากน้อยไปหามาก โดยให้คะแนนต่ำสุดมีลำดับที่ 1 และคะแนนสูงสุดเป็นลำดับที่ n เมื่อ n เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด
2. หาผลรวมของลำดับที่ในข้อมูลแต่ละชุด คือ R_i , i = 1,2,...,k
3. คำนวณค่าสถิติ H = $\left[\frac{12}{n(n+1)}\sum_{i=1}^{k}\frac{{R_i}^2}{n_i}\right] - 3(n+1)$

เมื่อ k = จำนวนประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน

R_i = ผลรวมของลำดับที่ในตัวอย่างที่ i . j = 1 , ... , k

n_i = ขนาดตัวอย่างชุดที่ i . j = 1 , ... , k

n = $\sum_{j=1}^{k} n_i$

ถ้า H_0 เป็นจริง H จะมีการแจกแจงประมาณได้ด้วย χ^2 ที่ d.f.=k-1 ถ้า n_i มีค่าใหญ่พอสมควรการหาอาณาเขตวิกฤตและการสรุปผล สามารถแยกได้ตามขนาดตัวอย่าง คือ

เมื่อ $n_i > 5$ การแจกแจงของค่าสถิติ H ประมาณได้ด้วย χ^2 ที่ d.f. = k -1 เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ = α หาอาณาเขตวิกฤตจากตาราง χ^2 d.f. = k -1 จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าของ H มากกว่าหรือเท่ากับ χ^2 จากตาราง

เมื่อ k = 3 และ ni ≤ 5 ในแต่ละ k ใช้ตารางที่ Kruskal สร้างไว้โดยแสดงค่าวิกฤตของ H พร้อมทั้งความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า H นั้นๆตารางของ Kruskal จะสามารถ เปรียบเทียบค่า H หรือ p-value ได้ คือจะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า H จากตัวอย่างมากว่าหรือเท่ากับ H จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ α

เมื่อใช้การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส แล้วพบว่า ปฏิเสธ H_0 แสดงว่ามีทรีทเมนท์อย่างน้อย 1 คู่ มีประสิทธิภาพต่างกัน เราสามารถเปรียบเทียบเป็นคู่ๆได้ ด้วยวิธีของการเปรียบเทียบพหุคูณระหว่างกลุ่มโดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0: ค่ามัธยฐานของประชากร u และค่ามัธยฐานของประชากร v ไม่แตกต่างกัน

H_1: ค่ามัธยฐานของประชากร u และค่ามัธยฐานของประชากร v แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า

$$|\overline{R_u} - \overline{R_v}| \geq Z_{\frac{\alpha}{k(k-1)}} \sqrt{\frac{N(N+1)}{12}\left(\frac{1}{n_u} + \frac{1}{n_v}\right)}$$

เมื่อ $\overline{R_u}$ = ค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากทรีทเมนท์ที่ u

$\overline{R_v}$ = ค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากทรีทเมนท์ที่ v

N = ผลรวมของขนาดตัวอย่าง k กลุ่ม = $n_1 + n_2 + \ldots + n_k$

Z = คะแนนมาตรฐานทีมีพื้นที่ปลายหางด้านขวา = $\frac{\alpha}{k(k-1)}$

3.6.4 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis)

เป็นการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแปรอิสระ 1 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว โดยตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกันอาจเป็นความสัมพันธ์ตามกันหรือผกผันก็ได้ รูปแบบการวิเคราะห์นี้เป็นรูปแบบพื้นฐานที่ง่ายที่สุดของการวิเคราะห์การถดถอยโดยมีตัวแบบการถดถอย คือ

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

โดย Y_i คือ ค่าของตัวแปรตามในลำดับที่ i

β_0 และ β_1 คือ พารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า

X_i คือ ค่าคงที่ของตัวแปรอิสระในลำดับที่ i

ε_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Random Error) ในลำดับที่ i

ความคลาดเคลื่อนมีข้อกำหนดว่าต้องเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติโดยมีค่าเฉลี่ยหรือ $E(\varepsilon_i)$ เท่ากับ 0 และความแปรปรวนหรือ $\sigma^2(\varepsilon_i)$ เท่ากับ σ^2 และความคลาดเคลื่อนแต่ละค่ามีความเป็นอิสระต่อกัน เนื่องจาก ε_i และ ε_j ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) มีค่าเท่ากับ 0 หรือ $\sigma(\varepsilon_i, \varepsilon_j)$ เมื่อ $i \neq j$ จากข้อตกลงของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวส่งผลให้ตัวแปรตาม Y แต่ละค่ามีความเป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\beta_0 + \beta_1 X_i$ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 หรือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนนั่นเองหากเขียนในรูปแบบสัญลักษณ์ทางสถิติจะได้ว่า $Y_i \sim \text{NID}(\beta_0 + \beta_1 X_i, \sigma^2)$

ค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 เรียกว่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) โดยค่า β_1 คือความชันของสมการถดถอยที่บอกให้ทราบถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของตัวแปร Y เมื่อตัวแปรอิสระ X มีค่าเพิ่มขึ้น 1 หน่วยในขณะที่ β_0 คือจุดตัดแกน Y ของสมการถดถอยหรือเป็นค่าเฉลี่ยของการแจกแจงของตัวแปรตาม Y เมื่อตัวแปรอิสระ X มีค่าเท่ากับ 0 การตีความ β_0 นั้นหากข้อมูลที่นำมาศึกษามิได้ครอบคลุมค่า 0 แล้วไม่สมควรที่จะตีความค่า β_0 (พรสิน สุภวาลย์, 2556)

3.6.5 แบบจำลองในงานวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายในการวิเคราะห์ โดยให้สัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ เป็นตัวแปรต้น และความเร็วที่เหมาะสมในการ

ออกแบบ เป็นตัวแปรตาม ซึ่งจะแบ่งการจำลองออกเป็น 2 แบบ คือ การวิเคราะห์แยกตามรูปแบบทางข้าม และการวิเคราะห์จากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **แบบจำลองที่วิเคราะห์แยกตามรูปแบบทางข้าม** จะหาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบ ต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ แยกตามข้อมูลในแต่ละทางข้ามที่ทำการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามในแบบจำลองที่วิเคราะห์แยกตามรูปแบบทางข้าม

ตัวแปรตาม	ตัวแปรต้น
ความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้าม	สัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ บนทางข้าม 4 ช่องจราจร
	สัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร
	สัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน

2. **แบบจำลองที่วิเคราะห์จากข้อมูลทุกทางข้ามรวมกัน** จะหาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบ ต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ ที่ได้จากข้อมูลในทุกๆ ทางข้ามรวมกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามในแบบจำลองที่วิเคราะห์จากข้อมูลทุกทางข้ามรวมกัน

ตัวแปรตาม	ตัวแปรต้น
ความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้าม	สัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ รวมกันทุกทางข้าม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6.6 เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรมทางสถิติ คือ IBM SPSS Statistics version 28.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การสุ่มคัดเลือกข้อมูล และสรุปผลจากข้อมูล ควบคู่กับโปรแกรม Microsoft Excel ในการเก็บบันทึกข้อมูล และประเมินค่าทางสถิติเบื้องต้น

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะอธิบายภาพรวมรายละเอียดทางข้ามที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ข้อมูลของคนเดินข้ามในแต่ละแห่ง และข้อมูลของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ รวมทั้งพิสูจน์สมมติฐาน และศึกษาพฤติกรรมที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ จากนั้นจะทำการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลทางข้าม

จำแนกข้อมูลทางกายภาพของทางข้ามหน้าโรงพยาบาล ทั้ง 6 แห่ง โดยเก็บข้อมูลความยาวทางข้าม ความกว้างทางข้าม ระยะสัญญาณไฟทางข้าม ทั้งช่วงที่รอสัญญาณไฟให้ข้าม และช่วงที่สัญญาณไฟให้ข้ามได้ ในระหว่างวันที่เก็บข้อมูล ดังนี้

- ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
  เก็บข้อมูลในวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2565
- ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์
  เก็บข้อมูลในวันที่ 16, 22-23 และ 28-29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565
- ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน
  เก็บข้อมูลในวันที่ 4-6 และ 9-11 มกราคม พ.ศ. 2566
- ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ
  เก็บข้อมูลในวันที่ 19 มกราคม และ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566
- ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา
  เก็บข้อมูลในวันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566
- ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์
  เก็บข้อมูลในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 1-3 และ 7 มีนาคม พ.ศ. 2566

จากนั้นแสดงปริมาณการจราจรต่อวัน และความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ดังตารางที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทางข้าม

รายละเอียด	ทางข้าม 4 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	
	รพ.สมเด็จฯ	รพ.บำรุงราษฎร์	รพ.คามิลเลียน	รพ.เทียนฟ้าฯ	รพ.จุฬาฯ	รพ.สถาบันไตฯ
ปริมาณการจราจร (คันต่อวัน)	5,288	23,761	15,054	13,147	24,288	13,158
ความยาวทางข้าม (เมตร)	14.0	14.0	17.2	20.0	10.0	9.2
ความกว้างทางข้าม (เมตร)	3.1	4.8	3.0	3.1	6.0	3.0
ช่วงรอสัญญาณไฟ (วินาที)	25, 60	60	25, 120	20, 55	60	60
เวลาในการให้ข้าม (วินาที)	15	15	20	15	15	15
ความเร็วออกแบบสัญญาณไฟ (เมตรต่อวินาที)	1.21	1.22	1.04	1.73	0.88	0.80

หมายเหตุ: 1.ปริมาณการจราจรจากหนังสือสถิติจราจร ปี 2564 (สำนักการจราจรและขนส่ง, 2564)
2.ความเร็วออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม คำนวณย้อนจากเวลาในการให้ข้ามที่สังเกตได้ โดยใช้สูตรของ Highway Capacity Manual (2016) ในหัวข้อ 3.5.1.3

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียนมีเวลาในการให้ข้ามสูงที่สุดที่ 20 วินาที นอกนั้นทางข้ามอีก 5 แห่ง มีเวลาในการให้ข้ามที่ 15 วินาที ซึ่งส่งผลต่อการแปลงกลับไปหาค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบที่จะได้ค่าความเร็วที่แตกต่างกัน ตามความกว้าง ความยาว และปริมาณของคนข้ามในหนึ่งชั่วโมงที่เป็นตัวแปรในการคำนวณ ซึ่งทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิใช้ความเร็วในการออกแบบสัญญาณไฟสูงที่สุดที่ 1.73 เมตรต่อวินาที และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ใช้ความเร็วในการออกแบบสัญญาณไฟต่ำที่สุดอยู่ที่ 0.80 เมตรต่อวินาที

4.2 ข้อมูลคนข้าม

คนข้ามทั้งหมดที่เก็บข้อมูลได้ในแต่ละทางข้าม จะจำแนกตามพฤติกรรมการปฏิบัติต่อสัญญาณไฟทางข้าม ได้แก่

- การปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม คือการที่คนเดินเท้ากดปุ่มนับถอยหลังรอข้าม และรอจนกว่าสัญญาณไฟให้ข้ามขึ้นสีเขียวคือให้ข้ามได้ หรืออาจจะมาถึงทางข้ามก่อนที่สัญญาณไฟให้ข้ามจะปรากฏ จากนั้นข้ามตามสัญญาณไฟให้ข้ามจนทำการข้ามเสร็จสิ้น
- การข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว คือการข้ามในช่วงสัญญาณที่คนเดินเท้าสามารถข้ามถนนได้ (สัญญาณไฟเขียว) แต่มีระยะเวลาที่สั้นกว่าระยะเวลาที่ทางข้าม

กำหนดไว้ โดยขึ้นอยู่กับการมาถึงของแต่ละบุคคล เพราะสัญญาณไฟได้เริ่มนับถอยหลังไปก่อนแล้ว

- การฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม ที่มี 2 กรณี คือ หนึ่งการที่มีคนข้ามขณะที่สัญญาณไฟทางข้ามขึ้นไฟสีแดง ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่แจ้งว่าไม่สามารถเดินข้ามได้ โดยไม่ได้กดปุ่มนับถอยหลังรอข้าม และสองการกดปุ่มนับเวลาถอยหลังแล้วแต่ไม่รอเวลานับถอยหลังขึ้นสัญญาณไฟสีเขียวหรือให้ข้ามได้ แต่เลือกข้ามเลยในช่วงนับเวลาถอยหลังรอข้าม ซึ่งยังขึ้นสัญญาณไฟสีแดงเช่นเดียวกัน

ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลของผู้สูงอายุ ที่ให้ความร่วมมือในการบอกอายุ และความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ จำนวน 40 คน ในการของทางข้ามนั้นๆ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลคนข้าม

รายละเอียด	**ทางข้าม 4 ช่องจราจร**		**ทางข้าม 6 ช่องจราจร**		**ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน**	
	รพ.สมเด็จฯ	**รพ.บำรุงราษฎร์**	**รพ.คามิลเลียน**	**รพ.เทียนฟ้าฯ**	**รพ.จุฬาฯ**	**รพ.สถาบันไตฯ**
ปฏิบัติตามสัญญาณไฟ (ร้อยละ)	571 (68.05)	4,146 (82.72)	930 (69.61)	530 (39.70)	970 (69.28)	379 (35.62)
ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว (ร้อยละ)	78 (9.30)	541 (10.80)	192 (14.37)	98 (7.34)	116 (8.30)	96 (9.02)
ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ (ร้อยละ)	190 (22.65)	325 (6.48)	214 (16.02)	707 (52.96)	314 (22.42)	589 (55.36)
รอบในการข้าม (รอบ)	395	975	465	466	157	460
เฉลี่ยรอบละ (คน)	3	6	3	3	9	3
รวม (คน)	839	5,012	1,336	1,335	1,400	1,064

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางข้ามที่มีคนข้ามที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟสูงกว่าการปฏิบัติตามสัญญาณไฟ มี 2 แห่ง ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ซึ่งทั้ง 2 ทางข้าม มีจุดร่วมกัน 2 ปัจจัย ที่อาจจะเอื้อต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ คือ ทางข้ามทั้ง 2 แห่ง เป็นทางข้ามที่ข้ามใน 1 ทิศทางการจราจร (กรณีทางข้าม 6 ช่องจราจรที่มีเกาะกลางถนนทำการศึกษาใน 1 ทิศทางการจราจร) ซึ่งสามารถประเมินระยะห่าง และความเร็วของยานพาหนะ ได้ง่ายกว่าทางข้ามที่เป็น 2 ทิศทางการจราจร ที่อาจจะต้องไปหยุดอยู่กึ่งกลางถนนเพื่อพิจารณาใหม่ในอีกทิศทาง และอีกปัจจัยคือ ทางข้ามทั้ง 2 แห่ง มีปริมาณการจราจรต่อวันที่ต่ำกว่าทางข้ามแห่งอื่นๆ ที่ศึกษาใน 1 ทิศทางการจราจร ในที่นี้คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ และหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ส่งผลให้มีช่องว่างระหว่างยานพาหนะที่มากกว่า ซึ่งง่ายต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม

ด้วยเช่นกัน ในส่วนของการข้ามขณะสัญญาณไฟเขียวมีสัดส่วนที่น้อยที่สุดในทุกทางข้ามที่ร้อยละ 7.34 – 14.37 และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์มีปริมาณคนข้ามต่อรอบเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ 9 คนต่อรอบ

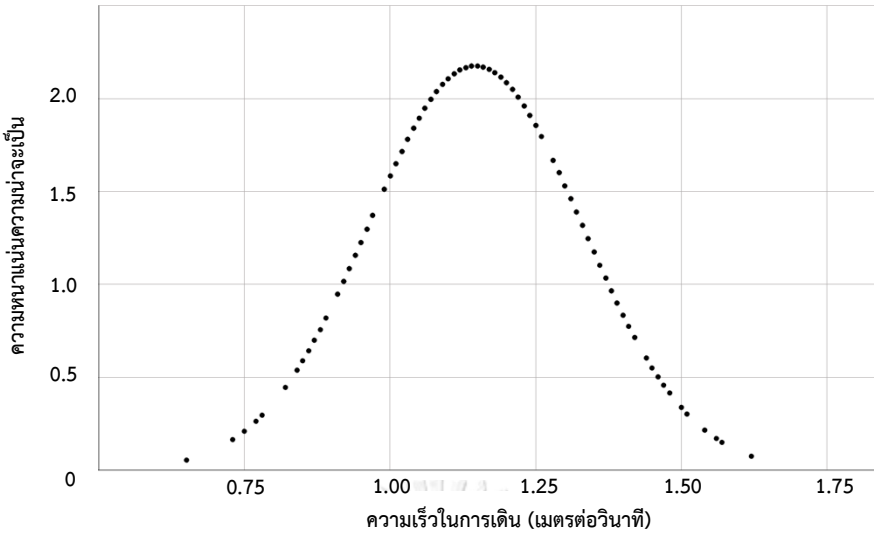
4.3 ข้อมูลคนข้ามผู้สูงอายุ

จากการเก็บข้อมูลผู้สูงอายุทางข้ามละ 40 คน จาก 6 ทางข้าม ได้กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 240 คน จากนั้นได้ทำการคัดแยกข้อมูลที่ไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ อันเนื่องมาจาก ผู้สูงอายุวิ่งขณะข้าม หรือผู้สูงอายุเบี่ยงเส้นทางการเดินนอกมุมกล้องวิดีโอ หรือมียานพาหนะมาบังการมองเห็น จึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 227 คน จำแนกเป็นกลุ่มตามแต่ละตัวแปร ดังตารางที่ 4.3

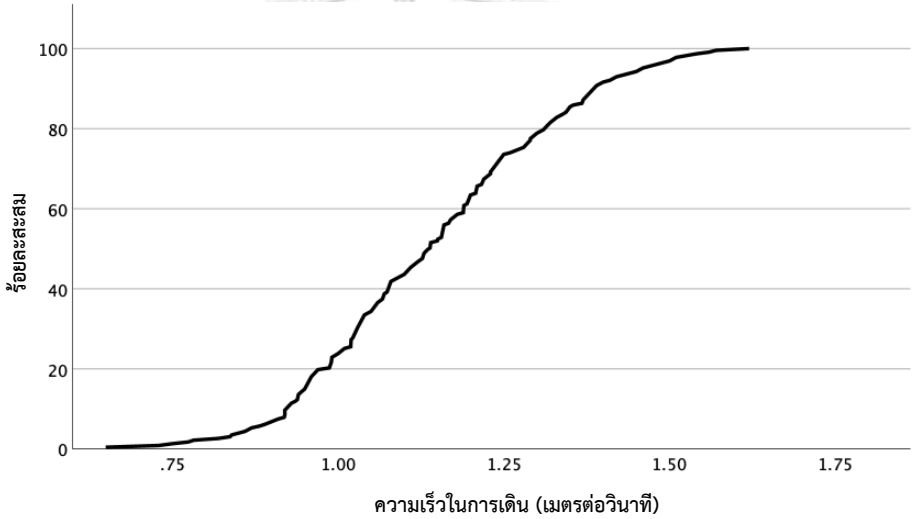
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลคนข้ามผู้สูงอายุ

ตัวแปร		จำนวน (คน)	ทางข้าม 4 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน		ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.
			สมเด็จฯ	บำรุงราษฎร์	คามิลเลียน	เทียนฟ้าฯ	จุฬาฯ	สถาบันไตฯ		
ช่วงวัย	60-69 ปี	133	28	25	17	20	14	29	1.17	0.19
	70-79 ปี	84	9	14	18	16	17	10	1.12	0.16
	80 ปีขึ้นไป	10	1	0	2	1	5	1	1.03	0.20
เพศ	หญิง	133	20	25	20	21	23	24	1.14	0.18
	ชาย	94	18	14	17	16	13	16	1.16	0.19
การถือสัมภาระ	ไม่ถือสิ่งของใดๆ	79	15	16	16	14	9	9	1.16	0.19
	ถือสัมภาระ	141	23	22	21	21	26	28	1.15	0.17
	ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน	7	0	1	0	2	1	3	0.93	0.17
ความถี่	1-5 ครั้งต่อสัปดาห์	123	20	17	23	14	34	15	1.14	0.18
	6-10 ครั้งต่อสัปดาห์	51	9	11	9	6	2	14	1.14	0.18
	11 ครั้งขึ้นไป ต่อสัปดาห์	53	9	11	5	17	0	11	1.15	0.19
พฤติกรรม	ปฏิบัติตามสัญญาณไฟ	144	23	36	27	16	31	11	1.15	0.18
	ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว	14	2	2	2	2	1	5	1.18	0.23
	ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ	69	13	1	8	19	4	24	1.13	0.17
รวมจำนวนผู้สูงอายุ		**227**	**38**	**39**	**37**	**37**	**36**	**40**	**1.15**	**0.18**

จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 227 คน ผู้สูงอายุมีความเร็วเฉลี่ยในการเดิน 1.15 เมตรต่อวินาที ความเร็วที่ 15th Percentiles อยู่ที่ 0.95 เมตรต่อวินาที ความเร็วที่ต่ำที่สุด อยู่ที่ 0.65 เมตรต่อวินาที และความเร็วสูงที่สุดอยู่ที่ 1.62 เมตรต่อวินาที มีการกระจายตัวของข้อมูลดังรูปที่ 4.1 - 4.3

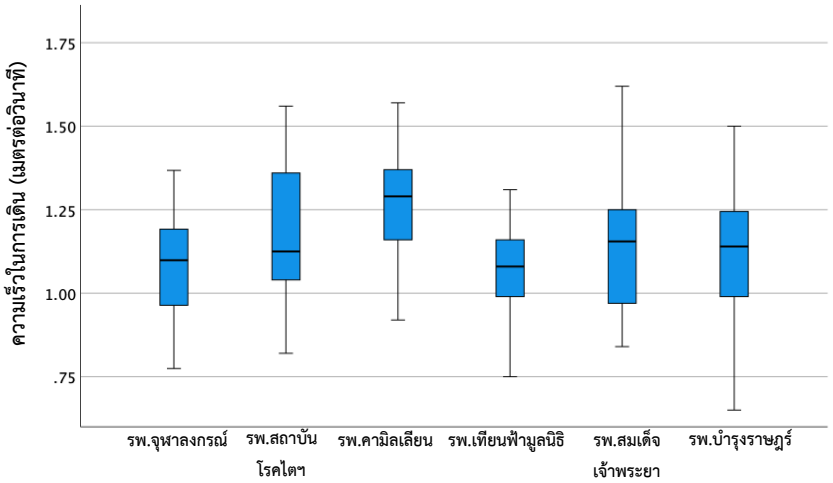


รูปที่ 4.1 กราฟการกระจายตัวของความเร็วการเดินผู้สูงอายุเทียบกับความหนาแน่นความน่าจะเป็น



รูปที่ 4.2 กราฟการกระจายตัวของความเร็วการเดินของผู้สูงอายุเทียบกับร้อยละสะสม

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.3 แผนภาพรูปกล่องแสดงความเร็วการเดินผู้สูงอายุจากทางข้ามทั้ง 6 แห่ง

4.4 ค่าสัดส่วนของผู้สูงอายุ และความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles

ในการหาสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ร่วมเดินข้ามกับคนเดินเท้าทั่วไป จะทำการแบ่งชุดข้อมูลที่เก็บได้จากทางข้ามเป็นชุดละ 1 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกการข้ามถนนเป็นรอบ ซึ่งจะเลือกรอบการข้ามที่มีผู้สูงอายุข้าม แล้วทำการจับเวลาที่ใช้ข้ามของผู้สูงอายุ และคนเดินเท้าทั่วไปที่ข้ามพร้อมกันในรอบนั้นๆ จากนั้นก็เก็บข้อมูลแบบเดียวกันในรอบอื่นที่มีผู้สูงอายุข้ามภายในชั่วโมงนี้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปหาสัดส่วนของผู้สูงอายุในแต่ละชั่วโมง และนำเวลาที่ใช้ข้ามคำนวณหาความเร็วในการเดินของทั้งผู้สูงอายุ และคนเดินเท้าทั่วไป แล้วนำข้อมูลความเร็วที่ได้หาค่าที่ 15th Percentiles ซึ่งจะเป็นค่าความเร็วการเดินของสัดส่วนผู้สูงอายุ ถ้าหากชั่งโมงไหนที่มีสัดส่วนของผู้สูงอายุเท่ากัน จะทำการรวมข้อมูลก่อนแล้วหาค่าความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles

ในส่วนถัดไปจะทำการยกตัวอย่างข้อมูลที่เก็บได้ใน 1 ชั่วโมง ของทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ในวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 เวลา 11.00 น. – 12.00 น. ซึ่งเป็นชั่วโมงที่ 17 ของการเก็บข้อมูลในทางข้ามแห่งนี้ โดยมีรอบในการข้ามทั้งหมด 15 รอบ ซึ่งรอบที่มีผู้สูงอายุข้ามคือรอบที่ 1 และรอบที่ 11 โดยในรอบที่ 1 มีคนเดินเท้าทั่วไปข้ามด้วย 4 คน แต่ในรอบที่ 11 มีผู้สูงอายุข้ามเพียงคนเดียว รวมข้อมูลผู้สูงอายุ 2 คน และคนเดินเท้า 4 คน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 33.33 จากกลุ่มตัวอย่าง 6 คน โดยจะทำการบันทึกรายละเอียดของคนข้าม และจับเวลาในการข้ามของแต่ละคนไว้ เพื่อนำไปคำนวณหาความเร็วในการเดินจากสูตรในหัวข้อที่ 3.5.1.3 ข้อที่ 1 ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลคนข้าม

ชั่วโมงที่	รอบที่	เวลาที่ใช้ข้าม (วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	จุดเด่น
17	1	7.40	1.24	เสื้อสีส้ม
	1	6.34	1.45	เสื้อสีฟ้า
	1	8.19	1.12	เสื้อสีเหลือง
	1	7.53	1.22	เสื้อสีครีม
	1	6.56	1.40	เสื้อสีเทา *
	11	7.37	1.25	เสื้อสีชมพู *

หมายเหตุ: * คือคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ

ซึ่งในชั่วโมงที่ 18 ของทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ที่เก็บข้อมูลในวันเดียวกัน ที่เวลา 12.00 น. – 13.00 น. ก็มีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ร้อยละ 33.33 เช่นกัน โดยมีรอบ

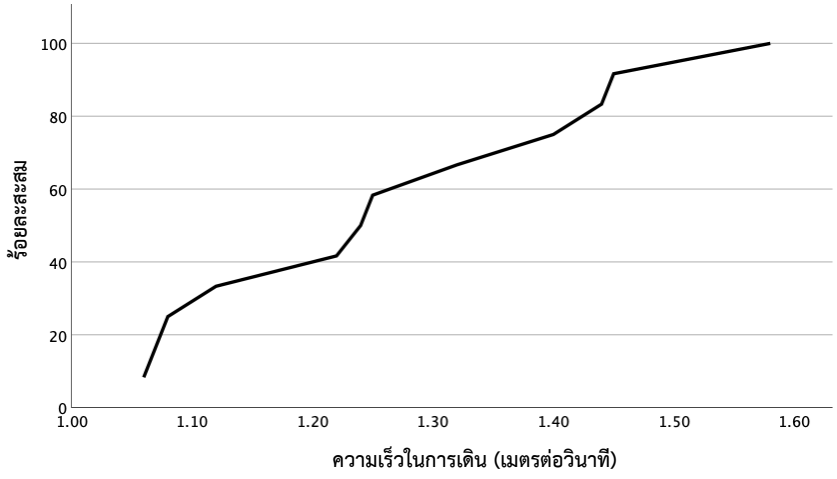
การข้ามทั้งหมด 24 รอบ และรอบที่มีผู้สูงอายุข้ามคือรอบที่ 6 และรอบที่ 21 ซึ่งเมื่อรวมข้อมูลของทั้งชั่วโมงที่ 17 และ 18 จะได้ข้อมูลเป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลคนข้ามที่เพิ่มข้อมูลจากชั่วโมงที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเท่ากัน

ชั่วโมงที่	รอบที่	เวลาที่ใช้ข้าม (วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	จุดเด่น
17	1	7.40	1.24	เสื้อสีส้ม
	1	6.34	1.45	เสื้อสีฟ้า
	1	8.19	1.12	เสื้อสีเหลือง
	1	7.53	1.22	เสื้อสีครีม
	1	6.56	1.40	เสื้อสีเทา *
	11	7.37	1.25	เสื้อสีชมพู *
18	6	6.41	1.44	นักศึกษาชาย
	6	5.84	1.58	นักศึกษาหญิง
	6	5.69	1.08	กระเป๋าสีเหลือง
	6	4.65	1.32	เสื้อสีเลือดหมู
	6	8.50	1.08	เสื้อสีเขียวอ่อน *
	21	8.72	1.06	ใส่หมวก *

หมายเหตุ: * คือคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ

จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 จะนำความเร็วการเดินทั้งหมดกรอกในโปรแกรม IBM SPSS เพื่อหาค่าความเร็วที่ 15th Percentiles ของสัดส่วนร้อยละ 33.33 ผลที่ได้คือ 1.079 เมตรต่อวินาที ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟการกระจายตัวของความเร็วการเดินของผู้สูงอายุเทียบกับร้อยละสะสม

ซึ่งเมื่อรวมข้อมูลจากทางข้ามอื่นในรูปแบบเดียวกันที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเท่ากัน ก็จะใช้วิธีการนี้ในการรวมข้อมูลเช่นเดียวกัน โดยมีข้อมูลสัดส่วนของผู้สูงอายุ และความเร็วที่ 15th Percentiles เป็นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สัดส่วนของผู้สูงอายุและความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา								
%	23.1	26.7	33.3	40.0	42.5	50.0	62.5	100
v	1.08	1.05	1.05	1.18	0.88	0.97	0.94	1.06

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์											
%	10.0	12.5	14.3	15.4	15.8	16.0	16.7	17.6	20.0	40.0	50.0
v	0.97	0.92	1.05	1.09	1.00	1.11	1.16	1.00	0.79	0.91	0.96

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน											
%	8.3	11.8	25.0	28.6	30.0	33.3	35.7	37.5	40.0	50.0	100
v	1.21	1.17	1.21	1.11	1.18	1.18	1.09	1.04	1.12	1.14	0.92

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ							
%	25.0	30.8	38.1	44.0	50.0	75.0	100
v	0.91	0.98	0.97	0.99	0.95	1.11	0.77

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์				
%	11.1	11.4	15.5	17.0
v	1.02	1.08	1.12	0.99

ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์													
%	15.4	20.0	21.4	22.2	23.1	25.0	33.3	40.0	50.0	57.1	66.7	75.0	100
v	1.01	1.07	1.12	1.01	1.15	1.17	1.08	0.96	1.00	1.04	0.93	1.07	0.82

ทางข้าม 4 ช่องจราจร																	
%	10.0	12.5	14.3	15.4	15.8	16.0	16.7	17.6	20.0	23.1	26.7	33.3	40.0	42.9	50.0	62.5	100
v	0.97	0.92	1.05	1.09	0.92	1.11	1.16	1.00	0.79	1.08	1.05	1.05	1.01	0.88	0.98	0.94	1.06

ทางข้าม 6 ช่องจราจร															
%	8.3	11.8	25.0	28.6	30.0	30.8	33.3	35.7	37.5	38.1	40.0	44.0	50.0	75.0	100
v	1.21	1.17	1.01	1.11	1.18	0.98	1.18	1.09	1.04	0.97	1.12	0.99	1.08	1.11	0.79

ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน																	
%	11.1	11.4	15.4	15.5	17.0	20.0	21.4	22.2	23.1	25.0	33.3	40.0	50.0	57.1	66.7	75.0	100
v	1.02	1.08	1.01	1.12	0.99	1.07	1.12	1.01	1.15	1.17	1.08	0.96	1.00	1.04	0.93	1.07	0.82

รวมทุกทางข้าม																	
%	8.3	10.0	11.1	11.4	11.8	12.5	14.3	15.4	15.5	15.8	16.0	16.7	16.9	17.6	20.0	21.4	22.2	23.1
v	1.21	0.97	1.02	1.08	1.17	0.92	1.05	1.09	1.12	1.00	1.11	1.16	0.99	1.00	0.98	1.12	1.01	1.15
%	25.0	26.7	28.6	30.0	30.8	33.3	35.7	37.5	38.1	40.0	42.9	44.0	50.0	57.1	62.5	66.7	75.0	100
v	1.04	1.05	1.11	1.18	0.98	1.11	1.09	1.04	0.97	1.04	0.88	0.99	1.00	1.04	0.94	0.93	1.08	0.84

หมายเหตุ: % แทนสัดส่วนของผู้สูงอายุ (ร้อยละ) และ v แทนความเร็วในการเดิน (เมตรต่อวินาที)

โดยข้อมูลในตารางที่ 4.6 มีกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนเดินเท้าทั่วไปที่เดินร่วมกับผู้สูงอายุในแต่ละรอบทั้งสิ้น 777 คน ซึ่งข้อมูลความเร็วที่ 15th Percentiles ในแต่ละสัดส่วนจะนำหาค่าเฉลี่ยแล้วใช้ทดสอบสมมติฐานที่ต้องเปรียบเทียบกับความเร็วในการออกแบบทั้งของต่างประเทศ และในทางข้ามจริง อีกทั้งจะนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบ กับสัดส่วนผู้สูงอายุในบทที่ 5 แบบจำลองทางสถิติต่อไป

4.4 การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบสมมติฐานจะพิจารณาตามสมมติฐานทางเลือก H_1 - H_{13} ที่ได้ตั้งไว้ ในหัวข้อที่ 3.4 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 สมมติฐานทางเลือก H_1: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วของคนเดินเท้าทั่วไป

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป กับคนเดินเท้าทั่วไปที่อายุน้อยกว่า 60 ปี ที่เดินร่วมกับผู้สูงอายุทุกคนในแต่ละรอบ โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนมากกว่า 100 คน จึงถือว่ามากพอที่จะมีการแจกแจงแบบปกติ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2545) จึงใช้การทดสอบ Independent Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุกับคนเดินเท้าทั่วไป

คนเดินเท้า	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	t	p-value
ทั่วไป	777	1.27	0.191	0.007	9.011	**<0.001**
ผู้สูงอายุ	227	1.15	0.183	0.012		

จากตารางที่ 4.7 ความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ แตกต่างกับความเร็วการเดินเฉลี่ยของคนเดินเท้าทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยผู้สูงอายุมีความเร็วเฉลี่ยที่น้อยกว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gates และคณะ (2006) ที่เปรียบเทียบความเร็วของคนเดินเท้าในแต่ละช่วงวัยพบว่าเมื่อช่วงวัยเพิ่มสูงขึ้นความเร็วในการเดินเฉลี่ยจะมีแนวโน้มที่ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.2 สมมติฐานทางเลือก H_2: ความเร็วที่ 15th Percentiles จากค่าสัดส่วนผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ

จากตารางที่ 4.6 นำความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles ของสัดส่วนผู้สูงอายุในแต่ละรูปแบบทางข้ามมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟจาก Highway Capacity Manual (2016) ที่แนะนำว่าความเร็วของการเดินที่ใช้ในการออกแบบควรเป็นความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles ของคนที่มาใช้ทางข้าม จึงใช้การทดสอบ One Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุ กับความเร็วออกแบบสัญญาณไฟของ Highway Capacity Manual (2016)

ช่องจราจร	ความเร็วที่ 15th Percentiles (m/s)	S.D.	S.E.	ความเร็วเฉลี่ย HCM (m/s)	t	p-value
ทางข้าม 4 ช่องจราจร	1.01	0.091	0.022	1.07	-2.656	**0.017**
ทางข้าม 6 ช่องจราจร	1.07	0.110	0.028		0.021	**0.983**
ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	1.04	0.087	0.021		-1.381	**0.186**
รวมทุกทางข้าม	1.04	0.086	0.014		-1.854	**0.072**

ผลลัพธ์ที่ได้คือความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ย บนทางข้าม 4 ช่องจราจร มีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟของ Highway Capacity Manual (2016) อย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ส่วนในทางข้ามรูปแบบอื่น และจากข้อมูลในทุกทางข้ามไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟของ Highway Capacity Manual (2016) ที่ 1.07 เมตรต่อวินาที มีค่าใกล้เคียงกับความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยในทางข้าม 6 ช่องจราจร และเร็วกว่าทางข้าม 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจรที่มีเกาะกลางถนน เล็กน้อย รวมทั้งเร็วกว่าจากข้อมูลของทุกทางข้ามรวมกัน

ซึ่งเมื่อนำค่าความเร็วที่ 1.07 เมตรต่อวินาที ไปคำนวณหาค่าระยะสัญญาณไฟทางข้ามในหัวข้อที่ 3.5.1.3 ข้อที่ 2 กรณีที่ทางข้ามกว้างมากกว่า 3.05 เมตร โดยใช้ข้อมูลของทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ เนื่องจากเป็นทางข้ามที่มีผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำที่สุดในกลุ่มตัวอย่างใช้ข้าม โดยเวลาสัญญาณไฟที่คำนวณได้คือ 16.80 วินาที ซึ่งมีผู้สูงอายุข้ามทันในระยะเวลานี้ 221 คน คิดเป็นร้อยละ 97.4 จากกลุ่มตัวอย่าง 227 คน

4.4.3 สมมติฐานทางเลือก H_3: ความเร็วที่ 15th Percentiles จากค่าสัดส่วนผู้สูงอายุมีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบจริงบนทางข้าม

จากตารางที่ 4.6 นำความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles ของสัดส่วนผู้สูงอายุในแต่ละทางข้ามมาหาค่าเฉลี่ย แล้วเปรียบเทียบกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบเจาะจงตามแต่ละทางข้าม โดยคำนวณย้อนจากระยะสัญญาณไฟ และข้อมูลทางกายภาพของทางข้ามนั้นๆ เพื่อหาความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟ โดยใช้การทดสอบ One Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน มีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุ กับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟตามแต่ละทางข้าม

สถานที่	ความเร็วที่ 15th Percentiles (m/s)	S.D.	S.E.	ความเร็วออกแบบ (m/s)	t	p-value
รพ.สมเด็จเจ้าพระยา	1.03	0.093	0.033	1.21	-5.558	**<0.001**
รพ.บำรุงราษฎร์	1.00	0.104	0.031	1.22	-7.121	**<0.001**
รพ.คามิลเลียน	1.12	0.084	0.025	1.04	3.282	**0.008**
รพ.เทียนฟ้ามูลนิธิ	0.95	0.102	0.038	1.73	-20.161	**<0.001**
รพ.จุฬาลงกรณ์	1.05	0.058	0.029	0.88	5.964	**0.009**
รพ.สถาบันโรคไตฯ	1.03	0.096	0.027	0.80	8.809	**<0.001**

ผลลัพธ์ที่ได้คือความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ย มีความแตกต่างกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทั้ง 6 ทางข้าม อย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยทางข้ามที่มีความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ย มากกว่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน มีเวลาให้ข้ามที่คำนวณจากความเร็วที่ใช้ออกแบบ อยู่ที่ 15 วินาที, 15 วินาที และ 20 วินาทีตามลำดับ เพียงพอกับเวลาที่ผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำที่สุดใช้ในการเดินที่ 12.99 วินาที, 11.21 วินาที และ 18.70 วินาที ตามลำดับ ในส่วนของทางข้ามที่ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุน้อยกว่า ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ มีเวลาให้ข้ามที่คำนวณจากความเร็วที่ใช้ออกแบบ อยู่ที่ 15 วินาที ทั้ง 3 แห่ง พบว่ามีผู้สูงอายุที่ใช้เวลามากกว่า 15 วินาที จำนวน 5 คน จาก 38 คน , 6 คน จาก 39 คน และ 37 คน จาก 37 คน คิดเป็นร้อยละ 13.2, ร้อยละ 15.4 และร้อยละ 100.0 ตามลำดับ สังเกตได้ว่าทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิที่เป็นทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเวลาให้ข้ามเท่ากับทางข้าม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4 ช่องจราจร มีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงให้สอดรับกับยาวของทางข้าม และความเร็วของคนเดินเท้าทุกกลุ่ม

4.4.4 สมมติฐานทางเลือก H_4: ความเร็วของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัยมีความแตกต่างกัน

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ใน 3 ช่วงวัย ได้แก่ วัยสูงอายุตอนต้น อายุ 60 – 69 ปี วัยสูงอายุตอนกลาง อายุ 70 – 79 ปี และวัยสูงอายุตอนปลาย อายุ 80 ปีขึ้นไป ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test พบว่าในกลุ่มของวัยผู้สูงอายุตอนกลาง ไม่ผ่านการทดสอบ ทำให้ต้องเปลี่ยนวิธีการทดสอบสมมติฐานเป็นแบบ Non-parametric โดยใช้วิธี Kruskal-Wallis test ซึ่งจะเปรียบเทียบความเร็วมัธยฐานแทนความเร็วเฉลี่ย โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.10 และเปรียบเทียบช่วงวัยแต่ละคู่มีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานของผู้สูงอายุในแต่ละช่วงวัย

ช่วงอายุ	จำนวน (คน)	ความเร็วมัธยฐาน (m/s)	H	p-value
วัยสูงอายุตอนต้น (60-69 ปี)	133	1.16	8.512	**0.014**
วัยสูงอายุตอนกลาง (70-79 ปี)	84	1.11		
วัยสูงอายุตอนปลาย (80 ปีขึ้นไป)	10	1.00		

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานในแต่ละคู่ช่วงวัย

ช่วงวัยคู่เปรียบเทียบ		H	S.E.	p-value	Adjust p-value
สูงอายุตอนปลาย	สูงอายุตอนกลาง	24.852	21.966	0.258	**0.774**
สูงอายุตอนปลาย	สูงอายุตอนต้น	46.003	21.532	0.033	**0.098**
สูงอายุตอนกลาง	สูงอายุตอนต้น	21.151	9.152	0.021	**0.062**

จากตารางที่ 4.10 พบว่าความเร็วมัธยฐานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยเมื่อพิจารณาเมื่อเปรียบเทียบช่วงวัยแต่ละคู่ที่เปรียบเทียบกันในตารางที่ 4.11 พบว่าค่า Adjust p-value ของคู่ผู้สูงอายุตอนต้นที่เปรียบเทียบกับผู้สูงอายุตอนกลาง และตอนปลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 90 สอดคล้องกับลักษณะของผู้สูงอายุที่เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ร่างกายจะมีความคล่องแคล่วลดลง จากปัญหาทางสุขภาพ เช่นการมองเห็นและอาการของข้อเข่าเสื่อม เป็นต้น (Fitzpatrick et al., 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.5 สมมติฐานทางเลือก H_5: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ใช้บนทางข้ามแต่ละช่องจราจรมีความแตกต่างกัน

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ ระหว่างรูปแบบทางข้าม 4 ช่องจราจร ทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแบบแจงปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test มีการแจกแจงแบบปกติทุกกลุ่ม และมีค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม จึงใช้การทดสอบ One-way ANOVA เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุแต่ละรูปแบบทางข้าม

ช่องจราจร	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	p-value
ทางข้าม 4 ช่องจราจร	77	1.14	0.196	0.022	0.555	**0.575**
ทางข้าม 6 ช่องจราจร	74	1.16	0.165	0.019		
ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	76	1.14	0.189	0.022		

จากตารางที่ 4.12 ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ความเร็วเฉลี่ยการเดินของผู้สูงอายุเมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบทางข้าม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ 95 หมายความว่าความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุในกลุ่มตัวอย่างไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของทางข้าม ที่มีจำนวนช่องจราจรเหมือนกัน โดยความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุบนทางข้าม 6 ช่องจราจรมีค่า 1.16 เมตรต่อวินาทีมากกว่า ความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุบนทางข้าม 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร เล็กน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.6 สมมติฐานทางเลือก H_6: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ใช้บนทางข้ามคนละแห่งมีความแตกต่างกัน

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ ระหว่างรูปแบบทางข้าม 6 แห่ง ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test มีการแจกแจงแบบปกติทุกกลุ่ม แต่เมื่อทดสอบความแปรปรวนในแต่ละทางข้ามพบว่ามีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ทำให้ต้องเปลี่ยนวิธีการ

ทดสอบสมมติฐานเป็นแบบ Non-parametric โดยใช้วิธี Kruskal-Wallis test ซึ่งจะเปรียบเทียบความเร็วมัธยฐานแทนความเร็วเฉลี่ย โดยข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.13 และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละคู่ทางข้ามมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานของผู้สูงอายุในแต่ละทางข้าม

สถานที่	**จำนวน (คน)**	**ความเร็วมัธยฐาน (m/s)**	**H**	**p-value**
รพ.สมเด็จเจ้าพระยา	38	1.16	27.684	**<0.001**
รพ.บำรุงราษฎร์	39	1.14		
รพ.คามิลเลียน	37	1.29		
รพ.เทียนฟ้ามูลนิธิ	37	1.08		
รพ.จุฬาลงกรณ์	36	1.10		
รพ.สถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์	40	1.25		

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานในแต่ละคู่ของสถานที่

สถานที่คู่เปรียบเทียบ		**H**	**S.E.**	**p-value**	**Adj. p-value**
รพ.เทียนฟ้าฯ	รพ.จุฬาลงกรณ์	5.179	15.372	0.736	**1.000**
รพ.เทียนฟ้าฯ	รพ.บำรุงราษฎร์	-22.786	15.07	0.131	**1.000**
รพ.เทียนฟ้าฯ	รพ.สมเด็จฯ	-24.449	15.166	0.107	**1.000**
รพ.เทียนฟ้าฯ	รพ.สถาบันโรคไตฯ	38.605	14.978	0.010	**0.149**
รพ.เทียนฟ้าฯ	รพ.คามิลเลียน	70.162	15.267	<.001	**0.000**
รพ.จุฬาลงกรณ์	รพ.บำรุงราษฎร์	-17.607	15.177	0.246	**1.000**
รพ.จุฬาลงกรณ์	รพ.สมเด็จฯ	-19.27	15.272	0.207	**1.000**
รพ.จุฬาลงกรณ์	รพ.สถาบันโรคไตฯ	-33.426	15.085	0.027	**0.401**
รพ.จุฬาลงกรณ์	รพ.คามิลเลียน	-64.983	15.372	<.001	**0.000**
รพ.บำรุงราษฎร์	รพ.สมเด็จฯ	1.664	14.968	0.911	**1.000**
รพ.บำรุงราษฎร์	รพ.สถาบันโรคไตฯ	15.82	14.777	0.284	**1.000**
รพ.บำรุงราษฎร์	รพ.คามิลเลียน	47.377	15.07	0.002	**0.025**
รพ.สมเด็จฯ	รพ.สถาบันโรคไตฯ	14.156	14.875	0.341	**1.000**
รพ.สมเด็จฯ	รพ.คามิลเลียน	45.713	15.166	0.003	**0.039**
รพ.สถาบันโรคไตฯ	รพ.คามิลเลียน	-31.557	14.978	0.035	**0.527**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จาก ตารางที่ 4.13 พบว่าความเร็วมัธยฐานของแต่ละทางข้าม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ 95 โดยจาก ตารางที่ 4.14 ที่เปรียบเทียบกันในแต่ละคู่ พบว่าทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียนที่มีความเร็วมัธยฐานของผู้สูงอายุสูงที่สุดจากทั้ง 6 ทางข้าม เมื่อเปรียบเทียบกับทางข้าม 4 แห่ง ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อวิเคราะห์จากลักษณะทางกายภาพ ทางข้ามที่ต้องข้ามทั้ง 2 ทิศทางการจราจร จะมีแนวโน้มที่มีความเร็วมัธยฐานในการเดินของผู้สูงอายุที่สูงกว่าการข้ามใน 1 ทิศทางการจราจร เมื่อเปรียบเทียบกับทางข้ามในรูปแบบเดียวกัน อีกทั้งจากการสังเกตทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน ที่ตั้งอยู่บนถนนซอยสุขุมวิท 55 หรือซอยทางหล่อ ที่เป็นทางตรงยาวประมาณ 2.4 กิโลเมตร และไม่มีสัญญาณไฟจราจรตรงทางแยกที่จะชะลอความเร็วของยานพาหนะ และรถรับส่งจักรยานยนต์ที่มีตลอดทั้งวัน ทำให้การข้ามของกลุ่มตัวอย่างจะต้องเร่งรีบกว่าปกติ แม้ว่าระยะสัญญาณไฟจะเพียงพอต่อการข้ามแล้วก็ตาม

4.4.7 สมมติฐานทางเลือก H_7: ความเร็วของผู้สูงอายุที่ถือสัมภาระคนละประเภทมีความแตกต่างกัน

ทำการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยการเดินของผู้สูงอายุ กับรูปแบบการถือสัมภาระ ได้แก่ การเดินโดยไม่ถือสัมภาระ การถือสัมภาระต่างๆ และการใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน เช่น ไม้เท้า เป็นต้น ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test พบว่าในกลุ่มของการถือสัมภาระ ไม่ผ่านการทดสอบ ทำให้ต้องเปลี่ยนวิธีการทดสอบสมมติฐานเป็นแบบ Non-parametric โดยใช้วิธี Kruskal- Wallis test ซึ่งจะเปรียบเทียบความเร็วมัธยฐานแทนความเร็วเฉลี่ย โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.15 และเปรียบเทียบรูปแบบการถือสัมภาระแต่ละคู่มีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานของผู้สูงอายุในการถือสัมภาระ

วิธีการถือสัมภาระ	จำนวน (คน)	ความเร็วมัธยฐาน (m/s)	H	p-value
ไม่ถือสิ่งของใดๆ	79	1.18	8.512	**0.018**
ถือสัมภาระ	141	1.14		
ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน	7	0.96		

ตารางที่ 4.16 ปรียบเทียบความเร็วการเดินที่มัธยฐานในแต่ละคู่ของการถือสัมภาระแต่ละแบบ

วิธีการถือสัมภาระคู่เปรียบเทียบ		H	S.E.	p-value	Adjust p-value
ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน	ถือสัมภาระ	69.009	25.428	0.007	**0.020**
ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน	ไม่ถือสิ่งของใดๆ	73.045	25.895	0.005	**0.014**
ถือสัมภาระ	ไม่ถือสิ่งของใดๆ	4.036	9.228	0.662	**1.000**

จากตารางที่ 4.15 พบว่าวิธีการถือสัมภาระมีค่าความเร็วมัธยฐานของผู้สูงอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยจากตารางที่ 4.16 ค่า Adjust p-value พบว่าคู่ที่มีความแตกต่างกัน คือความเร็วมัธยฐานของผู้สูงอายุที่ถืออุปกรณ์ช่วยเดิน เปรียบเทียบกับทั้งการถือและไม่ถือสัมภาระ ซึ่งแม้ว่าอุปกรณ์ช่วยเดินจะทำให้ผู้สูงอายุทรงตัวได้อย่างมั่นคงขึ้น แต่ก็ส่งผลต่อความเร็วในการเดิน ที่จะเคลื่อนไหวอย่างระมัดระวัง และมีความเร็วที่ช้าลงกว่าปกติ และแนวโน้มของความเร็วก็ลดลงเมื่อผู้สูงอายุต้องถือสัมภาระ และต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเดินตามลำดับ เทียบกับการไม่ถือสิ่งของใดๆ เลย

4.4.8 สมมติฐานทางเลือก H_8: ความเร็วของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชายมีความแตกต่างกัน

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุระหว่างเพศหญิง และเพศชาย ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test มีการแจกแจงแบบปกติทั้งสองกลุ่ม จึงใช้การทดสอบ Independent Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชาย

เพศ	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	t	p-value
หญิง	133	1.14	0.180	0.016	-1.022	**0.308**
ชาย	94	1.16	0.187	0.019		

จากตารางที่ 4.17 พบว่าความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยเพศชายมีความเพศชายมีความเร็วที่สูงกว่าเพศหญิงเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Trpković และคณะ (2017) และงานวิจัย Arango และ Montufar (2008) ที่ความเร็วเฉลี่ยของเพศหญิง และเพศชาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 เช่นเดียวกัน

4.4.9 สมมติฐานทางเลือก H_9: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับความถี่ของการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ ระหว่างความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test มีการแจกแจงแบบปกติทุกกลุ่ม และมีค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม จึงใช้การทดสอบ One-way ANOVA เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยมีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุตามความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์

ความถี่การใช้ทางข้าม	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	p-value
1-5 ครั้งต่อสัปดาห์	123	1.14	0.185	0.017	0.148	**0.863**
6-10 ครั้งต่อสัปดาห์	51	1.14	0.179	0.025		
11 ครั้งขึ้นไป ต่อสัปดาห์	53	1.16	0.187	0.026		

จากตารางที่ 4.18 พบว่าความเร็วเฉลี่ยการเดินของผู้สูงอายุตามความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ผู้สูงอายุที่ใช้ทางข้าม 11 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์มีความเร็วมากกว่าความถี่แบบอื่นเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปได้ว่าการใช้ทางข้ามบ่อยครั้ง ผู้สูงอายุก็จะมีการเดินที่บ่อยครั้งเช่นกัน ซึ่งการเดินก็เป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ (Fitzpatrick et al., 2006) และส่งผลให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพร่างกายแข็งแรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.10 สมมติฐานทางเลือก H_{10}: ความเร็วของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกัน เทียบกับพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม

ทำการเปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ ตามพฤติกรรมในการข้ามถนน ได้แก่ การข้ามตามสัญญาณไฟ การข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว และการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Kolmogorov–Smirnov Test มีการแจกแจงแบบปกติทุกกลุ่ม และมีค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม จึงใช้การทดสอบ One-way ANOVA เพื่อพิสูจน์สมมติฐานจากพฤติกรรมข้างต้น มีข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุตามพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม

การปฏิบัติตามสัญญาณไฟ	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	F	p-value
ปฏิบัติตามสัญญาณไฟ	144	1.15	0.184	0.015	0.610	**0.544**
ข้ามขณะสัญญาณไฟเขียว	14	1.18	0.234	0.062		
ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ	69	1.13	0.172	0.021		

จากตารางที่ 4.19 ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุในแต่ละพฤติกรรมในการใช้ทางข้าม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้ามมีความเร็วช้าที่สุด เนื่องจากการข้ามแบบนี้ โดยเฉพาะทางข้ามที่ต้องข้าม 2 ทิศทางจราจร การฝ่าฝืนสัญญาณไฟจะต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่า เพราะต้องสังเกตยานพาหนะจากทั้ง 2 ทิศทาง อีกทั้งเมื่อไม่ได้ข้ามตามสัญญาณไฟ ยานพาหนะก็จะทำให้ผู้ข้ามมีความเร็วที่ไม่คงที่ และอาจจะต้องชะลอความเร็วในบางจังหวะ และการข้ามขณะไฟเขียวที่มีความเร็วเฉลี่ยสูงที่สุด โดยการข้ามในลักษณะนี้ เวลาที่ใช้ข้ามจะไม่สอดคล้องจากที่ผู้ออกแบบคำนวณมา การจะข้ามให้ทันก็จะต้องใช้ความเร็วที่มากกว่าปกติเพื่อให้ทันกับรอบสัญญาณไฟ

จากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุทั้ง 227 คน สามารถแบ่งจำนวนคนที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้ามได้ 144 คน ฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม 69 คน และข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว 14 คน โดยที่ผู้สูงอายุแต่ละคนก็จะมีพฤติกรรมการปฏิบัติต่อสัญญาณไฟทางข้ามในแต่ละแบบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในส่วนต่อไปจะวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการปฏิบัติต่อสัญญาณไฟทางข้าม และปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของแต่ละพฤติกรรม โดยสังเกตจากการดูวิดีโอย้อนหลัง แล้วบันทึกพฤติกรรมของผู้สูงอายุที่คล้ายคลึงกัน พร้อมทั้งสังเกตความเร็ว การชะลอการหยุดที่เกิดขึ้น ในการข้ามแต่ละครั้ง โดยแบ่งตามพฤติกรรมที่ปฏิบัติต่อสัญญาณไฟทางข้ามทั้ง 3 แบบ ดังต่อไปนี้

4.4.10.1 การปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม

การปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม คือการที่คนเดินเท้ากดปุ่มนับถอยหลังรอข้าม และรอจนกว่าสัญญาณไฟให้ข้ามขึ้นสีเขียวคือให้ข้ามได้ หรืออาจจะมาถึงทางข้ามก่อนที่สัญญาณไฟให้ข้ามจะปรากฏ จากนั้นข้ามตามสัญญาณไฟให้ข้ามจนทำการข้ามเสร็จสิ้น โดยมีพฤติกรรมการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม ที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามถนน ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม

รายละเอียด	จำนวน (คน)	ทางข้าม 4 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	
		สมเด็จฯ (คน)	บำรุงราษฎร์ (คน)	คามิลเลียน (คน)	เทียนฟ้าฯ (คน)	จุฬาฯ (คน)	สถาบันไตฯ (คน)
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม	76	16	20	5	4	22	9
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ แต่ผ่อนช่วงปลาย	27	2	5	8	6	5	1
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ แต่ต้องเบี่ยงหลบรถยนต์ที่จอดทับทางข้าม	6	-	3	1	-	2	-
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ แต่ถูกรบกวนจากยานพาหนะที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ	8	-	4	2	2	-	-
เร่งความเร็วช่วงกลางทางข้าม แต่ผ่อนความเร็วช่วงเริ่มต้น และช่วงปลาย	3	2	-	-	-	1	-
เร่งความเร็ว จากการต้องรอรถที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ	4	1	1	-	2	-	-
เร่งความเร็วช่วงปลาย เมื่อใกล้หมดเวลา	3	1	-	2	-	-	-
ก้าวก่อนสัญญาณไฟเขียวเริ่มต้นเล็กน้อย	17	1	3	9	2	1	1
รวมจำนวนผู้สูงอายุ	**144**	**23**	**36**	**27**	**16**	**31**	**11**

จากข้อมูลในตารางที่ 4.20 ประกอบกับข้อมูลจากตารางที่ 4.3 พบว่าทางข้ามที่มีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม มากที่สุดไปน้อยที่สุด มีดังนี้ อันดับที่หนึ่ง คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ จำนวน 36 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 39 คน หรือร้อยละ 92.3 อันดับที่สอง คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 31 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 36 คน หรือร้อยละ 86.1 อันดับสาม คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน จำนวน 27 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 37 คน หรือร้อยละ 73.0 อันดับที่สี่ คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 23 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 38 คน หรือร้อยละ 60.5 อันดับที่ห้า คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ จำนวน 16 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 37 คน หรือร้อยละ 43.2 และอันดับที่หก คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบัน-ไตภูมิราชนครินทร์ จำนวน 11 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 40 คน หรือร้อยละ 27.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.10.1.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้ามที่กล่าวไปข้างต้น คาดว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม มาจาก 2 ปัจจัยร่วมกัน คือปริมาณจราจรที่สูง และทางข้ามที่ตั้งอยู่บนถนน 2 ทิศทางจราจร ซึ่งทางข้ามที่มีปริมาณการจราจรต่อวันที่สูง คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ และหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ แม้ว่าจะพิจารณาใน 1 ทิศทางจราจร แต่ด้วยปริมาณการจราจรที่คับคั่งทำให้ลดโอกาสการฝ่าฝืนสัญญาณลง เมื่อเทียบกับทางข้ามที่พิจารณาใน 1 ทิศทางจราจรอื่นๆ ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ที่มีปริมาณการจราจรปานกลาง ก็เอื้อต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม เพราะง่ายต่อการสังเกตความเร็วของยานพาหนะ และมีช่องว่างระหว่างยานพาหนะที่มากกว่า ซึ่งมีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้ามมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ถึงแม้ว่าในทางข้ามที่มีปริมาณการจราจรที่น้อยที่สุดอย่างทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา หรือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียนที่มีปริมาณการจราจรปานกลาง แต่เมื่อเป็นทางข้าม 2 ทิศทางจราจร พบว่าสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟมีค่ามากกว่าร้อยละ 50

4.4.10.1.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วผู้สูงอายุเมื่อปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกตได้ในตารางที่ 4.20 พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ 76 คนจาก 144 คน หรือร้อยละ 52.8 เดินด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม และ 27 คน หรือร้อยละ 18.8 เดินด้วยความเร็วคงที่เช่นกัน แต่ผ่อนช่วงปลายซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ผ่อนคลายลงเมื่อใกล้ถึงอีกฝั่ง แต่ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็ว คือยานพาหนะที่มารบกวนการข้ามทั้งฝ่าฝืนก่อนเริ่มข้าม หรือระหว่างข้าม หรือจอดทับทางข้าม ทำให้ผู้สูงอายุต้องชะลอความเร็ว หรือเร่งความเร็วให้ทันสัญญาณไฟ โดยมีทั้งสิ้น 18 คน จาก 144 คน หรือร้อยละ 12.5 ที่ได้รับผลกระทบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.10.2 การข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว

การข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว คือการข้ามในช่วงสัญญาณที่คนเดินเท้าสามารถข้ามถนนได้ (สัญญาณไฟเขียว) แต่มีระยะเวลาที่สั้นกว่าระยะเวลาที่ทางข้ามกำหนดไว้ โดยขึ้นอยู่กับการมาถึงของแต่ละบุคคล เพราะสัญญาณไฟได้เริ่มนับถอยหลังไปก่อนแล้ว โดยมีพฤติกรรมที่สังเกตได้ เป็นดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผู้สูงอายุที่ข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว

รายละเอียด	จำนวน (คน)	ทางข้าม 4 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	
		สมเด็จฯ (คน)	บำรุงราษฎร์ (คน)	คามิลเลียน (คน)	เทียนฟ้าฯ (คน)	จุฬาฯ (คน)	สถาบันไตฯ (คน)
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม	4	-	-	-	2	1	1
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม แต่เร่งฝีเท้าเพื่อให้ทันสัญญาณไฟเขียว	6	2	1	2	-	-	1
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ แต่ต้องเบี่ยงหลบรถยนต์ที่จอดทับทางข้าม	1	-	1	-	-	-	-
เร่งความเร็วช่วงครึ่งแรก แต่ใช้ความเร็วปกติช่วงครึ่งหลัง	3	-	-	-	-	-	3
รวมจำนวนผู้สูงอายุ	**14**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**5**

จากตารางที่ 4.21 ประกอบกับข้อมูลจากตารางที่ 4.3 พบว่าทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์มีสัดส่วนของการข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว สูงที่สุด จำนวน 5 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 40 คน หรือร้อยละ 12.5 ในส่วนทางข้ามที่มีสัดส่วนน้อยที่สุด คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 1 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 36 คน หรือร้อยละ 2.8 และทางข้ามอื่นมีผู้สูงอายุทางข้ามละ 2 คน คิดเป็นประมาณสัดส่วนร้อยละ 5 ใกล้เคียงกัน

4.4.10.2.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้าม นับถอยหลังแล้ว

การข้ามในลักษณะนี้มักเกิดขึ้นเนื่องจาก 2 เหตุการณ์ คือเหตุการณ์ที่หนึ่ง คนเดินข้ามมาถึงทางข้ามหลังจากที่ไฟเขียวให้เดินข้าม เริ่มนับถอยหลังไปแล้ว ซึ่งคนเดินข้ามประเมินสถานการณ์แล้วว่าตนเองสามารถข้ามได้ภายในระยะสัญญาณไฟที่เหลือ ซึ่งช่วงเวลานี้จะไม่มียานพาหนะมารบกวนการเดินได้ กับเหตุการณ์ที่สอง คนข้ามนั้นรอข้ามอยู่ก่อนแล้ว แต่ไม่ได้จดจ่ออยู่กับป้ายบอกเวลานับถอยหลัง ทำให้เมื่อกลับมาดูปรากฏว่ามีสัญญาณให้ข้ามนับไปแล้ว ซึ่งก็ต้องประเมินตนเองเช่นเดียวกัน ว่าสามารถข้ามได้ทันเวลาหรือไม่ ซึ่งจาก 2 เหตุการณ์ข้างต้น ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมในข้อนี้มาจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ การประเมินความสามารถตนเองในการเดินให้ทันเวลาของคนข้าม และระยะเวลาสัญญาณไฟสีเขียวที่ให้ข้าม ซึ่งปัจจัยหลักนั้นมาจากการประเมินตนเองของคนข้าม เพราะระยะเวลาสัญญาณไฟให้ข้ามออกแบบมาสำหรับการเริ่มเดินข้ามเมื่อเห็นสัญญาณไฟเริ่มนับถอยหลัง โดยเผื่อเวลาสูญเสียเริ่มต้นไว้แล้ว แต่ไม่สามารถเผื่อให้สำหรับการมาถึงของคนข้ามที่มา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากการนับถอยหลังรายบุคคล ซึ่งคนข้ามต้องประเมินความเร็วการเดินของตนเอง จากระยะเวลาที่เหลืออยู่ ประกอบกับระยะความยาวของทางข้ามนั้นๆ

4.4.10.2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วผู้สูงอายุเมื่อข้ามขณะที่สัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามนับถอยหลังแล้ว

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกตได้ในตารางที่ 4.21 พบว่าส่วนใหญ่ผู้สูงอายุ 6 คนจาก 14 คน คิดเป็นร้อยละ 42.9 เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม แต่เร่งฝีเท้าเพื่อให้ทันสัญญาณไฟเขียว ซึ่งมีถึง 5 คน ที่มาจากทางข้าม 4 ช่องจราจรขึ้นไป เนื่องจากระยะความยาวของทางข้าม 14.0 เมตร ขึ้นไป และเวลานับถอยหลังที่ลดลง จึงส่งผลต่อความเร็วที่เพิ่มต้องใช้เพิ่มสูงขึ้น แตกต่างกับพฤติกรรมที่เดินข้ามด้วยความเร็วปกติคงที่ ที่มีผู้สูงอายุ 4 คนจาก 14 คน คิดเป็นร้อยละ 28.6 ซึ่ง 2 ใน 4 คน ใช้ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน ที่ในการศึกษาจะศึกษาใน 1 ทิศทางจราจร ระยะความยาวของทางข้ามประมาณ 10.0 เมตร ซึ่งใช้ความเร็วที่ออกแบบสัญญาณไฟที่ต่ำกว่าทางข้ามแบบอื่น ส่งผลให้ผู้สูงอายุไม่จำเป็นต้องเร่งฝีเท้าก็สามารถเดินข้ามได้ทันสัญญาณไฟ ส่วนอีก 2 คน จากทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ผู้สูงอายุข้ามไม่ทันสัญญาณไฟเพียงแต่ยานพาหนะ ก็หยุดรอจนกว่าแต่ละท่านจะข้ามเสร็จสิ้น โดยมีผู้สูงอายุ 1 คน จากทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ที่ข้ามด้วยความเร็วคงที่เช่นกัน เพียงแต่ต้องหลบยานพาหนะที่จอดทับทางข้ามซึ่งเป็นปัญหาเดียวกันกับเมื่อผู้สูงอายุปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม ซึ่งมักจะเกิดบนทางข้ามที่มีปริมาณการจราจรคับคั่ง และมีผู้สูงอายุ 3 คนจาก 14 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 21.4 ที่เร่งความเร็วในช่วงครึ่งทางแรก เนื่องจากมาหลังจากสัญญาณไฟเขียว เพียงแต่เมื่อเห็นว่าสามารถข้ามได้ทันแล้วจึงผ่อนความเร็วลงเป็นความเร็วปกติในช่วงครึ่งหลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.10.3 การฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม

การฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้ามมี 2 กรณี คือการที่มีคนข้ามขณะที่สัญญาณไฟทางข้ามขึ้นไฟสีแดง ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่แจ้งว่าไม่สามารถเดินข้ามได้ โดยไม่ได้กดปุ่มนับถอยหลังรอข้าม และการกดปุ่มนับเวลาถอยหลังแล้วแต่ไม่รอเวลานับถอยหลังขึ้นสัญญาณไฟสีเขียว หรือให้ข้ามได้ แต่เลือกข้ามเลยในช่วงนับเวลาถอยหลังรอข้าม ซึ่งยังขึ้นสัญญาณไฟสีแดงเช่นเดียวกัน จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุมีพฤติกรรมการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม ที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามถนน ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผู้สูงอายุที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟทาข้าม

รายละเอียด	จำนวน (คน)	ทางข้าม 4 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร		ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	
		สมเด็จฯ (คน)	บำรุงราษฎร์ (คน)	คามิลเลียน (คน)	เทียนฟ้าฯ (คน)	จุฬาฯ (คน)	สถาบันไตฯ (คน)
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม	9	-	-	-	4	1	4
เดินข้ามด้วยความเร็วคงที่ตลอดการข้าม แต่เร่งฝีเท้า	19	1	-	2	4	2	10
ชะลอความเร็วเพื่อให้ยานพาหนะผ่านช่วงเริ่มข้าม แล้วเดินข้ามด้วยความเร็วคงที่	5	2	-	-	-	1	2
เดินข้ามด้วยความเร็วที่ต่ำตลอดการข้าม เพื่อรอช่องว่างระหว่างยานพาหนะ	11	4	-	2	4	-	1
เดินข้ามด้วยความเร็วที่ต่ำ เพื่อรอช่องว่างระหว่างยานพาหนะ เมื่อมีช่องว่างจะเร่งฝีเท้า	15	3	1	-	6	-	5
เร่งความเร็วช่วงกลางทางข้าม แต่ผ่อนความเร็วช่วงเริ่มต้น และช่วงปลาย	3	-	-	-	1	-	2
เร่งความเร็วช่วงปลาย เพราะยานพาหนะที่มาถึง ไม่ได้ชะลอความเร็วให้	3	1	-	2	-	-	-
เร่งความเร็วช่วงครึ่งแรก แต่ใช้ความเร็วปกติช่วงครึ่งหลัง	4	2	-	2	-	-	-
รวมจำนวนผู้สูงอายุ	**69**	**13**	**1**	**8**	**19**	**4**	**24**

จากตารางที่ 4.22 ประกอบกับข้อมูลจากตารางที่ 4.3 พบว่าทางข้ามที่มีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม มากที่สุดไปน้อยที่สุด มีดังนี้ อันดับที่หนึ่งคือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ จำนวน 24 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 40 คน หรือร้อยละ 60.0 อันดับที่สองคือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ จำนวน 19 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 37 คนหรือร้อยละ 51.4 อันดับสาม คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 13 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 38 คน หรือร้อยละ 34.2 อันดับที่สี่ คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน จำนวน 8 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 37 คน หรือร้อยละ 21.6 อันดับที่ห้า คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 4 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 36 คน หรือร้อยละ 11.1 และอันดับที่หก คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ จำนวน 1 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 39 คน หรือร้อยละ 2.6

4.4.10.3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้ามที่กล่าวไปข้างต้น พบว่าอันดับนั้นตรงกันข้ามกับผู้สูงอายุที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้ามชัดเจน นั้นหมายความว่าปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลนั้นก็ตรงกันข้าม เช่นเดียวกันคือ ปริมาณการจราจรน้อยถึงปานกลาง และเป็นทางข้ามที่ตั้งอยู่บนถนน 1 ทิศทางจราจร นั้นเอื้อต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม นอกจาก 2 ปัจจัยที่กล่าวมา การฝ่าฝืนสัญญาณไฟนั้น เกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการรอสัญญาณให้ข้าม ที่หากมีระยะเวลานาน (55 วินาทีขึ้นไป) จะช่วยส่งเสริมกันกับทั้ง 2 ปัจจัย ยกตัวอย่างเช่นทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ที่มีช่วงรอสัญญาณไฟ 60 วินาที ปริมาณการจราจรปานกลาง และเป็นทางข้าม 1 ทิศทางการจราจร ซึ่งทำให้มีระยะเวลาที่นานเพียงพอที่จะสังเกตยานพาหนะในทิศทางเดียวและด้วยปริมาณการจราจรที่ไม่หนาแน่น ทำให้มีช่องว่างสำหรับเดินข้ามอย่างสะดวก จนทำให้มีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้ามสูงถึงร้อยละ 60 อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาเมื่อขึ้นสัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามกลับไม่มีคนเดินข้ามแล้ว รบกวนจังหวะการสัญจรของยานพาหนะที่ต้องหยุดตามสัญญาณไฟ

4.4.10.3.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วผู้สูงอายุเมื่อฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกตได้ในตารางที่ 4.22 พบว่าผู้สูงอายุมีการใช้ความเร็วในการข้ามหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยปริมาณการจราจร และรูปแบบทางกายภาพของทางข้ามนั้นๆ โดยมีผู้สูงอายุที่ใช้ความเร็วคงที่ แต่เร่งฝีเท้ามี 19 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 69 คน คิดเป็นร้อยละ 27.5 โดยเป็นสัดส่วนที่สูงที่สุด ซึ่งใน 19 คนนี้ 10 คน มาจากทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ซึ่งเป็นทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน ซึ่งในการศึกษาจะศึกษาใน 1 ทิศทางจราจร และมี 3 ช่องจราจร ซึ่งมีความยาวทางข้ามน้อยที่สุดในพื้นที่ศึกษาคือ 9.2 เมตร จึงอาจจะเอื้อให้เมื่อเร่งฝีเท้าจะข้ามเสร็จสิ้นได้อย่างรวดเร็ว รองลงมาจะเป็นการข้ามด้วยความต่ำเพื่อรอช่องว่างระหว่างยานพาหนะ จากนั้นเมื่อมีช่องว่างก็จะทำการเร่งความเร็วขึ้น มี 15 คน คิดเป็นร้อยละ 21.7 ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ต้องการจะข้ามให้เสร็จสิ้นโดยเร็วเช่นกัน เพียงแต่มียานพาหนะสัญจรผ่านเส้นทางอยู่ ในส่วนของการข้ามด้วยความเร็วปกติคงที่ หรือแม้ว่าอาจจะต้องชะลอให้ยานพาหนะผ่านในช่วงแรก แต่หลังจากนั้นก็ใช้ความเร็วปกติ มี 14 คน คิดเป็นร้อยละ 20.3 โดยมีผู้สูงอายุส่วนใหญ่ 8 คน มาจากทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน ซึ่งสามารถข้ามสำเร็จได้ง่ายกว่าจากระยะความยาวทางข้ามที่น้อยกว่ารูปแบบอื่น และปริมาณการจราจรตอนข้ามขณะนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Trpković และคณะ (2017) ที่พบว่าทางข้ามที่มีเกาะกลางถนน อาจจะเอื้อต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟทางข้าม และมีผู้อายุที่ใช้ความเร็วต่ำตลอดการข้าม 11 คน คิดเป็นร้อยละ 15.9 ซึ่งมี 10 คน มาจากการใช้ทางข้ามรูปแบบ 4 ช่องจราจรขึ้นไป จะเห็นได้ว่าเมื่อทางข้ามมีระยะทางเพิ่มขึ้น โอกาสที่จะใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความเร็วที่คงที่ หรือเร่งฝีเท้าจะลดลง เพราะการฝ่าฝืนจะมีโอกาสที่ต้องชะลอความเร็วเมื่อยานพาหนะสัญจรผ่าน และการใช้ความเร็วต่ำก็ง่ายต่อการสังเกตยานพาหนะ และการตัดสินใจขณะฝ่าฝืน ที่เหลือจะเป็นการข้ามด้วยความเร็วไม่คงที่ขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์ หรือยานพาหนะที่สัญจร ณ ขณะนั้น

4.4.11 สมมติฐานทางเลือก H_{11}: ความเร็วของผู้สูงอายุที่รอสัญญาณไฟก่อนข้ามนานมีความแตกต่างกับความเร็วที่รอสัญญาณไฟไม่นาน บนทางข้ามมีระยะเวลารอสัญญาณไฟ 2 แบบ

ทำการเปรียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ ที่ใช้ทางข้ามที่มีระยะรอสัญญาณไฟก่อนข้าม 2 ระบบ คือรอสัญญาณไฟไม่นาน คือรอไม่นาน 20 – 25 วินาที และรอนาน 55 – 120 วินาที ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโดยสถิติ Shapiro-Wilk Test มีการแจกแจงแบบปกติทั้งสองกลุ่มในทุกทางข้าม จึงใช้การทดสอบ Independent Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน โดยข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุตามระยะเวลาการรอสัญญาณไฟ

สถานที่	การรอสัญญาณไฟ	จำนวน (คน)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	S.D.	S.E.	t	p-value
รพ. คามิลเลียน	รอสัญญาณไฟไม่นาน	10	1.25	0.072	0.023	-1.601	**0.122**
	รอสัญญาณไฟนาน	16	1.31	0.104	0.026		
รพ. เทียนฟ้ามูลนิธิ	รอสัญญาณไฟไม่นาน	8	1.03	0.133	0.047	-1.184	**0.258**
	รอสัญญาณไฟนาน	7	1.11	0.134	0.051		
รพ.สมเด็จเจ้าพระยา	รอสัญญาณไฟไม่นาน	13	1.21	0.199	0.055	0.963	**0.346**
	รอสัญญาณไฟนาน	10	1.13	0.165	0.052		

จากการเปรียบเทียบในทางข้ามทั้ง 3 แห่ง พบว่าความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุ ที่รอสัญญาณไฟก่อนข้ามนาน และไม่นาน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ความเร็วเฉลี่ยเมื่อรอสัญญาณไฟก่อนข้ามนาน มีค่าที่สูงกว่าเมื่อต้องรอไม่นานเล็กน้อย ซึ่งทั้งสองทางข้ามล้วนเป็นทางข้าม 6 ช่องจราจร กลับกันในทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา ที่เป็นทางข้าม 4 ช่องจราจร พบว่าความเร็วเฉลี่ยเมื่อรอสัญญาณไฟก่อนข้ามนาน มีค่าที่ต่ำกว่าเมื่อต้องรอไม่นาน ซึ่งลักษณะทางกายภาพก็อาจจะมีผล ยกตัวอย่างเช่น ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน ที่ต้องใช้เวลารอสัญญาณไฟก่อนข้ามถึง 120 วินาที ทำให้ผู้รอเกิดความเร่งรีบขึ้น แต่เมื่อสังเกตผู้สูงอายุที่รอ

สัญญาณไฟไม่นานบนทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา พบว่าผู้สูงอายุที่มีความเร็วสูงกว่าค่าเฉลี่ย 4 ใน 5 คน มาถึงยังทางข้ามก่อนสัญญาณไฟจะให้ข้ามเล็กน้อย ซึ่งอาจจะต้องหยุดรอกะทันหัน และเมื่อสัญญาณขึ้นให้ข้ามจึงเร่งฝีเท้าเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง เทียบกับผู้สูงอายุที่รอสัญญาณไฟนานที่ข้ามด้วยความเร็วที่ปกติมากกว่า

4.4.12 การทดสอบสมมติฐานเพิ่มเติม

ในการบันทึกวิดีโอการข้ามถนนของผู้สูงอายุ นอกจากจะได้ข้อมูลเวลาที่ใช้ข้ามเพื่อนำไปคำนวณหาความเร็วในการเดินแล้วนั้น ยังสามารถที่จะจับหาเวลาสูญเสียเริ่มต้นขณะที่คนเดินเท้าเริ่มข้าม ในทุกรอบการข้ามที่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม ซึ่งข้อมูลจากทั้ง 6 ทางข้าม จะนำเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ได้ ไปเปรียบเทียบกับเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ และความแตกต่างของเวลาสูญเสียเริ่มต้นจากปริมาณการจราจรที่แตกต่างกันในแต่ละรูปแบบทางข้าม ซึ่งจะพิสูจน์ในสมมติฐานทางเลือก H_{12} และ H_{13} มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.12.1 สมมติฐานทางเลือก H_{12}: เวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงมีความแตกต่างกับเวลาที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ

จากสูตรการคำนวณหาระยะสัญญาณไฟทางข้ามของ Highway Capacity Manual (2016) ในหัวข้อที่ 3.5.1.3 จะปรากฏค่าคงที่ 3.2 ซึ่งเป็นเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้สำหรับการออกแบบ โดยจะนำค่านี้เปรียบเทียบกับเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง และใช้การทดสอบ One Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน มีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ 85th Percentiles จากทางข้ามจริง กับเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้ออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามใน Highway Capacity Manual (2016)

ช่องจราจร	เวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยที่ 85th Percentiles (วินาที)	S.D.	S.E.	เวลาสูญเสียเริ่มต้น HCM (วินาที)	t	p-value
ทางข้าม 4 ช่องจราจร	2.81	0.174	0.123	3.20	-3.178	**0.194**
ทางข้าม 6 ช่องจราจร	3.07	0.056	0.040		-3.304	**0.187**
ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	3.09	0.611	0.432		-0.260	**0.838**

การเปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยจากทางข้ามแต่ละรูปแบบ กับเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้สำหรับการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามของ Highway Capacity Manual (2016) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาสกร จูหมื่นไวย์ (2562) ที่ศึกษาบนทางข้าม 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจรที่ไม่มีความแตกต่างเช่นกัน โดยหากนำค่า 3.2 วินาทีมาใช้ออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามที่ทำการศึกษา ก็จะครอบคลุมกับเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ได้จากการเก็บข้อมูล 1,392 รอบ จาก 1,581 รอบ คิดเป็นร้อยละ 88.0

4.4.12.2 สมมติฐานทางเลือก H_{13}: เวลาสูญเสียเริ่มต้นจากทางข้ามจริงมีความแตกต่างกัน บนทางข้ามที่มีช่องจราจรประเภทเดียวกันแต่มีปริมาณจราจรแตกต่างกัน

ทำการเปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยระหว่างรูปแบบทางข้าม 4 ช่องจราจร ทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งมีปริมาณการจราจรที่แตกต่างกัน โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละรูปแบบทางข้ามทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนมากกว่า 100 คน ถือว่ามากพอที่จะมีการแจกแจงแบบปกติ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2545) จึงใช้การทดสอบ Independent Sample t-test เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน มีข้อมูลทางสถิติเป็นดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยในทางข้ามประเภทเดียวกัน แต่มีปริมาณการจราจรที่ต่างกัน

ช่องจราจร	สถานที่	จำนวน (รอบ)	เวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ย (วินาที)	S.D.	S.E.	t	p-value
ทางข้าม 4 ช่องจราจร	รพ.สมเด็จฯ	229	1.75	1.041	0.069	-0.633	**0.558**
	รพ.บำรุงราษฎร์	678	1.81	1.221	0.047		
ทางข้าม 6 ช่องจราจร	รพ.คามิลเลียน	296	1.85	1.420	0.083	0.767	**0.444**
	รพ.เทียนฟ้าฯ	119	1.74	1.235	0.113		
ทางข้าม 6 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนน	รพ.จุฬาลงกรณ์	131	1.51	1.338	0.117	-2.847	**0.005**
	รพ.สถาบันโรคไตฯ	128	2.00	1.439	0.127		

จากการเปรียบเทียบในรูปแบบทางข้ามแต่ละแบบ พบว่าในทางข้าม 4 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร เวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่ก็สามารถสังเกตแนวโน้มได้ โดยในทางข้าม 4 ช่องจราจร ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ มีปริมาณการจราจรที่หนาแน่นกว่าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา จึงอาจต้องใช้เวลาตอบสนองต่อสัญญาณไฟนานกว่าอยู่ที่ 1.81 วินาที เทียบกับ 1.75 วินาที เพื่อรอให้ยานพาหนะพ้น

ทางข้ามจนหมด หรือจนกว่าคนเดินเท้าจะมั่นใจแล้วว่าปลอดภัย และในทางข้าม 6 ช่องจราจร ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียนที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นกว่า ก็มีเวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ยคือ 1.85 วินาที มีค่ามากกว่าทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิที่ 1.74 วินาที แต่เมื่อพิจารณาบนทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ค่าเฉลี่ยของเวลาสูญเสียเริ่มต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และมีแนวโน้มตรงกันข้าม 2 รูปแบบก่อนหน้านี้ คือทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ ที่มีปริมาณการจราจรที่น้อยกว่า กลับมีเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่นานกว่าทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งเมื่อสังเกตรอบการข้ามที่มีเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่มากกว่า 3.2 วินาทีในทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ พบว่าหากจังหวะที่สัญญาณไฟให้ข้ามขึ้นสีเขียว ใกล้เคียงกับช่วงที่ไฟเขียวตรงสี่แยกพญาไท ปล่อยยานพาหนะพอดี จะทำให้ยานพาหนะทำความเร็วจนไม่ชะลอ และหยุดให้กับสัญญาณไฟคนข้ามถนน ซึ่งกว่าจะมียานพาหนะเริ่มจอดก็เสียเวลามากที่สุดถึง 6.63 วินาที แตกต่างกับทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่อยู่ใกล้กับแยกราชดำริเช่นเดียวกัน เพียงแต่การจราจรที่คับคั่งส่งผลให้ยานพาหนะทำความเร็วได้ต่ำ และระยะทางระหว่างทางข้ามและแยกก็น้อยกว่าทำให้ยานพาหนะชะลอ และหยุดให้คนเดินข้ามได้ง่ายกว่า

4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่เก็บได้ในพื้นที่ศึกษา ทั้งข้อมูลทางกายภาพของทางข้าม ข้อมูลของคนเดินเท้าทั้งหมด และข้อมูลของคนเดินเท้าที่เป็นผู้สูงอายุ ได้นำไปวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน ตามวัตถุประสงค์หัวข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ของงานวิจัย โดยมีสรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ที่ศึกษาความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ โดยเปรียบเทียบกับความเร็วออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศ และความเร็วออกแบบจริงในแต่ละทางข้าม โดยจะหาค่าความเร็วที่ 15th Percentiles ในแต่ละสัดส่วนของผู้สูงอายุที่เดินร่วมกับคนเดินเท้าทั่วไป จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วใช้เปรียบเทียบ พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ย จากสัดส่วนผู้สูงอายุในทางข้าม 4 ช่องจราจร ช้ากว่าความเร็วออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศที่ 1.07 เมตรต่อวินาที อย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่ในทางข้ามรูปแบบอื่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่มีค่าความเร็วที่ 15th Percentiles ช้ากว่าความเร็วของต่างประเทศเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วออกแบบจริงในแต่ละทางข้าม พบว่ามีความแตกต่างกับความเร็วออกแบบจริงอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในทุกทางข้าม โดยมีทางข้าม 3 ที่ใช้ความเร็วออกแบบที่น้อยกว่าความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ย และทางข้ามอีก 3 แห่ง ใช้ความเร็วออกแบบ

ที่มากกว่า ซึ่งทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิเป็นทางข้ามที่ควรได้รับการปรับปรุงมากที่สุด จากการที่ความเร็วที่ใช้ออกแบบจริง สูงกว่าความเร็วของกลุ่มตัวอย่างในจากทางข้ามทุกคน

ในส่วนของวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ ได้แก่ ช่วงวัย รูปแบบทางข้าม ทางข้ามแต่ละแห่ง การถือสัมภาระ เพศ ความถี่ในการทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ พฤติกรรมการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม และระยะเวลาที่ต้องรอสัญญาณไฟทางข้าม พบว่าในตัวแปรช่วงวัย ทางข้ามแต่ละแห่ง การถือสัมภาระ ความเร็วการเดินมัธยฐานของผู้สูงอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่ในตัวแปรรูปแบบทางข้าม เพศ ความถี่ในการใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ พฤติกรรมการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม และระยะเวลาที่ต้องรอสัญญาณไฟทางข้าม ความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 นอกจากนี้ในการบันทึกวิดีโอการข้ามถนนของผู้สูงอายุยังสามารถที่จะจับหาเวลาสูญเสียเริ่มต้นขณะที่คนเดินเท้าเริ่มข้าม โดยเมื่อเปรียบเทียบกับหาเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศที่ 3.2 วินาที พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และเมื่อเปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นของคนเดินเท้าในทางข้ามรูปแบบเดียวกัน พบว่าในทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ส่วนในรูปแบบอื่นไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
แบบจำลองทางสถิติ

ในบทนี้จะหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบระยะสัญญาณไฟทางข้ามกับสัดส่วนของคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ โดยจะแสดงวิธีการหาสัดส่วนของผู้สูงอายุ และความเร็วที่ 15th Percentiles จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็น 2 แบบจำลอง คือโดยแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบกับสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุแยกตามข้อมูลในแต่ละทางข้ามที่ทำการศึกษา และแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้จากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน แล้วทำการสรุปผลที่ได้จากแบบจำลอง

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ

จากตารางที่ 4.6 ที่หาสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ร่วมเดินข้ามกับคนเดินเท้าทั่วไป กับความเร็วที่ 15th Percentiles จากสัดส่วนนั้นๆ จะนำไปสร้างแบบจำลองหาความสัมพันธ์ตามแต่ละกลุ่มที่ได้แบ่งไว้ ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) ในการวิเคราะห์ เพื่อหาว่าความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 หรือไม่ โดยจะใช้โปรแกรม IBM SPSS ในการสร้างกราฟความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยแบ่งเป็นแบบจำลองจากข้อมูลแต่ละทางข้าม และแบบจำลองจากข้อมูลทุกทางข้ามรวมกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

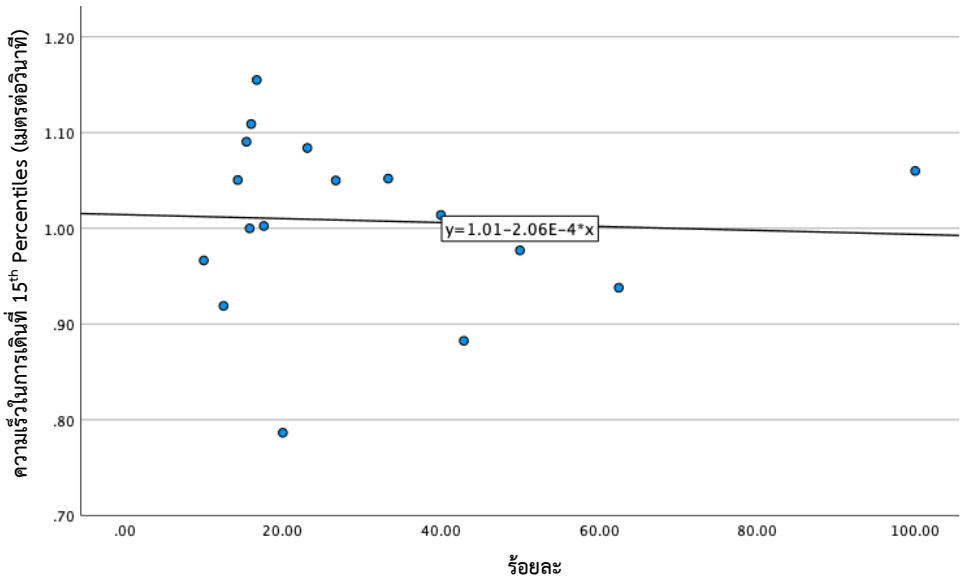
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.1 แบบจำลองความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุแยกตามข้อมูลในแต่ละรูปแบบทางข้าม

แบ่งเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ ทางข้าม 4 ช่องจราจร ทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ทางข้าม 4 ช่องจราจร

จากข้อมูลของคนข้ามที่ใช้ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ วิเคราะห์หาสัดส่วนผู้สูงอายุ และความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles ที่แสดงในตารางที่ 4.6 ในรูปแบบทางข้าม 4 ช่องจราจร มีกราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.1 และมีค่าทางสถิติดังตารางที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุบนทางข้าม 4 ช่องจราจร

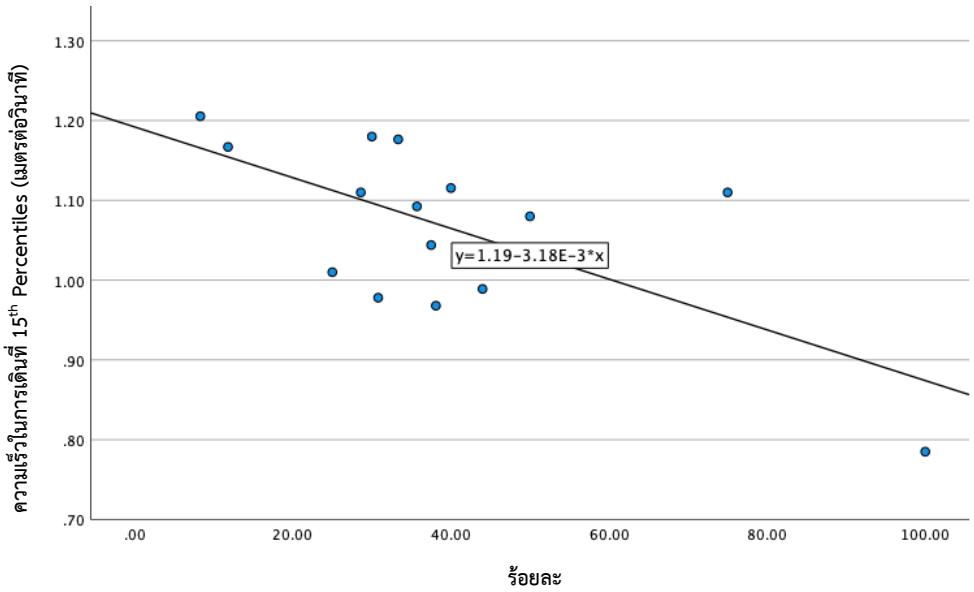
ตารางที่ 5.1 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองของทางข้าม 4 ช่องจราจร

แบบจำลอง	R Square	F	p-value
ทางข้าม 4 ช่องจราจร	0.003	0.042	0.841

จากตารางที่ 5.1 พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ บนทางข้าม 4 ช่องจราจร ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากค่า p-value ที่เท่ากับ 0.841 ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากความเร็วจากทั้งสองทางข้ามในรูปแบบนี้ มีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ที่ใกล้เคียงกัน อ้างอิงจากรูปที่ 4.3 เทียบกับทางข้ามแบบอื่นที่มีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ห่างกันชัดเจนกว่า ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความเร็วที่ 15th Percentiles ในแต่ละสัดส่วนมากกว่า แต่ถึงแม้ว่าในทางข้าม 4 ช่องจราจร ค่าทั้งสองจะไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ค่าที่ได้จากทางข้ามนี้จะนำไปใช้วิเคราะห์รวมกับทางข้ามรูปแบบอื่น ในการวิเคราะห์แบบจำลองที่รวมข้อมูลจากทุกทางข้ามต่อไป

5.1.1.2 ทางข้าม 6 ช่องจราจร

จากข้อมูลของคนข้ามที่ใช้ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ วิเคราะห์หาสัดส่วนผู้สูงอายุ และความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles ที่แสดงในตารางที่ 4.6 ในรูปแบบทางข้าม 6 ช่องจราจร มีกราฟความสัมพันธ์เป็นดังรูปที่ 5.2 และมีค่าทางสถิติดังตารางที่ 5.2



รูปที่ 5.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร

ตารางที่ 5.2 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองของทางข้าม 6 ช่องจราจร

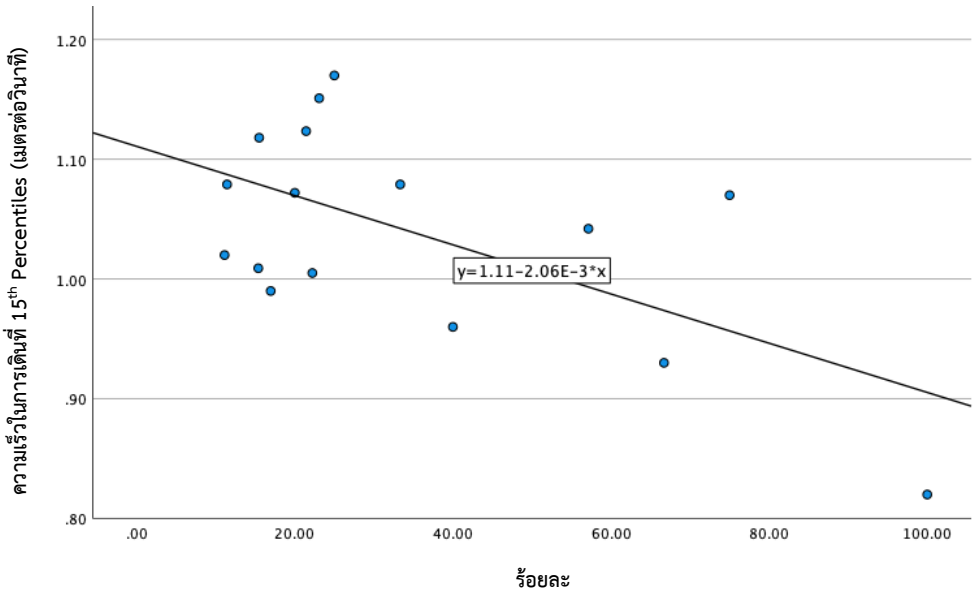
แบบจำลอง	R Square	F	p-value
ทางข้าม 6 ช่องจราจร	0.442	10.292	0.007

จากตารางที่ 5.2 พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากค่า p-value ที่เท่ากับ 0.007 และมีค่า R Square เท่ากับ 0.442 จากความสัมพันธ์สามารถนำไปสร้างสมการได้ดังนี้

ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม = 1.192 – 0.003 x (ร้อยละของสัดส่วนผู้สูงอายุ)

5.2.1.3 ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน

จากข้อมูลของคนข้ามที่ใช้ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ วิเคราะห์หาสัดส่วนผู้สูงอายุ และความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles ที่แสดงในตารางที่ 4.6 ในรูปแบบทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน มีกราฟความสัมพันธ์เป็นดังรูปที่ 5.3 และมีค่าทางสถิติดังตารางที่ 5.3



รูปที่ 5.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน

ตารางที่ 5.3 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองของทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน

แบบจำลอง	R Square	F	p-value
ทางข้าม 6 ช่องจราจร	0.371	8.864	0.009

จากตารางที่ 5.3 พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ บนทางข้าม 6 ช่องจราจร มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากค่า p-value ที่เท่ากับ 0.009 ในส่วนของค่า R Square เท่ากับ 0.371 จากความสัมพันธ์และค่าทางสถิติสามารถนำไปสร้างสมการได้ดังนี้

ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม = 1.111 – 0.002 x (ร้อยละของสัดส่วนผู้สูงอายุ)

จากสมการที่ได้จากทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน จะนำค่าความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ไปเปรียบเทียบกับค่าที่แนะนำจากงานวิจัยของ Gates และคณะ (2006) และจาก Highway Capacity Manual (2016) ตามสัดส่วนของผู้สูงอายุ ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามจากแบบจำลองแยกตามรูปแบบทางข้าม

ร้อยละ	ทางข้าม 6 ช่องจราจร	ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน	งานวิจัยของ Gates และคณะ	Highway Capacity Manual
0	1.19	1.11	1.22	1.22
20	1.13	1.07	1.10	1.01
30	1.10	1.05	1.07	0.91
40	1.07	1.03	1.04	0.82
50	1.04	1.01	1.01	0.73
100	0.89	0.91	0.88	-

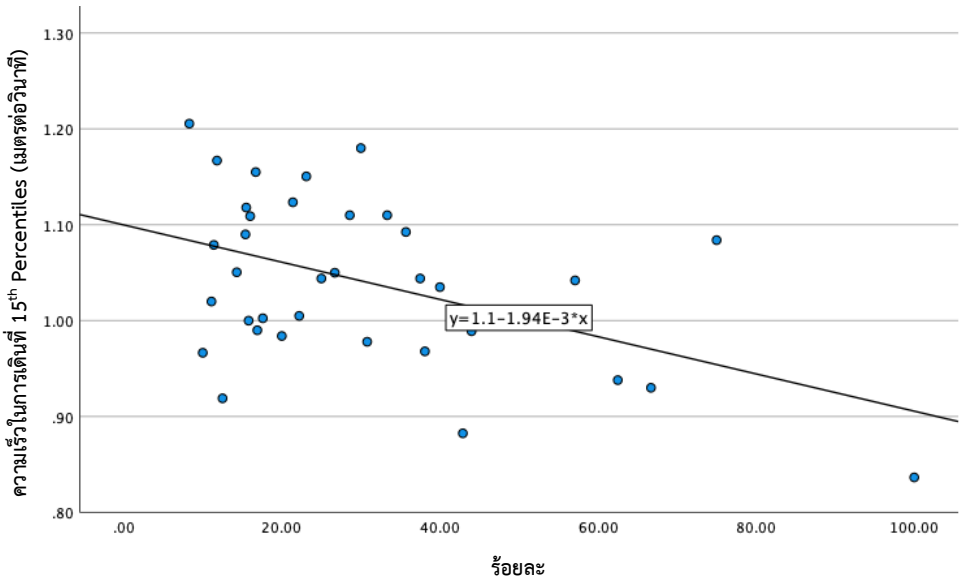
หมายเหตุ: หน่วยของความเร็ว คือ เมตรต่อวินาที

จากตารางที่ 5.4 ในช่วงสัดส่วนของผู้สูงอายุร้อยละ 0 – 20 ค่าความเร็วของสมการจากทางข้าม 6 ช่องจราจร ใกล้เคียงกับค่าของ Gates และคณะ (2006) และใกล้เคียงกับความเร็วจาก Highway Capacity Manual (2016) ส่วนค่าความเร็วของสมการจากทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน มีค่าน้อยสุด จนเมื่อมีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ร้อยละ 30 ค่าความเร็วที่ได้จากสมการของทั้ง 2 ทางข้าม และค่าที่ได้จาก Gates และคณะ (2006) เริ่มใกล้เคียงกันเรื่อย ๆ เมื่อสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น แตกต่างกับความเร็วที่แนะนำจาก Highway Capacity Manual (2016) ที่ลดด้วยสัดส่วนที่คงที่ประมาณ 0.09 เมตรต่อวินาที เมื่อสัดส่วนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ทำให้ความเร็วที่แนะนำนั้น มีค่าที่ต่ำที่สุดในแต่ละสัดส่วนของผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.2 แบบจำลองความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้จากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน

จากวิธีการหาสัดส่วนของผู้สูงอายุในหัวข้อที่ 5.1 แล้วรวมสัดส่วนที่ได้จากทางข้ามทั้ง 3 รูปแบบ ในสัดส่วนที่ตรงกัน ก็จะรวมกลุ่มตัวอย่างของผู้สูงอายุ และคนเดินเท้าทั่วไปเข้าด้วยกัน เพื่อหาค่าความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles เพื่อเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ตามสัดส่วนนั้นๆ ผลลัพธ์ที่ได้คือค่าสัดส่วนที่แตกต่างกัน 36 ค่าดังแสดงไปแล้วในตารางที่ 4.6 โดยค่าความเร็วในการเดินที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ จะนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์เป็นดังรูปที่ 5.4 และมีค่าทางสถิติดังตารางที่ 5.5



รูปที่ 5.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ 15th Percentiles กับสัดส่วนผู้สูงอายุจากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน

ตารางที่ 5.5 ค่าทางสถิติที่ได้จากแบบจำลองจากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน

แบบจำลอง	R Square	F	p-value
ทุกทางข้าม	0.223	9.738	0.004

จากตารางที่ 5.5 พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ จากข้อมูลของทุกทางข้ามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากค่า p-value ที่เท่ากับ 0.004 และมีค่า R Square เท่ากับ 0.223 จากความสัมพันธ์สามารถนำไปสร้างสมการได้ดังนี้

ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม = 1.100 – 0.002 x (ร้อยละของสัดส่วนผู้สูงอายุ)

จากสมการข้างต้นจะนำค่าความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ไปเปรียบเทียบกับค่าที่แนะนำจากงานวิจัยของ Gates และคณะ (2006) และจาก Highway Capacity Manual (2016) ตามสัดส่วนของผู้สูงอายุ เช่นเดียวกันกับในแบบจำลองที่แยกตามรูปแบบทางข้าม ผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังตารางที่ 5.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามจากแบบจำลองที่รวมข้อมูลจากทุกทางข้าม

ร้อยละ	ข้อมูลจากทุกทางข้าม	งานวิจัยของ Gates และคณะ	Highway Capacity Manual
0	1.10	1.22	1.22
20	1.06	1.10	1.01
30	1.04	1.07	0.91
40	1.02	1.04	0.82
50	1.00	1.01	0.73
100	0.90	0.88	-

หมายเหตุ: หน่วยของความเร็ว คือ เมตรต่อวินาที

จากตารางที่ 5.6 ในสัดส่วนที่ไม่มีผู้สูงอายุ ความเร็วที่ได้จากสมการมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ Gates และคณะ (2006) และของ Highway Capacity Manual (2016) แต่เมื่อสัดส่วนของผู้สูงอายุถึงร้อยละ 20 ขึ้นไปความเร็วที่ได้จากสมการใกล้เคียงกับค่าที่แนะนำจากงานวิจัยของ Gates และคณะ (2006) โดยความเร็วที่จากสมการในแบบจำลองนี้ นี้มีค่าใกล้เคียงกับแบบจำลอง ในทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งอาจเป็นผลจากค่าความเร็วที่ 15th Percentiles ในช่วงร้อยละ 60 – 100 ของทั้งสองแบบจำลองนี้ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

5.3 สรุปผลที่ได้จากแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองนั้น ต้องหาค่าร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุ ซึ่งคิดจากแต่ละรอบที่มีผู้สูงอายุข้าม รวมจำนวนของผู้สูงอายุและคนเดินเท้าทั่วไปที่ข้ามพร้อมกับผู้สูงอายุในรอบนั้นๆ ในหนึ่งชั่วโมง จะได้สัดส่วนของผู้สูงอายุ และข้อมูลเวลาที่ใช้ข้ามของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นแปลงเวลาเพื่อหาความเร็วที่ใช้ข้ามของแต่ละคน จากนั้นหาความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เพื่อเป็นค่าความเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้ออกแบบตามสัดส่วนผู้สูงอายุ โดยให้ร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุเป็นตัวแปรต้น และความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เป็นตัวแปรตาม โดยแบ่งแบบจำลองเป็น 2 แบบ คือแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุแยกตามข้อมูลในแต่ละรูปแบบทางข้าม และแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้จากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่แยกตามรูปแบบทางข้าม คือความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles และร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุ จากทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจรที่มีเกาะกลางถนน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยในช่วงสัดส่วน

ของผู้สูงอายุร้อยละ 0 – 20 ค่าความเร็วของสมการจากทางข้าม 6 ช่องจราจร ใกล้เคียงกับค่าของ Gates และคณะ (2006) และใกล้เคียงกับความเร็วจาก Highway Capacity Manual (2016) ส่วนค่าความเร็วของสมการจากทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน มีค่าน้อยสุด จนเมื่อมีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ร้อยละ 30 ค่าความเร็วที่ได้จากสมการของทั้ง 2 ทางข้าม และค่าที่ได้จาก Gates และคณะ (2006) เริ่มใกล้เคียงกันเรื่อย ๆ เมื่อสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มสูงขึ้น แต่ในทางข้าม 4 ช่องจราจร พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

ในส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่จากการรวมข้อมูลทุกทางข้าม ความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles และร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ซึ่งในสัดส่วนที่ไม่มีผู้สูงอายุความเร็วที่ได้จากสมการมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ Gates และคณะ (2006) และกับค่าความเร็วแนะนำของ Highway Capacity Manual (2016) แต่เมื่อสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ความเร็วที่ได้จากสมการใกล้เคียงกับค่าที่แนะนำจากงานวิจัยของ Gates และคณะ (2006) ซึ่งค่าความเร็วจากสมการในแบบจำลองนี้ ค่าใกล้เคียงกับแบบจำลองในทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งอาจเป็นผลจากค่าความเร็วที่ 15th Percentiles ในช่วงร้อยละ 60 – 100 ของทั้งสองแบบจำลองนี้ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเร็วในการเดินของผู้สูงอายุที่ใช้ทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลัง โดยการเปรียบเทียบกับความเร็วที่แนะนำสำหรับออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามของต่างประเทศ และความเร็วที่ใช้ในการออกแบบจริงในทางข้ามหน้าโรงพยาบาลในกรุงเทพมหานคร และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วในการข้ามของผู้สูงอายุ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบ กับสัดส่วนคนใช้ทางข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

6.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย

วิธีการศึกษาจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การทดสอบสมมติฐาน และการสร้างแบบจำลองทางสถิติ เพื่อใช้ศึกษาวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ได้ไปแล้วข้างต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้มีดังต่อไปนี้

6.1.1 ผลลัพธ์จากการทดสอบสมมติฐาน

ความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุในทางข้าม 4 ช่องจราจร เปรียบเทียบกับความเร็วที่แนะนำในการออกแบบจาก Highway Capacity Manual (2016) ที่ 1.07 เมตรต่อวินาที ช้ากว่าอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยที่ในทางข้ามรูปแบบอื่นช้ากว่าเล็กน้อย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อนำความเร็วที่ 1.07 เมตรต่อวินาที ไปคำนวณหาค่าระยะสัญญาณไฟทางข้าม โดยใช้ข้อมูลของทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ เนื่องจากเป็นทางข้ามที่มีผู้สูงอายุที่มีความเร็วต่ำที่สุดในกลุ่มตัวอย่างใช้ข้าม โดยเวลาสัญญาณไฟที่คำนวณได้คือ 16.80 วินาที ซึ่งมีผู้สูงอายุข้ามทันในระยะเวลานี้ 221 คน คิดเป็นร้อยละ 97.4 จากกลุ่มตัวอย่าง 227 คน

สำหรับการเปรียบเทียบความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ยจากสัดส่วนผู้สูงอายุในแต่ละทางข้าม กับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางข้ามจริง พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ทั้ง 6 ทางข้าม โดยทางข้ามที่มีความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ยที่มากกว่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบมี 3 แห่ง ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสถาบันโรคไตภูมิราชนครินทร์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน ซึ่งเวลาให้ข้ามจากสัญญาณไฟนั้น เพียงพอต่อเวลาของผู้สูงอายุที่เดินช้าที่สุดจากทางข้ามนั้นๆ และมีทางข้าม 3 แห่ง ที่ความเร็วที่ 15th Percentiles เฉลี่ย น้อยกว่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่ ทางข้ามหน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ พบว่ามีสัดส่วนของผู้สูงอายุที่ใช้เวลามากกว่าสัญญาณไฟให้ข้าม ร้อยละ 13.2, ร้อยละ 15.4 และร้อยละ 100.0 ตามลำดับ เห็นได้ว่าทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ควรได้รับการปรับปรุงระยะสัญญาณไฟให้ข้ามมากที่สุด เพราะเป็นทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเวลาให้ข้ามที่ 15 วินาที เท่ากับทางข้าม 4 ช่องจราจรที่มีความยาวทางข้ามน้อยกว่า

ในตัวแปรช่วงวัย ที่แบ่งเป็น 3 ช่วงวัย ได้แก่ วัยสูงอายุตอนต้น อายุ 60 – 69 ปี วัยสูงอายุตอนกลาง อายุ 70 – 79 ปี และวัยสูงอายุตอนปลายอายุ 80 ปีขึ้นไป พบว่าความเร็วมัธยฐานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยความเร็วที่มัธยฐานของวัยสูงอายุตอนต้นเร็วกว่าวัยสูงอายุตอนกลาง และตอนปลาย

ในตัวแปรรูปแบบทางข้ามทั้ง 3 แบบ ความเร็วเฉลี่ยการเดินของผู้สูงอายุ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ 95 โดยความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุบนทางข้าม 6 ช่องจราจรมีค่า 1.16 เมตรต่อวินาที มากกว่าความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุบนทางข้าม 4 ช่องจราจร และ 6 ช่องจราจร เล็กน้อย

ในตัวแปรทางข้ามแต่ละแห่ง พบว่าความเร็วการเดินมัธยฐานของผู้สูงอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียนมีความเร็วเฉลี่ยของผู้สูงอายุที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับทางข้าม 4 แห่ง ได้แก่ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ ซึ่งมาจากลักษณะทางกายภาพของทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน ที่ต้องข้าม 2 ทิศทางจราจร และไม่มีสัญญาณไฟจราจรตรงทางแยกที่จะชะลอความเร็วของยานพาหนะ และรถรับส่งจักรยานยนต์ที่มีตลอดทั้งวัน ทำให้การข้ามของกลุ่มตัวอย่างจะต้องเร่งรีบกว่าปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในตัวแปรการถือสัมภาระ ความเร็วมัธยฐานของผู้สูงอายุที่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดินช้ากว่าเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งการถือและไม่ถือสัมภาระ อย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ซึ่งแม้ว่าอุปกรณ์ช่วยเดินจะทำให้ผู้สูงอายุทรงตัวได้อย่างมั่นคงขึ้น แต่ก็ส่งผลต่อความเร็วในการเดิน ที่จะเคลื่อนไหวอย่างระมัดระวัง และมีความเร็วที่ช้าลงกว่าปกติ และแนวโน้มของความเร็วก็ลดลงเมื่อผู้สูงอายุต้องถือสัมภาระ และต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเดินตามลำดับ เทียบกับการไม่ถือสิ่งของใดๆ เลย

ในตัวแปรเพศ พบว่าความเร็วเฉลี่ยการเดินของผู้สูงอายุเพศหญิง และเพศชาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Trpković และคณะ (2017) และงานวิจัย Arango และ Montufar (2008)

ในตัวแปรความถี่การใช้ทางข้ามในหนึ่งสัปดาห์ ที่แบ่งเป็นใช้ทางข้าม 1-5 ครั้งต่อสัปดาห์ 6-10 ครั้งต่อสัปดาห์ และ 11 ครั้งขึ้นไป ต่อสัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบน

ความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุทั้งหมด โดยการใช้ทางข้าม 11 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์ มีความเร็วสูงกว่าเล็กน้อย

ในตัวแปรพฤติกรรมการปฏิบัติตามสัญญาณไฟทางข้าม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยการข้ามขณะไฟเขียวที่มีความเร็วเฉลี่ยสูงที่สุดเทียบกับพฤติกรรมอื่นๆ โดยการข้ามในลักษณะเวลาที่ใช้ข้ามจะไม่สอดคล้องจากที่ผู้ออกแบบคำนวณมา การจะข้ามให้ทันก็จะต้องใช้ความเร็วที่มากกว่าปกติ เพื่อให้ทันกับรอบสัญญาณไฟ ซึ่งเมื่อศึกษาในแต่ละบุคคล พบว่าปริมาณการจราจร ทิศทางการจราจรบนถนนที่ทางข้ามตั้งอยู่ ระยะเวลาที่ต้องรอสัญญาณไฟทางข้าม ยานพาหนะที่ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ รวมถึงการประเมินสถานการณ์ และความเร็วในการข้ามของตัวผู้ข้ามเอง ล้วนส่งผลต่อการเลือกปฏิบัติต่อสัญญาณไฟทางข้ามของผู้สูงอายุ และกระทบต่อความเร็วในการใช้ทางข้าม ที่แตกต่างกันออกไป

ในตัวแปรระยะเวลาที่ต้องรอสัญญาณไฟทางข้าม พบว่าความเร็วการเดินเฉลี่ยของผู้สูงอายุที่รอสัญญาณไฟก่อนข้ามนาน และไม่นาน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในทุกทางข้าม โดยทางข้าม 6 ช่องจราจร ได้แก่ทางข้ามหน้าโรงพยาบาลคามิลเลียน และทางข้ามหน้าโรงพยาบาลเทียนฟ้ามูลนิธิ ความเร็วเฉลี่ยเมื่อรอสัญญาณไฟก่อนข้ามนานมีค่าที่สูงกว่าเมื่อต้องรอไม่นานเล็กน้อย ซึ่งอาจมาจากลักษณะทางกายภาพของทางข้าม เช่น ระยะการรอสัญญาณไฟก่อนข้ามถึง 120 วินาที ทำให้ผู้รอเกิดความเร่งรีบขึ้น เป็นต้น แตกต่างกับ ทางข้าม 4 ช่องจราจร อย่างทางข้ามหน้าโรงพยาบาลสมเด็จเจ้าพระยา ที่ความเร็วเฉลี่ยเมื่อรอสัญญาณไฟก่อนข้ามนาน มีค่าที่ต่ำกว่าเมื่อต้องรอไม่นาน ซึ่งจากการสังเกตพบว่าผู้สูงอายุที่มีความเร็วสูงกว่าค่าเฉลี่ย 4 ใน 5 คน มาถึงยังทางข้ามก่อนสัญญาณไฟจะให้ข้ามเล็กน้อย ซึ่งอาจจะต้องหยุดรอกะทันหัน และเมื่อสัญญาณขึ้นให้ข้ามจึงเร่งฝีเท้าเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง

นอกจากนี้ในการบันทึกวิดีโอการข้ามถนนของผู้สูงอายุยังสามารถที่จะจับหาเวลาสูญเสียเริ่มต้นขณะที่คนเดินเท้าเริ่มข้าม โดยเมื่อเปรียบเทียบกับหาเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่ใช้ในการออกแบบมาตรฐานของต่างประเทศที่ 3.2 วินาที พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และเมื่อเปรียบเทียบเวลาสูญเสียเริ่มต้นของคนเดินเท้าในแต่ละรูปแบบทางข้ามที่ปริมาณการจราจรแตกต่างกัน พบว่าในทางข้าม 4 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจร เวลาสูญเสียเริ่มต้นเฉลี่ย มีแนวโน้มของทางข้ามที่มีปริมาณการจราจรที่หนาแน่นกว่า จะทำให้มีเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่นานกว่า แตกต่างกับทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ที่ให้ผลตรงข้ามกัน ซึ่งทางข้ามในรูปแบบนี้ทางแยกที่อยู่ใกล้เคียงอาจจะส่งผลต่อคนเดินเท้าหากจังหวะที่สัญญาณไฟให้ข้ามขึ้นสีเขียว ใกล้เคียงกับช่วงที่ไฟเขียวตรงสี่แยกปล่อยยานพาหนะพอดี ซึ่งทำให้ยานพาหนะที่กำลังเร่งทำความเร็วออกตัวไม่สามารถหยุดให้คนข้ามได้ทัน

6.1.2 ผลลัพธ์จากแบบจำลองทางสถิติ

ในการสร้างแบบจำลองจะให้ร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุเป็นตัวแปรต้น และความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles เป็นตัวแปรตาม โดยแบ่งแบบจำลองเป็น 2 แบบ คือแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุแยกตามข้อมูลในแต่ละรูปแบบทางข้าม และแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้จากข้อมูลในทุกทางข้ามรวมกัน

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่แยกตามรูปแบบทางข้าม คือความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles และร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุ จากทางข้าม 6 ช่องจราจร และทางข้าม 6 ช่องจราจรที่มีเกาะกลางถนน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่ในทางข้าม 4 ช่องจราจร พบว่าความเร็วที่ 15th Percentiles และสัดส่วนของผู้สูงอายุ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ในส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่รวมข้อมูลจากทุกทางข้าม ความเร็วการเดินที่ 15th Percentiles และร้อยละสัดส่วนของผู้สูงอายุ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญบนความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยที่ค่าความเร็วจากสมการในแบบจำลองนี้ ค่าใกล้เคียงกับแบบจำลองในทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน ซึ่งอาจเป็นผลจากค่าความเร็วที่ 15th Percentiles ในช่วงร้อยละ 60 – 100 ของทั้งสองแบบจำลองนี้ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษา และการพูดคุยปัญหาของการใช้ทางข้ามกับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงต้องการส่งต่อข้อเสนอแนะ เพื่อที่จะช่วยส่งเสริมความปลอดภัยแก่คนใช้ทางข้ามทุกคนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- การออกแบบระยะสัญญาณไฟให้ข้าม ควรมีการกำหนดความเร็วที่ใช้สำหรับการออกแบบที่เหมาะสมกับความเร็วของคนข้ามในพื้นที่ เนื่องจากในการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่กำหนดที่ตัวเลขให้ข้ามที่ 15 วินาที ซึ่งในความเป็นจริงทางข้ามแต่ละแห่งมีลักษณะทางกายภาพที่ต่างกัน ทำให้ในบางทางข้าม ระยะสัญญาณไฟให้ข้ามไม่เพียงพอต่อคนใช้ทางข้ามส่วนใหญ่
- การกำหนดระยะสัญญาณไฟรอข้าม ควรกำหนดให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของทางข้ามด้วยเช่นกัน เพราะการกำหนดเวลารอที่นานเกินไป ในทางข้ามที่มีปริมาณการจราจรปานกลาง และเป็นทางข้าม 1 ทิศทางการจราจร อาจส่งผลให้เกิดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาเมื่อขึ้นสัญญาณไฟเขียวให้เดินข้ามกลับไม่มีคนเดินข้ามแล้ว รบกวนจังหวะการสัญจรของยานพาหนะที่ต้องหยุดตามสัญญาณไฟ

- การติดตั้งอุปกรณ์ส่งเสริมความปลอดภัยของทางข้าม เช่นป้ายที่แสดงเวลานับถอยหลังของคนเดินข้าม ควรมีการตรวจสอบการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ และป้ายที่แสดงเวลานับถอยหลังของยานพาหนะที่สัญจร ควรที่จะติดตั้งให้สามารถเห็นได้อย่างสะดวก เพื่อลดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ รบกวนการข้ามถนนของคนเดินเท้า

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาพฤติกรรม และความเร็วการเดินของผู้สูงอายุ บนทางข้ามหน้าโรงพยาบาลในกรุงเทพมหานคร ซึ่งอาจมีบางประเด็นที่สามารถต่อยอดเพิ่มเติมในแง่ของคนที่ใช้ทางข้าม หรือลักษณะทางกายภาพโดยรอบทางข้าม ที่สามารถเป็นแนวทางต่องานวิจัยในอนาคตดังนี้

- พื้นที่การศึกษาที่ต่างออกไป เช่น ทางข้ามบริเวณแหล่งชุมชน ตลาด ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น อาจให้สนับสนุนผลลัพธ์เพิ่มเติมที่ได้จากงานวิจัยนี้
- หากมีการปรับปรุงระยะสัญญาณไฟให้ข้าม ตามความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบ ควรศึกษาผลกระทบต่อการจราจรของยานพาหนะ เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อระดับการให้บริการ (Level of Service; LOS) ในพื้นที่นั้นๆ ควบคู่กันไป
- สมการที่ได้จากความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุ หากต้องการที่จะนำไปใช้อ้างอิงผู้วิจัยแนะนำให้ใช้จากแบบจำลองที่รวมข้อมูลจากทุกทางข้าม เพราะสัดส่วนของผู้สูงอายุมีความหลากหลาย และมีชุดข้อมูลในการหาความเร็วที่ 15^{th} Percentiles ในบางสัดส่วนที่มากกว่า
- ค่าความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้ามตามสัดส่วนของผู้สูงอายุในงานวิจัยนี้ เป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในการนำไปปรับใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟ ควบคู่กับมาตรฐานต่างประเทศ หรือในงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งการนำไปปรับใช้ออกแบบสัญญาณไฟ ควรพิจารณาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น ลักษณะผู้สูงอายุตามแต่ละพื้นที่ ปริมาณการจราจร เป็นต้น เพื่อให้ได้ระยะสัญญาณไฟที่เหมาะสมกับพื้นที่ออกแบบทางข้ามนั้นๆ

ซึ่งจากการแบบจำลองความสัมพันธ์ของความเร็วที่เหมาะสมในการออกแบบสัญญาณไฟทางข้าม ต่อสัดส่วนคนข้ามที่เป็นผู้สูงอายุที่รวมข้อมูลจากทุกทางข้าม สมการที่ได้ผู้วิจัยได้หาค่าความเร็วตามสัดส่วนผู้สูงอายุ ตั้งแต่ร้อยละ 0 – 100 แล้วทำตารางที่แนะนำระยะสัญญาณไฟให้ข้ามจากสัดส่วนของผู้สูงอายุ โดยกำหนดเงื่อนไขของลักษณะทางกายภาพทางข้ามไว้เบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบระยะสัญญาณไฟให้ข้ามดังตารางที่ 6.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.1 เวลาที่แนะนำสำหรับใช้ออกแบบสัญญาณไฟให้ข้าม (วินาที) ตามสัดส่วนของผู้สูงอายุ

ร้อยละของผู้สูงอายุ	ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน	ทางข้าม 4 ช่องจราจร	ทางข้าม 6 ช่องจราจร
0 – 20	13	17	22
21 – 40	14	17	23
41 – 60	14	18	24
61 – 80	14	18	25
81 – 100	15	19	26

โดยมีรายละเอียดของค่าตัวแปรที่ใช้สำหรับคำนวณดังนี้

1. ความยาวของทางข้าม
   - ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน (ศึกษา 1 ทิศทาง ที่มี 3 ช่องจราจร) ยาว 10 เมตร
   - ทางข้าม 4 ช่องจราจร ยาว 14 เมตร
   - ทางข้าม 6 ช่องจราจร ยาว 20 เมตร
2. จำนวนคนข้ามใน 1 ชั่วโมง (จากฝั่งที่มีคนข้ามมากกว่าฝั่งใดฝั่งหนึ่ง)
   - ทางข้าม 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน จำนวน 154 คนต่อชั่วโมง
   - ทางข้าม 4 ช่องจราจร จำนวน 110 คนต่อชั่วโมง
   - ทางข้าม 6 ช่องจราจร จำนวน 94 คนต่อชั่วโมง
3. ระยะสัญญาณไฟรอข้ามใช้ 60 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าที่ได้จากตารางที่ 6.1 จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดก็ต่อเมื่อทางข้ามมีข้อมูลทางกายภาพใกล้เคียงข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณข้างต้น ซึ่งในความเป็นจริงทางข้ามแต่ละแห่งก็มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างออกไป ผู้วิจัยจึงแนะนำให้ใช้สูตรคำนวณของ Highway Capacity Manual (2016) ควบคู่กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Amosun, SL, Burgess, T, Groeneveldt, L, & Hodgson, T. (2007). Are elderly pedestrians allowed enough time at pedestrian crossings in Cape Town, South Africa? *Physiotherapy theory and practice, 23*(6), 325-332.

Angie Schmitt. (2019). Building a Safer Mid-Block Crossing. Retrieved from https://usa.streetsblog.org/2019/06/14/building-a-safer-mid-block-crossing/

Arango, Jorge, & Montufar, Jeannette. (2008). Walking speed of older pedestrians who use canes or walkers for mobility. *Transportation Research Record, 2073*(1), 79-85.

Asher, Laura, Aresu, Maria, Falaschetti, Emanuela, & Mindell, Jennifer. (2012). Most older pedestrians are unable to cross the road in time: a cross-sectional study. *Age and ageing, 41*(5), 690-694.

Bennett, Steven, Felton, Adam, & Akçelik, Rahmi. (2001). *Pedestrian movement characteristics at signalised intersections.* Paper presented at the 23rd Conference of Australian Institutes of Transport Research (CAITR 2001).

Board, Transportation Research. (2016). *Highway Capacity Manual 6th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis*. Washington, DC: The National Academies Press.

Bollard, Eva, & Fleming, Hamish. (2013). A study to investigate the walking speed of elderly adults with relation to pedestrian crossings. *Physiotherapy theory and practice, 29*(2), 142-149.

Cohen, Jacob. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (0805802835). Retrieved from

Federal Highway Administration Research and Technology. (2015). Investigating Improvements to Pedestrian Crossings With An Emphasis on The Rectangular Rapid-Flashing Beacon. Retrieved from https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/15043/004.cfm

Fitzpatrick, Kay, Turner, Shawn, Brewer, Marcus, Carlson, Paul, Ullman, Brooke, Trout, Nada, . . . Lord, Dominique. (2006). Improving pedestrian safety at unsignalized

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

crossings. *National Cooperative Highway Research Program Report, 562*.

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.

Huang, Herman, & Zegeer, Charles. (2000). The effects of pedestrian countdown signals in Lake Buena Vista. *Tallahassee, Florida: Florida Department of Transportation*.

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

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

Montufar, Jeannette, Arango, Jorge, Porter, Michelle, & Nakagawa, Satoru. (2007). Pedestrians' normal walking speed and speed when crossing a street. *Transportation research record, 2002*(1), 90-97.

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

Oliver Moore. (2018). Community crosswalk flags spark controversy in Halifax. Retrieved from https://www.theglobeandmail.com/canada/article-community-crosswalk-flags-spark-controversy-in-halifax/

Route One Publishing Ltd. (2012). Reflective road markings improve visibility, safety. *Road Markings, Barriers & Workzone Protection.* Retrieved from https://www.worldhighways.com/wh11/feature/reflective-road-markings-improve-visibility-safety

Stollof, Edward, McGee, Hugh, & Eccles, Kimberly A. (2007). *Pedestrian signal safety for older persons*. Retrieved from

Traffic and Parking Control Co., Inc. (2021). CASE STUDY: PACIFIC GROVE, CALIFORNIA-California City Creates Safer 4-Lane Roadway with IRWLs. Retrieved from https://www.tapconet.com/case-study/pacific-grove-california

Trpković, Ana, Milenković, Marina, Vujanić, Milan, Stanić, Branimir, & Glavić, Draženko. (2017). The crossing speed of elderly pedestrians. *Promet-*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Traffic&Transportation, 29(2), 175-183.

Wilmut, Kate, & Purcell, Catherine. (2021). Why are older adults more at risk as pedestrians? A systematic review. *Human factors*, 0018720821989511.

กรมการปกครอง. (2565). จำนวนประชากรไทยที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านแยกรายอายุรายเดือน. Retrieved 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2565, from ส่วนบริหารและพัฒนาเทคโนโลยีการทะเบียน https://stat.bora.dopa.go.th/new_stat/webPage/statByAgeMonth.php

กรมควบคุมโรค. (2565). อุบัติเหตุทางถนน ระบบเฝ้าระวังการบาดเจ็บ ปี 61-65. Retrieved 17 กันยายน พ.ศ. 2565, from ศูนย์ข้อมูลกลางด้านการบาดเจ็บ https://dip.ddc.moph.go.th/new/บริการ/IS61-65

กรมทางหลวง. (2554). คู่มือและมาตรฐานสัญญาณไฟ. In บทที่ *6* โคมสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน (pp. 23 - 26): กรมทางหลวง.

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

กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์. (2561). คู่มือการออกแบบทางข้ามถนนที่ปลอดภัย: ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (ศวปถ.).

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2545). ทฤษฎีขีดจำกัดกลาง (The Central Limit Theorem). http://www.watpon.in.th/Elearning/stat32.htm

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2559). การใช้ *IBM SPSS Statistics* เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. http://watpon.in.th/thai/: ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์.

ปริญญา สิริอัตตะกุล. (2555). การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว: การวิจัยทางสังคมศาสตร์. In วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา (Vol. ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2555)): สมาคมรัฐศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ หลักสูตรรัฐประศาสนศาสตร์วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

พรสิน สุภวาลย์. (2556). บทที่ 2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย. In การวิเคราะห์การถดถอย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ภาสกร จูหมื่นไวย์. (2562). พฤติกรรมของคนเดินข้ามถนนบริเวณทางข้ามที่มีการติดตั้งปุ่มกดสำหรับคนเดินข้าม *;* กรณีศึกษา ถนน *4* ช่องจราจร และถนน *6* ช่องจราจร ในเขตพื้นที่ชานเมืองกรุงเทพมหานคร. Paper presented at the การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2564). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. *2563*. Retrieved

from https://thaitgri.org/?p=39772

วัลลภ รัฐฉัตรานนท์. (2562). การหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย: มายาคติในการใช้สูตรของ ทาโร ยามาเน่และเครทซี-มอร์แกน. In วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา (Vol. ฉบับพิเศษ (2562), pp. 11 - 28): สมาคมรัฐศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตร์ วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาด้านการจัดการ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

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

สำนักการจราจรและขนส่ง. (2563). สถิติจราจรปี *2563*. Retrieved from http://office2.bangkok.go.th/dotat/TrafficINFO/StatBook/2563/TH/index.html

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

สำนักการจราจรและขนส่ง. (2565). บัญชีสัญญาณไฟจราจรทางข้าม ชนิดกดปุ่ม. In ข้อมูลสัญญาณไฟจราจร (ไฟกดปุ่ม) (Ed.).

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2547). คู่มือและมาตรฐานสัญญาณไฟจราจร. In *5* ชุ้มสัญญาณไฟสำหรับคนข้ามถนน (pp. 20): สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร,.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2559). ร่างรายงานคู่มือมาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจร เรื่อง การจัดระบบการจราจร. Retrieved from

สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ. (2537). เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดผลการศึกษา. In. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อุทัยวรรณ พงษ์บริบูรณ์. (2563). สถานการณ์ผู้สูงอายุประเทศไทย: ปัญหาและความต้องการด้านสุขภาพ. In วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (Vol. ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 (2563): พฤษภาคม-สิงหาคม, pp. 46-58).

อุมาพร จันทศร. (2542). สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธาตรี รักมาก
วัน เดือน ปี เกิด	8 พฤศจิกายน 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดภูเก็ต
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธาและการบริหารการก่อสร้าง) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	81/64 หมู่ 17 ตำบล คลองหนึ่ง อำเภอ คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
ผลงานตีพิมพ์	ธาตรี รักมาก และ เกษม ชูจารุกุล. พฤติกรรมการข้ามถนนของผู้สูงอายุบนทางข้ามที่มีสัญญาณไฟแบบนับถอยหลังในกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาทางข้ามบนถนน 6 ช่องจราจร ที่มีเกาะกลางถนน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28, 24-26 พฤษภาคม 2566, TRL36-1 ถึง TRL36-10.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University