

## ผลกระทบของตัวเลขนับเวลาถอยหลังต่อพฤติกรรมการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้าม The Effects of Pedestrian Countdown Signals on Pedestrians' Behavior

วิฑูรย์ สิทธิบุตร และ วินัย รักสุนทร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จ.ปทุมธานี  
E-mail address: witoonsittibut4@gmail.com

### บทคัดย่อ

กรุงเทพมหานครได้นำตัวเลขนับถอยหลังมาใช้ร่วมกับสัญญาณคนเดินข้ามมาเป็นระยะเวลากว่าทศวรรษ โดยการนับเวลานับถอยหลังถูกกำหนดให้นับตั้งแต่การเริ่มให้สัญญาณไฟคนเดินข้ามและมีค่าเป็นศูนย์เมื่อสัญญาณไฟคนเดินข้ามสิ้นสุดลง ซึ่งการนับถอยหลังดังกล่าวจะเป็นเพียงการบอกให้คนเดินข้ามรับรู้ว่าจะสิ้นสุดลงเมื่อใด ดังนั้น เมื่อคนเดินข้ามมาถึงทางแยกหลังจากมีการให้สัญญาณไฟคนเดินข้ามไปแล้ว คนเดินข้ามต้องพิจารณาเองว่าจะสามารถข้ามทางแยกได้ทันตามเวลาที่เหลืออยู่หรือไม่ จึงเป็นสาเหตุให้พบคนเดินข้ามยังคงอยู่บนทางแยกหลังจากสัญญาณไฟคนเดินข้ามสิ้นสุดลง ซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุที่รุนแรงตามมา

กรมทางหลวงตระหนักถึงปัญหาการใช้ตัวเลขนับถอยหลังร่วมกับสัญญาณไฟคนเดินข้ามในลักษณะดังกล่าว จึงได้เริ่มปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้เวลานับถอยหลังในจังหวะเตือนไม่ให้ข้าม แล้วนำมาติดตั้งที่แยกกรีนคำ และแยกหัวหิน หลังจากมีการให้ไฟเขียวสำหรับการเดินข้ามไประยะหนึ่งแล้ว ซึ่งในการศึกษานี้ จะเป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้ามบนทางแยกที่มีการนำตัวเลขนับเวลาถอยหลังรูปแบบใหม่นี้มาใช้งาน ได้แก่ ความสำเร็จของการเดินข้ามทางแยก การยอมรับของคนเดินข้าม ความเร็วในการเดินข้าม เป็นต้น

คำสำคัญ: ตัวเลขนับเวลาถอยหลังสำหรับคนเดินข้าม, คนเดินข้าม, ทางข้าม

### Abstract

Pedestrian countdown signals have been used at mid-block and intersection crosswalks, in Bangkok, for more than a decade. The countdown starts at the beginning of the pedestrian signal phase and goes down to zero at the end of the phase. The countdown is simply used to tell pedestrians when the pedestrian signal phase is going to end. Pedestrians must decide whether he/she be able to cross the intersection based on the remaining time. Consequently, pedestrians always find themselves at the middle of an intersection at the end of the pedestrian signal phase. This can lead to serious accidents on the crosswalk.

The Department of Highways recognizes the problem of using an existing pedestrian countdown numbers signal. So, a "Don't Walk" phase with a countdown signal was introduced and installed at two intersections, Rinkum intersection and Tedsaban Hua-Hin Intersection. This phase is given immediately

after the pedestrian green phase. This research will study the behavior of pedestrians on the intersection crosswalk which were installed the new pedestrian countdown signal. It includes the success of crossing an intersection, pedestrians' perception, pedestrian walking speed and so on.

Keywords: Pedestrian Countdown Signal, Pedestrian, Crosswalk

### 1. บทนำ

การเดินข้ามทางแยกบนทางม้าลายเป็นหนึ่งในเส้นทางการสัญจรที่จำเป็นสำหรับผู้คนที่เดินเท้า หลายคนใช้ประโยชน์จากทางม้าลายในการเดินเท้าไปยังจุดหมายใกล้เคียง เมื่อคำนึงถึงประโยชน์ของทางม้าลายที่มีความปลอดภัยต่อคนเดินเท้า คือ ทางม้าลายนั้นไม่ต้องมีการก่อสร้างที่เปื้อนดินโคลนที่ของทางเดินริมถนน และใช้งบประมาณที่ไม่มากนักในการดำเนินงานก่อสร้างเมื่อเทียบกับสะพานลอย ในขณะที่สะพานลอยยังมีข้อด้อยอีกมากมายที่ไม่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้ทางเท้าอีกหลายประเภท ซึ่งถ้าเชื่อกันตามสถิติที่ว่าสถิติของคนเดินเท้าต้องมากกว่าสถิติของรถยนต์แล้ว การส่งเสริมให้ผู้ใช้สัญจรบนท้องถนนเห็นความสำคัญของทางม้าลายจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ

หลังจากที่กรมทางหลวงได้ทำการติดตั้งตัวเลขนับเวลาถอยหลังสำหรับคนเดินข้ามทางแยกนั้น พบว่ามีข้อดีหลายประการ และที่เด่นชัดคือคนเดินข้ามทางแยกส่วนมากสามารถคาดการณ์การเคลื่อนไหวของตนเองและรถยนต์ได้จากสัญญาณนี้ แต่ถึงกระนั้น ก็ยังพบว่าคนเดินข้ามทางแยกบางส่วนยังคงอยู่บนถนนในขณะที่สัญญาณไฟเปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม" แล้ว ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้ อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดการสูญเสียได้ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจของคนเดินข้ามทางแยกต่อตัวเลขนับเวลาถอยหลัง การยอมรับและปฏิบัติตามกฎของคนเดินข้ามทางแยก การสังเกตความเร็วในการเดินข้ามทางแยกเมื่อคนเดินข้ามทางแยกเห็นตัวเลขนับเวลาถอยหลัง การเดินข้ามทางแยกได้สำเร็จหรือไม่ และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้ทั้งหมดแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปของการศึกษาผลกระทบของตัวเลขนับเวลาถอยหลังต่อพฤติกรรมการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้าม อีกทั้ง ผู้วิจัยยังได้สังเกตจุดบกพร่องของการออกแบบทางแยกที่อาจนำมาหรือแก้ไขเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่คนเดินข้ามทางแยกและผู้ใช้รถใช้ถนนได้ และได้รับข้อเสนอแนะ ข้อควรปรับปรุงจากคนเดินข้ามทางแยก เพื่อนำมาวิเคราะห์ หาแนวทางการแก้ไข และเป็นข้อมูลในการศึกษาครั้งถัดไป โดยจะศึกษาทางข้ามแยกที่มีการติดตั้งและใช้งานตัวเลขนับเวลาถอยหลัง เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางข้ามแยกที่มีการติดตั้งและใช้งานตัวเลขนับเวลาถอยหลัง ได้แก่ แยกกรีนคำ จังหวัดเชียงใหม่ และแยกเทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินเท้า

สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินเท้าปรากฏขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากได้มีการใช้งานสัญญาณไฟจราจรสามสี ในตอนเริ่มต้นได้มีการใช้รูปแบบต่าง ๆ เช่น วงกลม สีเหลี่ยมผืนผ้า สีเหลี่ยมจัตุรัส มักให้คำสั่งหยุดรอเป็นสีแดง และคำสั่งเดินเป็นสีเขียว อย่างไรก็ตามการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินเท้าได้ถูกมองข้ามไปเนื่องจากต้นทุนและการโต้แย้งกันของการมีสัญญาณไฟ แต่ในภายหลังได้เห็นความสำคัญมากขึ้นและได้พัฒนาสัญลักษณ์ให้มีความเป็นสากลเพื่อเอื้อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เดินทางมาจากสถานที่ต่าง ๆ ทั่วโลกด้วย

### 2.2 การใช้ตัวเลขนับเวลาถอยหลังบนถนน

ตัวเลขนับเวลาถอยหลังได้ถูกนำมาใช้ในประเทศไทยโดยอดีต นายกรัฐมนตรีสมัคร สุนทรเวช ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นกว่า 20 ปีแล้วนับจนถึงปัจจุบัน โดยเริ่มติดตั้งตัวเลขนับเวลาถอยหลังในพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นก่อน ซึ่งการติดตั้งสัญญาณจราจรแบบมีตัวเลขนับเวลาถอยหลังจะช่วยให้ผู้ใช้รถใช้ถนนสามารถคำนวณเวลาการเริ่มออกรถ หรือหยุดรถได้ และคาดหวังว่าตัวเลขนับเวลาถอยหลังจะช่วยให้สถานการณ์การจราจรติดขัดดีขึ้น [1]

#### 2.2.1 จุดเด่นบางประการของแยกที่ติดตั้งตัวเลขนับเวลาถอยหลัง

1. การรอมีจุดหมาย คือ ตัวเลขนับเวลาถอยหลังช่วยให้ผู้ใช้รถใช้ถนนเห็นได้ว่าจะต้องรอนานเท่าใด ช่วยลดความเครียดและความกังวลที่จะต้องจอดจ้องสายตาไปที่สัญญาณไฟจราจรแบบเก่าตลอดเวลาเพราะไม่ทราบว่าจะไฟจราจรจะเขียวเมื่อไร “ในเชิงจิตวิทยาเป็นเรื่องของเพอร์เซ็ปชัน (perception) หรือการรับรู้ และการรับรู้ว่ามีจุดมุ่งหมาย ทำให้คนเราเกิดการวางแผน และถ้าทุกคนวางแผนของตนได้ก็จะไม่เครียด” (ศิริวิวัฒน์, 2555)

2. การคาดเดาระยะเวลาได้อย่างแม่นยำ คือ เมื่อผู้ใช้รถใช้ถนนเห็นเวลาที่กำลังนับถอยหลัง จะสามารถคาดเดาจังหวะการขับขึ้นได้ว่าเมื่อใดควรเร่งหรือเมื่อใดควรชะลอ ซึ่งการเร่งหรือชะลอผิดจังหวะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุรุนแรงได้

3. รถคันหน้าออกตัวได้เร็วขึ้น คือ ตามสัญชาตญาณของมนุษย์ที่สามารถตอบสนองต่อสิ่งที่เห็นของแต่ละคนนั้นมีความเร็วที่ไม่เท่ากัน การใช้สัญญาณไฟจราจรแบบปกติ จึงมีปัญหาการออกตัวช้าตามมา การติดตั้งตัวเลขนับเวลาถอยหลังจึงช่วยให้การออกตัวเร็วขึ้น อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ก็ยืนยันว่า เป็นความจริง แต่ทว่าอาจจะไม่มีผลมากอย่างที่คิด เพราะผลวิจัยระบุมาไว้ช่วยได้แค่ 1-2 คันที่อยู่ข้างหน้าเท่านั้น ส่วนคันที่อยู่ปลายแถวนั้นไม่ค่อยมีผลเท่าใดนัก (ผศ.ดร.วินัย รักสุนทร, 2555)

4. การนำมาใช้บนทางแยกสำหรับคนเดินข้าม คือ การนำไปติดตั้งคู่มือทางม้าลายบนถนนสายรอง ในสมัยผู้ว่าฯ อภิรักษ์ โกษะโยธิน ปี พ.ศ. 2548 ซึ่งปกติจะเป็นทางตรง หนาวยาว และมีปริมาณรถที่วิ่งเป็นจำนวนมาก แต่ไม่มีสะพานลอยเพื่อลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น วิธีการนี้ใช้ประเทศสหรัฐอเมริกาอยู่แล้ว เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่คนข้ามถนน (ผศ.ดร.วินัย รักสุนทร, 2555)

#### 2.2.2 จุดด้อยบางประการของแยกที่ติดตั้งตัวเลขนับถอยหลัง

1. ใช้งานได้แค่บางเวลา คือ ตัวเลขนับเวลาถอยหลังไม่สามารถใช้ได้ตลอด 24 ชั่วโมง เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการจราจรที่ติดขัดแบบปาน

กลางเท่านั้น ถ้าช่วงใดที่มีการจราจรติดขัดมาก ความจำเป็นในการคาดเดาจังหวะเร่งหรือชะลอรถก็มีความจำเป็นลดลง และเมื่อตัวเลขนับเวลาถอยหลังในช่วงการจราจรติดขัดมากขึ้นไปสูงถึง 300-400 วินาที จะยิ่งทำให้ผู้ใช้รถใช้ถนนมีความเครียดและกังวลแทนเมื่อรู้ว่าต้องรอนาน “หลัก ๆ ที่เราจะใช้ คือหมดช่วงเวลาเร่งด่วน ประมาณหลัง 9 โมง ซึ่งเป็นเวลาที่โรงเรียนเข้าแล้ว คนเข้าออฟฟิศแล้ว แล้วจะเปลี่ยนมาใช้มือเบอกอีกที่ตอนบ่าย 2 โมงครึ่ง เพราะบางโรงเรียนเริ่มเลิกแล้ว ไปจนถึง 3 ทุ่ม เพราะช่วงนั้นรถ 6 ล้อก็เริ่มออก ซึ่งจะจอดตัวช้า เลยต้องใช้มืออยู่ พอหมดตรงนี้ก็กลับไปใช้แบบคนทางด่วนไปทั้งคืน จนถึง ตี 5 ครึ่งที่รถเริ่มเยอะอีกรอบ” (ดาบตำรวจจร ปติมน, 2555)

2. ความเสี่ยงในการเกิดอันตราย คือ สำหรับคนผู้ใช้รถใช้ถนนที่ไม่ชอบรอ ถ้าหากเห็นตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อย แทนที่จะเริ่มชะลอเพื่อจอด ก็ยังเร่งเพื่อไปให้ทัน เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งอุบัติเหตุเหล่านี้มักจะรุนแรงกว่าปกติ สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ด้วยการเปิดตัวเลขนับเวลาถอยหลังเฉพาะไฟแดงเท่านั้น

3. ต้นทุนในการติดตั้งสูง คือ อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีความคงทนสูง อายุการใช้งานนาน คุณภาพสูง ทำให้มีราคาในการติดตั้งสูงมาก อีกทั้งค่าบำรุงรักษาและค่าไฟฟ้าที่ยังต้องคอยจัดสรรงบประมาณไว้สำหรับอุปกรณ์เหล่านี้ด้วย

4. ความเข้าใจสัญญาณไฟและการตัดสินใจของคนเดินข้าม คือ การเห็นตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อยอาจทำให้คนเดินข้ามทางแยกบางคนตัดสินใจที่จะเดินต่อไปโดยไม่รอสัญญาณรอบถัดไป ซึ่งบางแยกอาจจะเดินทัน บางแยกอาจจะเดินไม่ทัน นี่จึงเป็นปัญหาของเรื่องการออกแบบที่ไม่ถูกตามหลักความปลอดภัย “ซึ่งทางแก้ผมคิดว่า ระบบเดิม ๆ แบบที่รูปคนเดินสีแดง สีเขียว แล้วก็กะพริบสีเหลือง สามารถนำกลับมาใช้ได้ โดยเราก็กำหนดว่า ถ้าไฟกะพริบสีเหลืองเมื่อใด คนข้ามก็ต้องเข้าใจว่า ถ้าเรามาถึงถนนแต่ยังไม่ก้าวลง อย่าก้าว เพราะกะพริบแล้วเดินไม่ทัน แต่ถ้าลงมาแล้ว ต้องก้าวให้เสร็จภายในเวลาเมื่อสิ้นสุดการกะพริบ แบบนั้นคนจะตัดสินใจไม่ผิดเลย แต่ทุกวันนี้เราตัดสินใจเองหมดเลย แล้วพอนึกถึงสภาพคนแก่วิ่งไม่ได้จะทำอย่างไร” (ผศ.ดร.วินัย รักสุนทร, 2555)

### 2.3 ความล่าช้าในการเดินเท้า (Pedestrian Delay)

ความล่าช้าในการเดินเท้า โดยทั่วไปแล้ว ทางแยกที่มีสัญญาณมักจะได้รับการพิจารณาเมื่ออธิบายถึงคุณภาพของการสัญจรทางเท้าในใจกลางเมืองและสถานที่ที่มีผู้คนพลุกพล่านอื่น ๆ ความล่าช้าของสัญญาณคนเดินถนนมักถูกสร้างแบบจำลองโดยมีสมมติฐานว่า การมาถึงของคนเดินเท้าเป็นการสุ่ม และการมาถึงของคนเดินเท้าเมื่อสัญญาณคนเดินเป็นสีเขียวพอดี เพื่อลดความล่าช้าของตัวเอง บางครั้งคนเดินข้ามจะเดินต่อไปแม้จะไม่มีสัญญาณบอกให้เดิน เพื่อลดความล่าช้าที่เกิดขึ้น [2]

ปัจจัยหลัก 4 ประการ ที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดความล่าช้าในการเดินเท้าบริเวณสภาพแวดล้อมใจกลางเมือง ได้แก่

1. ความเบียดเสียดและการเดินช้า
2. การเชื่อมต่อของทางเดินเท้า
3. พื้นที่โดยรวมสำหรับการใช้ชีวิตในเมือง
4. ความปลอดภัยและความมั่นคงของทางเดินเท้า

อีกทั้งยังพบว่าการจัดการสัญญาณไฟจราจรในปัจจุบัน เป็นหนึ่งในสาเหตุที่เอื้อให้เกิดความล่าช้าของการเดินเท้า เนื่องจากรอบของสัญญาณไฟที่ค่อนข้างยาวนานทำให้เกิดความแออัดและเบียดเสียดมากยิ่งขึ้น [3]

## 2.4 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Identifying population and sample)

ประชากร หมายถึง หน่วยของข้อมูลทั้งหมดทุกหน่วยที่อยู่ในขอบข่ายที่ต้องการศึกษา ซึ่งเป็นได้ทั้งคน สัตว์ สิ่งของ และพืช สามารถจำแนกการวิจัยประชากรได้ 2 ชนิด คือ ประชากรที่มีจำนวนนับได้แน่นอน (Finite population) และ ประชากรที่มีจำนวนนับได้ไม่แน่นอน (Infinite population) แต่การวิจัยประชากรทั้งหมดเป็นไปได้ยาก จึงนิยมการเลือกประชากรบางส่วนมาศึกษา เรียกว่า กลุ่มตัวอย่าง [4]

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ช่วยในการประหยัดเวลาและงบประมาณสามารถนำมาอ้างอิงถึงประชากร ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และ วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ถูกต้อง วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างมี 2 ประเภท คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้หลักความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) มี 4 วิธี ได้แก่ การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ อีกประเภทหนึ่ง คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้หลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) มี 5 วิธี ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มประชากรที่ต้องการศึกษา คือ ควรมีคุณสมบัติที่เกี่ยวกับกับงานวิจัย
2. กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดพอเหมาะ คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยเกินไป ควรเพียงพอที่จะอนุมานถึงประชากรทั่วไป แต่ไม่ควรมีจำนวนมากเกินไปจนเป็นปัญหาต่อการจัดการเวลาและงบประมาณ
3. กลุ่มตัวอย่างต้องมีความเชื่อถือได้ คือ ควรได้รับการเก็บข้อมูลอย่างถูกต้อง และไม่มี ความลำเอียง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample size determination) ในงานวิจัยที่มีการศึกษากลุ่มตัวอย่าง มักมีปัญหาเกี่ยวกับการกำหนดปริมาณที่เหมาะสมของกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของประชากรที่ต้องการศึกษา เพราะหากใช้ปริมาณกลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไปจะทำให้เกิดโอกาสที่ผลลัพธ์จะคลาดเคลื่อนมาก แต่ในทางกลับกัน หากใช้กลุ่มตัวอย่างมากเกินไปก็จะทำให้เปลืองเวลาและงบประมาณ ผู้วิจัยต้องเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยที่สุดที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือและมีความคลาดเคลื่อนน้อย ซึ่งนอกจากการกำหนดปริมาณกลุ่มตัวอย่างแล้ว ยังต้องพิจารณาเหตุผลอื่น ๆ ประกอบ ดังนี้

1. ธรรมชาติของประชากร (Nature of population) กล่าวคือ ถ้าประชากรมีความแตกต่างเล็กน้อย หรือมีความเหมือนกันก็ใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยได้ แต่ถ้าความแตกต่างของสมาชิกมีมากก็ควรใช้กลุ่มตัวอย่างมาก
2. ลักษณะของเรื่องที่วิจัย การวิจัยบางประเภทไม่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก เช่น การวิจัยเชิงทดลอง การใช้กลุ่มตัวอย่างมากอาจยากต่อการควบคุมสภาพการทดลอง ซึ่งจะส่งผลเสีย หรือการวิจัยโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์จะใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าแบบสอบถาม
3. ความพร้อมด้านเวลา แรงงาน และงบประมาณที่ทำวิจัย งานวิจัยที่มีงบประมาณน้อย ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอาจต้องน้อยตามเพื่อให้จัดสรรค่าใช้จ่ายต่อหน่วยได้
4. จำนวนตัวแปรที่ศึกษา ถ้าต้องการศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรหลายกลุ่มย่อย ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้มีการกระจาย

ตัวอย่างสม่ำเสมอในแต่ละกลุ่มย่อย โดยขนาดตัวอย่างควรเป็น 10 เท่าของจำนวนกลุ่มย่อย

5. ผลการวิจัยที่ต้องการความแม่นยำแตกต่างกัน ขนาดตัวอย่างจะแตกต่างกัน คือ งานที่ต้องการความแม่นยำสูง ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะมากตามไปด้วย

6. ผลการวิจัยที่ต้องการความเร่งด่วนแตกต่างกัน ขนาดตัวอย่างจะแตกต่างกัน คือ

งานที่ต้องการความเร่งด่วนสูง ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะเล็กตามไปด้วยวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง มีวิธีการกำหนด 3 วิธี ดังต่อไปนี้

1. การใช้เกณฑ์หรือการประมาณจากจำนวนประชากร สำหรับวิธีนี้ ผู้วิจัยต้องทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนแล้วนำมาคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

จำนวนประชากรทั้งหมดเป็นหลักร้อยละ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 15 - 30 %  
จำนวนประชากรทั้งหมดเป็นหลักพัน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 - 15 %  
จำนวนประชากรทั้งหมดเป็นหลักหมื่น ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 5 - 10 %

2. การใช้สูตรคำนวณ สามารถใช้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนแน่นอนและมีจำนวนไม่แน่นอน ดังนี้

- กรณีที่ประชากรมีจำนวนไม่แน่นอน (Infinite population) เป็นการใช้สูตรคำนวณเมื่อผู้วิจัยไม่สามารถทราบจำนวนประชากร ทราบเพียงว่ามีจำนวนมาก

- กรณีที่ประชากรมีจำนวนแน่นอน (Finite population) เป็นการใช้สูตรคำนวณเมื่อระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

3. การใช้ตารางสำเร็จรูป

## 3. วิธีการศึกษา

### 3.1 ทางแยกที่ใช้ในการศึกษา

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาผู้วิจัยได้สำรวจและรวบรวมข้อมูลจากทางแยกที่มีตัวเลขนับเวลาถอยหลัง ทั้งหมด 2 ทางแยก โดยทางแยกมีความแตกต่างของช่องจราจร ปริมาณรถที่สัญจร และปริมาณคนเดินข้าม

#### 3.1.1 ทางแยกกรีนค่า จังหวัดเชียงใหม่

ทางแยกกรีนค่า หรือ แยกนิมมาน ตั้งอยู่บริเวณ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ จุดศูนย์กลางที่รวบรวมความเจริญของจังหวัดเชียงใหม่ เป็นแยกที่ตัดระหว่างถนนนิมมานเหมินท์กับถนนห้วยแก้ว มีการจราจรพลุกพล่านตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะช่วงเย็น

ทางข้ามแยกกรีนค่า เคยทดลองจัดระบบให้ทางเดินข้ามแยกเป็นแบบทางม้าลายชิบูยะ ซึ่งเป็นทางม้าลายแบบไขว้ไปมา ในย่านชิบูยะ โตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ในวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2562 เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรรวมทั้งเพิ่มความปลอดภัยสำหรับคนเดินข้ามทางแยก ซึ่งจากการพิจารณาข้อดีและข้อด้อยร่วมกันระหว่างแนวทางหลวงเชียงใหม่ที่ 2 และกลุ่มงานจราจรตำรวจจังหวัดเชียงใหม่แล้ว ได้ข้อสรุปร่วมกันว่า ให้ยกเลิกการนำระบบไฟจราจรสำหรับคนเดินข้ามถนนแบบแยกชิบูยะมาใช้ที่สี่แยกกรีนค่า เนื่องจากประเมินแล้วว่าแม้การจัดระบบดังกล่าวจะได้ผลดีในส่วนของคนเดินข้ามถนน อย่างไรก็ตาม ส่งผลกระทบต่อจราจรอย่างมากเพราะทำให้มีปริมาณรถสะสมจำนวนมากบนท้องถนนทั้งสี่เส้นทางที่มุ่งหน้าเข้าสู่สี่แยก ปัจจุบันทางแยกกรีนค่าใช้การควบคุมการจราจรแบบทันการณ์ (Adaptive Signal Control)

### 3.1.2 ทางแยกเทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ทางแยกเทศบาลหัวหินตั้งอยู่ที่ ตำบลหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นทางแยกที่ตัดกันระหว่างถนนเพชรเกษมและถนนดำเนินเกษม คนเดินข้ามทางแยกโดยส่วนมากจะเป็นชาวต่างชาติ มีคนไทยเป็นส่วนน้อย เนื่องจากบริเวณทางแยกมีซอยหัวหิน 76 ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานีรถไฟหัวหิน และตรงข้ามกันมีซอยหัวหิน 61 ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชาวต่างชาติ ที่มีทั้งร้านอาหาร ร้านกาแฟ โรงแรม สถานบันเทิง และที่สำคัญคือชายหาดหัวหิน ซึ่งดึงดูดนักท่องเที่ยวจากทั่วโลก

### 3.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ติดตั้งในการเดินข้ามทางแยกแบบมีตัวเลขนับถอยหลัง

1. สัญลักษณ์ “เดินข้ามได้” เป็นภาพคนเดินข้ามสีขาว หมายถึง คนเดินข้ามสามารถเดินข้ามทางแยกได้หลังจากเห็นสัญลักษณ์นี้ โดยให้ระวังรถก่อนลงถนน



รูปที่ 1 สัญลักษณ์ “เดินข้ามได้”

2. สัญลักษณ์ “เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง” เป็นภาพมือตั้งขึ้นสีแดง มีตัวเลขนับเวลาถอยหลังอยู่ด้านขวา หน่วยเป็นวินาที หมายถึง คนเดินข้ามสามารถเดินข้ามทางแยกได้ โดยควรดูระยะเวลาที่นับถอยหลังประกอบเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าควรเดินข้ามและเร่งความเร็วของการเดินข้ามให้ทัน หรือควรกดปุ่มรอสัญญาณไฟเดินข้ามในรอบหน้า



รูปที่ 2 สัญลักษณ์ “เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง”

3. สัญลักษณ์ “ห้ามเดินข้าม” เป็นภาพมือตั้งขึ้นสีแดง หมายถึง คนเดินข้ามห้ามเดินข้ามทางแยกเมื่อเห็นสัญลักษณ์นี้



รูปที่ 3 สัญลักษณ์ “ห้ามเดินข้าม”

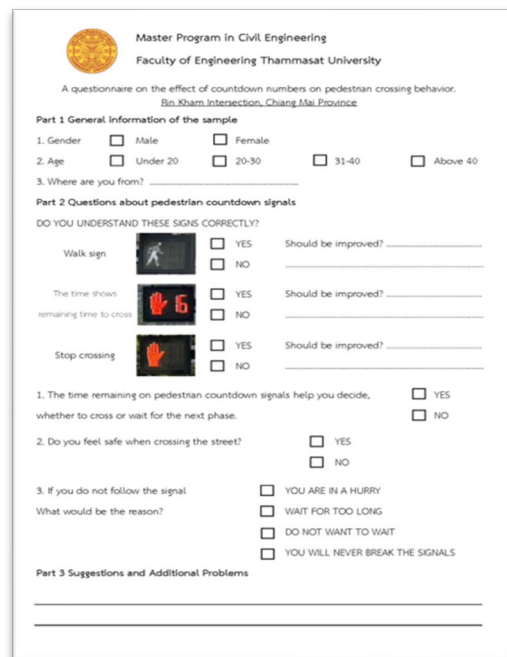
4. ป้ายอธิบายภาพสัญลักษณ์ และปุ่มกดไร้สัมผัส จะติดตั้งอยู่บริเวณเสาสัญญาณไฟจราจรบนเกาะยืนรอข้ามทางแยก มีคำอธิบายเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เพื่อให้คนเดินข้ามทางแยกสามารถเข้าใจสัญลักษณ์ทั้งหมดและปฏิบัติตามคำแนะนำ รวมทั้งมีปุ่มกดไร้สัมผัสเพื่อรอสัญญาณไฟจราจรในรอบถัดไปและลดความเสี่ยงในการต้องจับสิ่งของร่วมกับผู้อื่น



รูปที่ 4 ป้ายอธิบายภาพสัญลักษณ์ (ซ้าย) และปุ่มกดไร้สัมผัส (ขวา)

### 3.3 การจัดทำแบบสอบถาม

แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นเครื่องมือวิจัยในการศึกษาผลกระทบของตัวเลขนับเวลาถอยหลังต่อพฤติกรรมการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้าม เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเท็จจริง จากกลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ ได้มีการตระหนักให้แบบสอบถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และออกแบบให้เป็นไปตามหลักการสร้างแบบสอบถามที่ดี โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจสัญญาณตัวเลขนับเวลาถอยหลัง ความมั่นใจในการข้ามทางแยก พฤติกรรมของคนเดินข้ามเนื่องจากผลของการติดตั้งตัวเลขนับเวลาถอยหลัง และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการเดินทางข้ามทางแยก ทั้งนี้ผู้วิจัยยังได้แปลแบบสอบถามเป็นฉบับภาษาอังกฤษ เพื่อเก็บข้อมูลของคนเดินข้ามซึ่งส่วนมากเป็นชาวต่างชาติอีกด้วย



Master Program in Civil Engineering  
Faculty of Engineering Thammasat University

A questionnaire on the effect of countdown numbers on pedestrian crossing behavior.  
Bin Kham Intersection, Chiang Mai Province

Part 1 General Information of the sample

1. Gender  Male  Female

2. Age  Under 20  20-30  31-40  Above 40

3. Where are you from? \_\_\_\_\_

Part 2 Questions about pedestrian countdown signals

DO YOU UNDERSTAND THESE SIGNS CORRECTLY?

Walk sign  YES  NO Should be improved? \_\_\_\_\_

The time shown remaining time to cross  YES  NO Should be improved? \_\_\_\_\_

Stop crossing  YES  NO Should be improved? \_\_\_\_\_

1. The time remaining on pedestrian countdown signals help you decide, whether to cross or wait for the next phase.  YES  NO

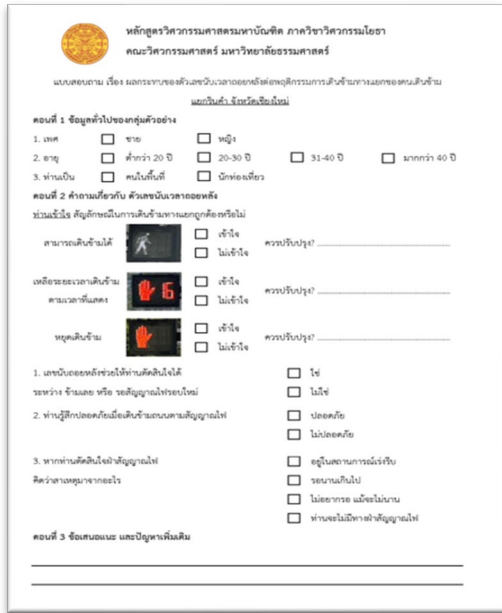
2. Do you feel safe when crossing the street?  YES  NO

3. If you do not follow the signal What would be the reason?  YOU ARE IN A HURRY  WAIT FOR TOO LONG  DO NOT WANT TO WAIT  YOU WILL NEVER BREAK THE SIGNALS

Part 3 Suggestions and Additional Problems

\_\_\_\_\_

รูปที่ 5 แบบสอบถามภาษาอังกฤษ



หัวข้อ: ทัศนวิสัยการจราจรทางบก การศึกษาวิศวกรรมโยธา  
คณะกรรมการมาตรฐาน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

แบบสอบถาม เรื่อง ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมจากอุบัติเหตุการจราจรทางบกของถนนในเขตเมือง  
แผนที่: กรุงเทพฯ-เชียงใหม่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

1. เพศ  ชาย  หญิง

2. อายุ  ต่ำกว่า 20 ปี  20-30 ปี  31-40 ปี  มากกว่า 40 ปี

3. จำนวนวัน  คนในพื้นที่  นักท่องเที่ยว

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับ ความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ  
มีดังนี้ มีสัญลักษณ์ในการเดินทางแยกหรือไม่

สามารถเดินข้ามได้  ใช่  ไม่ใช่  ไม่แน่ใจ  ควรปรับปรุง? \_\_\_\_\_

เห็นระยะรถจากด้านข้าง  ใช่  ไม่ใช่  ไม่แน่ใจ  ควรปรับปรุง? \_\_\_\_\_

ความกว้างของถนน  ใช่  ไม่ใช่  ไม่แน่ใจ  ควรปรับปรุง? \_\_\_\_\_

หยุดเดินข้าม  ใช่  ไม่ใช่  ไม่แน่ใจ  ควรปรับปรุง? \_\_\_\_\_

1. เจ้าหน้าที่คอยช่วยเหลือให้ผ่านได้หรือไม่  ใช่  ไม่ใช่  ไม่แน่ใจ

ระหว่างข้ามถนน หรือ สัญญาณไฟจราจร  ปกติ  ไม่ปกติ

2. ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือให้ผ่านได้หรือไม่  ปกติ  ไม่ปกติ

3. หากผ่านไม่ได้จะมีสัญญาณไฟ  อยู่ในการจราจร  ขาดการจราจร

สัญญาณไฟจราจร  มีสัญญาณไฟจราจร  ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

4. หากผ่านไม่ได้จะมีสัญญาณไฟ  อยู่ในการจราจร  ขาดการจราจร

สัญญาณไฟจราจร  มีสัญญาณไฟจราจร  ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ และปัญหาเพิ่มเติม

รูปที่ 6 แบบสอบถามภาษาไทย

### 3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์หรือการประมาณจากจำนวนประชากร เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างมากที่สุดจากทั้ง 3 วิธี โดยได้นำจำนวนคนเดินข้ามทางแยกทั้งหมด 1 เดือนของทั้งสองทางแยกมาเฉลี่ย เพื่อให้ได้จำนวนที่ใกล้เคียงกับจำนวนประชากรทั้งหมดของคนเดินข้ามแยกใน 1 วัน จากนั้นนำมาประมาณจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

#### 3.4.1 ทางแยกกรีนคำ จังหวัดเชียงใหม่

จากข้อมูลจำนวนคนเดินข้ามทางแยกกรีนคำในเดือนมกราคม พ.ศ. 2566 – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ผู้วิจัยได้เลือกเฉลี่ยจำนวนคนเดินข้ามแยกตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2566 – 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ได้ว่ามีจำนวนคนเดินข้ามแยกกรีนคำเฉลี่ยวันละ 4,750 คน จากจำนวนประชากรทั้งหมดเป็นหลักพัน ผู้วิจัยจึงได้สุ่มขนาดของตัวอย่าง 10 % จากทั้งหมดไทยและชาวต่างชาติที่เดินข้ามทางแยกกรีนคำ เป็นจำนวน 475 คน เพื่อเก็บข้อมูล

#### 3.4.2 ทางแยกเทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากข้อมูลจำนวนคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหินในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ผู้วิจัยได้เลือกเฉลี่ยจำนวนคนเดินข้ามแยกตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 – 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ได้ว่ามีจำนวนคนเดินข้ามแยกเทศบาลหัวหินเฉลี่ยวันละ 330 คน จากจำนวนประชากรทั้งหมดเป็นหลักร้อย ผู้วิจัยจึงได้สุ่มขนาดของตัวอย่าง 20 % จากทั้งหมดไทยและชาวต่างชาติที่เดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหิน เป็นจำนวน 66 คน เพื่อเก็บข้อมูล

### 3.5 การลงพื้นที่สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากคนเดินข้ามบริเวณทางแยกกรีนคำ จังหวัดเชียงใหม่และทางแยกเทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1. ลักษณะทางกายภาพของถนน
2. ลักษณะทางกายภาพของทางข้าม
3. สัญญาณไฟทางข้าม
4. ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษา

### 4.1 ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจทางแยกกรีนคำ จังหวัดเชียงใหม่

#### 4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของถนน

- ถนนซูเปอร์ไฮเวย์ จำนวน 5 ช่องจราจร พร้อมเกาะกลาง ความกว้างช่องจราจร 3.50 เมตร
- ถนนห้วยแก้ว จำนวน 3 ช่องจราจร พร้อมเกาะกลาง ความกว้างช่องจราจร 3.50 เมตร
- ถนนนิมมานเหมินท์ จำนวน 3 ช่องจราจร พร้อมเกาะกลาง ความกว้างช่องจราจร 3.50 เมตร
- สภากาอากาศท้องฟ้าแจ่มใส อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส

#### 4.1.2 ลักษณะทางกายภาพของทางข้าม

- ลักษณะของทางข้ามเป็นทางม้าลายสี ขาว-ดำ มีเกาะกลางทั้ง 4 มุมของฝั่งถนนเพื่อเป็นจุดหยุดรถสัญญาณไฟเดินข้ามไปอีกฝั่ง และในขณะที่เดียวกันก็เป็นจุดระมัดระวังรถจากช่องจราจรที่มีการสัญจรแบบ “เลี้ยวซ้ายผ่านตลอด”

#### 4.1.3 สัญญาณไฟทางข้าม

- สัญญาณไฟเป็นแบบกดปุ่ม เมื่อกดใช้งานแล้ว ต้องรอสัญญาณไฟเดินข้ามได้ ประมาณ 300 วินาที มีระยะเวลาเดินข้าม 25 วินาที และมีสัญญาณเตือนนับถอยหลังให้หยุดข้าม 25 วินาที

#### 4.1.4 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

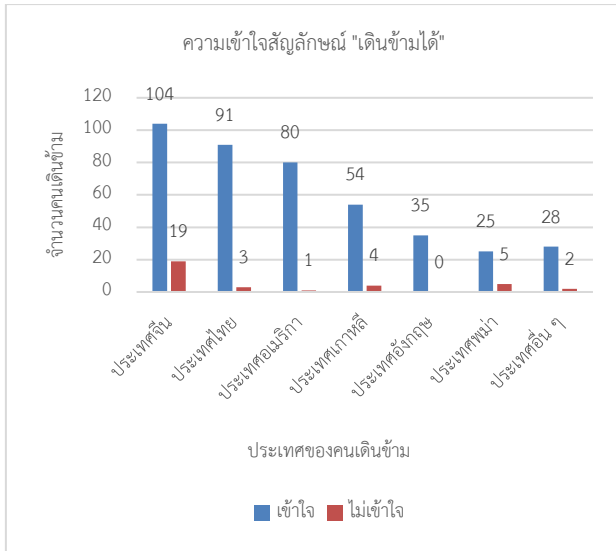
- กลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกกรีนคำ จำนวน 475 คน ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ตั้งแต่เวลา 10.00 น. – 21.00 น.
- เพศของกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกกรีนคำ จากทั้งหมด 475 คน
 

เพศชาย	จำนวน 246 คน	คิดเป็น 52 %
เพศหญิง	จำนวน 229 คน	คิดเป็น 48 %
- อายุของกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกกรีนคำ จากทั้งหมด 475 คน
 

อายุต่ำกว่า 20 ปี	จำนวน 10 คน	คิดเป็น 2 %
อายุ 20-30 ปี	จำนวน 243 คน	คิดเป็น 51 %
อายุ 31-40 ปี	จำนวน 138 คน	คิดเป็น 29 %
อายุมากกว่า 40 ปี	จำนวน 84 คน	คิดเป็น 18 %
- ประเทศของกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกกรีนคำ จากทั้งหมด 475 คน
 

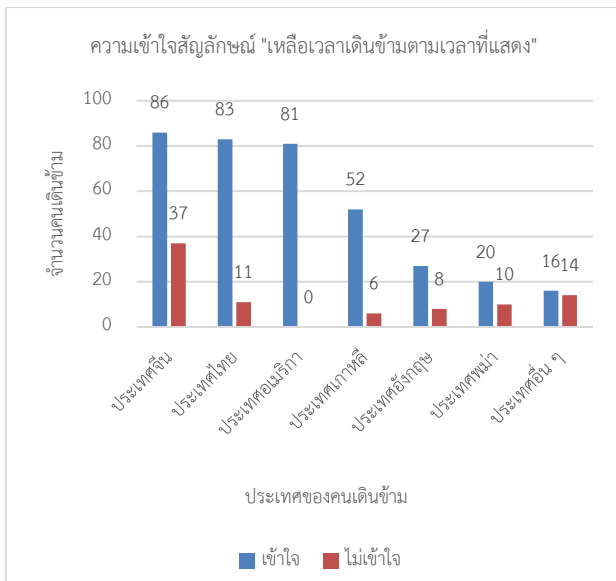
ประเทศจีน	จำนวน 123 คน	คิดเป็น 26 %
ประเทศไทย	จำนวน 108 คน	คิดเป็น 23 %
ประเทศอเมริกา	จำนวน 81 คน	คิดเป็น 17 %
ประเทศเกาหลี	จำนวน 58 คน	คิดเป็น 12 %
ประเทศอังกฤษ	จำนวน 35 คน	คิดเป็น 7 %
ประเทศพม่า	จำนวน 30 คน	คิดเป็น 6 %
ประเทศอื่น ๆ	จำนวน 40 คน	คิดเป็น 8 %

โดยประเทศอื่น ๆ ได้แก่ ประเทศออสเตรเลีย ประเทศศรีลังกา ประเทศโครเอเชีย ประเทศสิงคโปร์ ประเทศอิตาลี ประเทศอิสราเอล ประเทศฝรั่งเศส ประเทศแคนาดา ประเทศเยอรมนี ประเทศไต้หวัน ประเทศฮ่องกง ประเทศนอร์เวย์ ประเทศเดนมาร์ก ประเทศมาเลเซีย ประเทศโคลอมเบีย ประเทศไนจีเรีย และประเทศสกอตแลนด์



รูปที่ 7 กราฟข้อมูลความเข้าใจสัญลักษณ์ "เดินข้ามได้"

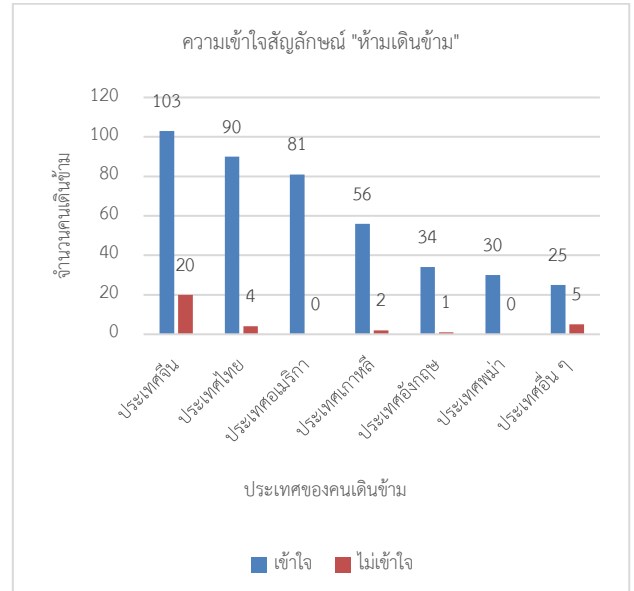
จากข้อมูลรูปที่ 7 สังเกตได้ว่า ความเข้าใจสัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" ของคนเดินข้ามทางแยกมีเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง คิดเป็น 87.8 % ของจำนวนคนเดินข้ามแยก 475 คน ถ้าหากมุ่งเน้นไปที่ความไม่เข้าใจ จะพบว่า คนเดินข้ามแยกจากประเทศพม่ามีเปอร์เซ็นต์คนเดินข้ามทางแยกที่ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" สูงถึง 16.7 % รองลงมาคือ คนเดินข้ามแยกจากประเทศจีน มีเปอร์เซ็นต์คนเดินข้ามทางแยกที่ไม่เข้าใจ สัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" สูงถึง 15.4 % โดยมีข้อเสนอแนะจากกลุ่มคนเดินข้ามแยกที่ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" ว่า รูปแบบมีขนาดเล็กเกินไป และสีขาวมองได้ยากในช่วงเวลากลางวัน ทำให้ไม่แน่ใจว่าเป็นสัญลักษณ์อะไร ส่วนประเทศที่มีเปอร์เซ็นต์ความเข้าใจสูงมากที่สุด คือ ประเทศอังกฤษ คิดเป็น 100 %



รูปที่ 8 กราฟข้อมูลความเข้าใจสัญลักษณ์ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง"

จากข้อมูลรูปที่ 8 สังเกตได้ว่า ความเข้าใจสัญลักษณ์ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง" ของคนเดินข้ามทางแยกมีเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำกว่าความเข้าใจสัญลักษณ์อื่นอย่างเห็นได้ชัด คิดเป็น 65.9 % ของจำนวนคนเดินข้ามแยก 475 คน จะพบว่าคนเดินข้ามแยกจากประเทศอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์คน

เดินข้ามทางแยกที่ไม่เข้าใจ สัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" สูงถึง 46.7 % รองลงมาคือ คนเดินข้ามแยกจากประเทศพม่าและประเทศจีน มีเปอร์เซ็นต์คนเดินข้ามทางแยกที่ไม่เข้าใจ สัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" สูงถึง 33.3 % และ 30.1 % โดยมีข้อเสนอแนะจากกลุ่มคนเดินข้ามแยกที่ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง" ว่า รูปแบบมีขนาดเล็กเกินไป และมีความสับสนว่าสัญลักษณ์มีสีแดงคืออะไร โดยเฉพาะคนเดินข้ามที่มาจากพื้นที่ชนบทสัญลักษณ์ไฟสีขาวของสัญลักษณ์เดินข้ามได้ มักเข้าใจผิดว่าสัญลักษณ์นี้หมายถึง จะสามารถเริ่มเดินข้ามทางแยกได้หลังจากเวลานับถอยหลังสิ้นสุด ส่วนประเทศที่มีเปอร์เซ็นต์ความเข้าใจสูงมากที่สุด คือ ประเทศอเมริกา คิดเป็น 100 %



รูปที่ 9 กราฟข้อมูลความเข้าใจสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม"

จากข้อมูลรูปที่ 9 สังเกตได้ว่า ความเข้าใจสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม" ของคนเดินข้ามทางแยกมีเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง คิดเป็น 88.21 % ของจำนวนคนเดินข้ามแยก 475 คน ถ้าหากมุ่งเน้นไปที่ความไม่เข้าใจ จะพบว่า คนเดินข้ามแยกจากประเทศอื่น ๆ และประเทศจีนมีเปอร์เซ็นต์คนเดินข้ามทางแยกที่ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม" สูงถึง 16.7 % และ 16.3 % ส่วนประเทศที่มีเปอร์เซ็นต์ความเข้าใจสูงมากที่สุด คือ ประเทศอเมริกาและประเทศพม่า คิดเป็น 100 %

#### 4.1.5 การวิเคราะห์พฤติกรรมของคนเดินข้าม

ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของคนเดินข้ามทางแยกสินค้า เป็นจำนวน 100 คน แล้วจัดบันทึก เพื่อนำมาแบ่งเป็นประเภทของการเดินข้ามทางแยก โดยพบพฤติกรรมของคนเดินข้ามแยก ดังนี้

1. การเดินข้ามทางแยกสำเร็จและมีความปลอดภัย รวม 83 คน
  - คนเดินข้ามสำเร็จตามระยะเวลาที่ออกแบบไว้ 81 คน
  - หากตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อย จะกดปุ่มเพื่อรอเดินข้ามในรอบถัดไป 2 คน
2. การเดินข้ามทางแยกสำเร็จแต่ไม่มีความปลอดภัย รวม 10 คน
  - ยืนรอสัญญาณ แต่ลงเดินข้ามก่อนสัญญาณปรากฏเล็กน้อย 0 คน
  - เดินข้ามเมื่อตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อย 10 คน

3. การเดินข้ามทางแยกไม่สำเร็จ รวม 7 คน

- สัญญาณ “ห้ามเดินข้าม” ปรากฏแล้ว แต่ยังไม่เดินข้ามอยู่ 1 คน
- ฝ่าสัญญาณ “ห้ามเดินข้าม” หลังจากรอไม่ไหว 5 คน
- ฝ่าสัญญาณ “ห้ามเดินข้าม” โดยไม่ผ่านการรอ 1 คน

4.2 ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจทางแยกเทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของถนน

- ถนนเพชรเกษม  
จำนวน 3 ช่องจราจร พร้อมเกาะกลาง ความกว้างช่องจราจร 3.50 เมตร
- ถนนดำเนินเกษม  
จำนวน 2 ช่องจราจร พร้อมเกาะกลาง ความกว้างช่องจราจร 3.50 เมตร
- สภาพอากาศท้องฟ้าแจ่มใส อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

4.2.2 ลักษณะทางกายภาพของทางข้าม

- ลักษณะของทางข้ามเป็นทางม้าลายสี ขาว-ดำ สามารถข้ามจากฝั่งหนึ่งไปอีกฝั่งหนึ่งได้ โดยต้องระวังรถจากช่องจราจรที่มีการสัญจรแบบ “เลี้ยวซ้ายผ่านตลอด” ก่อนลงข้ามถนน

4.2.3 สัญญาณไฟทางข้าม

- สัญญาณไฟเป็นแบบกดปุ่ม เมื่อกดใช้งานแล้ว ต้องรอสัญญาณให้เดินข้ามได้ ประมาณ 300 วินาที มีระยะเวลาเดินข้าม 20 วินาที และมีสัญญาณเตือนนับถอยหลังให้หยุดข้าม 25 วินาที

4.2.4 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

- กลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหิน จำนวน 66 คน ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ตั้งแต่เวลา 9.00 น. – 19.00 น.

- เพศของกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหิน จากทั้งหมด 66 คน

เพศชาย	จำนวน	40	คน	คิดเป็น	61 %
เพศหญิง	จำนวน	26	คน	คิดเป็น	39 %

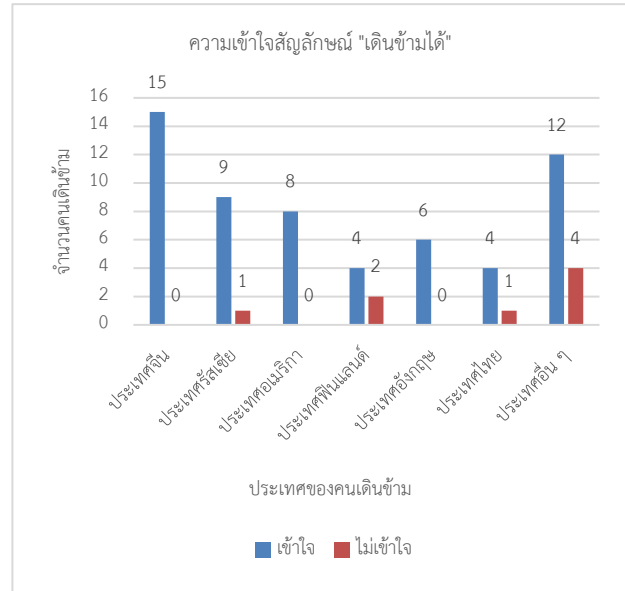
- อายุของกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหิน จากทั้งหมด 66 คน

อายุต่ำกว่า 20 ปี	จำนวน	0	คน	คิดเป็น	0 %
อายุ 20-30 ปี	จำนวน	18	คน	คิดเป็น	27 %
อายุ 31-40 ปี	จำนวน	27	คน	คิดเป็น	41 %
อายุมากกว่า 40 ปี	จำนวน	21	คน	คิดเป็น	32 %

- ประเทศของกลุ่มตัวอย่างคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหิน จากทั้งหมด 66 คน

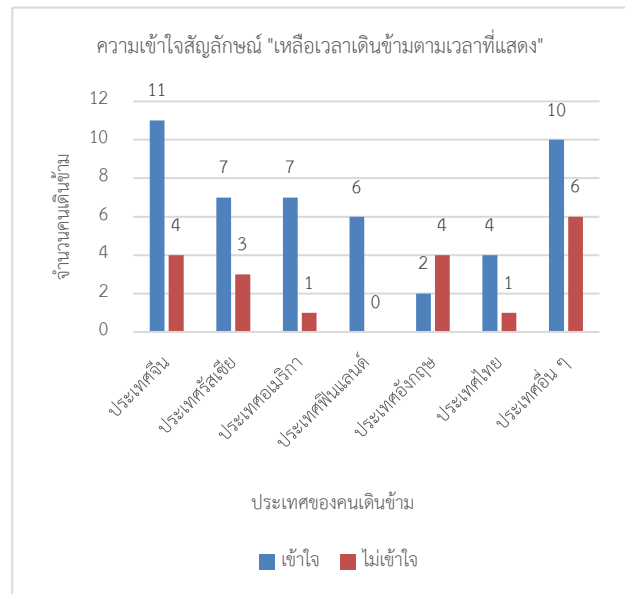
ประเทศจีน	จำนวน	15	คน	คิดเป็น	23 %
ประเทศรัสเซีย	จำนวน	10	คน	คิดเป็น	15 %
ประเทศอเมริกา	จำนวน	8	คน	คิดเป็น	12 %
ประเทศฟินแลนด์	จำนวน	6	คน	คิดเป็น	9 %
ประเทศอังกฤษ	จำนวน	6	คน	คิดเป็น	9 %
ประเทศไทย	จำนวน	5	คน	คิดเป็น	8 %
ประเทศอื่น ๆ	จำนวน	16	คน	คิดเป็น	24 %

โดยประเทศอื่น ๆ ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศเดนมาร์ก ประเทศญี่ปุ่น ประเทศนอร์เวย์ ประเทศอินเดีย และประเทศสวีเดน



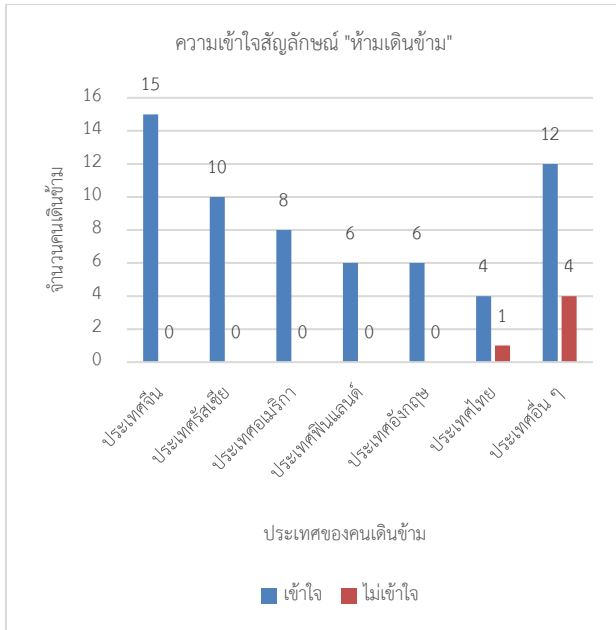
รูปที่ 10 กราฟข้อมูลความเข้าใจสัญลักษณ์ "เดินข้ามได้"

จากข้อมูลรูปที่ 10 สังเกตได้ว่า ความเข้าใจสัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" ของคนเดินข้ามทางแยกมีเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง คิดเป็น 87.9 % ของจำนวนคนเดินข้ามแยก 66 คน โดยคนเดินข้ามแยกจากประเทศจีน ประเทศอเมริกา และประเทศอังกฤษ เข้าใจสัญลักษณ์นี้สูงถึง 100 %



รูปที่ 11 กราฟข้อมูลความเข้าใจสัญลักษณ์ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง"

จากข้อมูลรูปที่ 11 สังเกตได้ว่า ความเข้าใจสัญลักษณ์ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง" ของคนเดินข้ามทางแยกมีเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำกว่าความเข้าใจสัญลักษณ์อื่นอย่างเห็นได้ชัด คิดเป็น 71.2 % ของจำนวนคนเดินข้ามแยก 66 คน



รูปที่ 12 กราฟข้อมูลความเข้าใจสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม"

จากข้อมูลรูปที่ 12 สังเกตได้ว่า ความเข้าใจสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม" ของคนเดินข้ามทางแยกมีเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง คิดเป็น 92.4 % ของจำนวนคนเดินข้ามแยก 66 คน ถ้าหากมุ่งเน้นไปที่ความไม่เข้าใจ จะพบว่าคนเดินข้ามแยกจากประเทศอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์คนเดินข้ามทางแยกที่ไม่เข้าใจสัญลักษณ์ "ห้ามเดินข้าม" สูงถึง 25.0 %

#### 4.2.5 การวิเคราะห์พฤติกรรมของคนเดินข้าม

ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหิน เป็นจำนวน 100 คน แล้วจัดบันทึก เพื่อนำมาแบ่งเป็นประเภทของการเดินข้ามทางแยก โดยพบพฤติกรรมของคนเดินข้ามแยก ดังนี้

1. การเดินข้ามแยกสำเร็จและมีความปลอดภัย รวม 65 คน
  - คนเดินข้ามสำเร็จตามระยะเวลาที่ออกแบบไว้ 65 คน
  - หากตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อย จะกดปุ่มเพื่อรอเดินข้ามในรอบถัดไป 0 คน
2. การเดินข้ามทางแยกสำเร็จแต่ไม่มีความปลอดภัย รวม 13 คน
  - ยืนรอสัญญาณ แต่ลงเดินข้ามก่อนสัญญาณปรากฏเล็กน้อย 3 คน
  - เดินข้ามเมื่อตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อย 10 คน
3. การเดินข้ามทางแยกไม่สำเร็จ รวม 22 คน
  - สัญญาณ "ห้ามเดินข้าม" ปรากฏแล้ว แต่ยังไม่เดินข้ามอยู่ 2 คน
  - ฝ่าสัญญาณ "ห้ามเดินข้าม" หลังจากรอไม่ไหว 19 คน
  - ฝ่าสัญญาณ "ห้ามเดินข้าม" โดยไม่ผ่านการรอ 1 คน

### 5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาผลกระทบของตัวเลขนับเวลาถอยหลังต่อพฤติกรรมการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้าม เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้าม บนทางแยกที่มีการนำตัวเลขนับเวลาถอยหลังมาใช้งาน เพื่อศึกษาสาเหตุที่ยังพบคนเดินข้ามอยู่บนทางแยกหลังจากสัญญาณไฟคนเดินข้ามสิ้นสุดลง ซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุที่รุนแรงตามมา และเพื่อหาแนวทางการเพิ่มความปลอดภัยให้คนเดินข้ามทางแยก โดยมุ่งไปที่การเพิ่มความ

เข้าใจตัวเลขนับเวลาถอยหลัง และการเพิ่มความสำเร็จในการเดินข้ามให้แก่คนเดินข้าม ได้ผลการวิจัยจากการสำรวจแยกรินคำและแยกเทศบาลหัวหิน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง" เป็นสัญลักษณ์ที่คนเดินข้ามแยกไม่เข้าใจมากที่สุด ในบรรดาสัญลักษณ์ทั้งหมด ซึ่งมีผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากคนเดินข้ามทางแยกเป็นเสียงส่วนมากกล่าวไปในทางเดียวกันว่า สัญญาณ "เหลือเวลาเดินข้ามตามเวลาที่แสดง" แต่เป็นสีแดงทำให้เข้าใจว่าต้องรอตัวเลขนับเวลาถอยหลังหมดลงก่อน จึงจะเดินข้ามได้ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คุ้นชินมาจากสัญญาณตัวเลขนับเวลาถอยหลังที่ใช้กับรถยนต์ อีกทั้งผลส่วนมากที่ไม่เข้าใจพบว่าเป็นนักท่องเที่ยวจากประเทศจีน ดังนั้น กรมทางหลวงจึงอาจต้องพิจารณาการใส่ภาษาจีนลงไปป้ายอธิบายสัญลักษณ์ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับนักท่องเที่ยวและคนในพื้นที่

2. สัญลักษณ์ "เดินข้ามได้" มีความเห็นจากคนเดินข้ามว่า ถ้าสามารถเปลี่ยนไฟสัญญาณจากสีขาวเป็นสีเขียวได้ จะทำให้มีความเป็นสากล เพิ่มให้เข้าใจ และสีเขียวมองเห็นได้ชัดกว่าในสภาพอากาศที่มีแดดจ้า

3. พฤติกรรมของคนเดินข้ามแยกรินคำต่อตัวเลขนับเวลาถอยหลัง คือคนเดินข้ามทางแยกจะไม่ค่อยสนใจมองตัวเลขนับเวลาถอยหลัง ด้วยสถานการณ์ที่แยกนี้เป็นแยกที่ต้องรอสัญญาณไฟให้เดินข้ามได้ค่อนข้างนาน รอประมาณ 300 วินาที (5 นาที และเป็นแยกที่มีนักท่องเที่ยวใช้สัญจรเยอะ ดังนั้นการเดินทางแยกในแต่ละครั้ง จำนวนคนที่มีมายืนรอจะสูงถึง 5-20 คนในช่วงกลางวัน และ 20-40 คนในช่วงเย็น ทำให้พฤติกรรมของคนเดินข้ามแยกส่วนมากจะเป็นการ "เดินตามกัน" คือสัญญาณจะส่งผลการตัดสินใจของคนเดินข้ามทางแยกค่อนข้างน้อย คือ หากยังมีคนเดินข้ามกลุ่มใหญ่เดินข้ามทางแยกอยู่ คนที่มาทีหลังก็พร้อมจะเดินตามทันที โดยไม่ได้พิจารณาตัวเลขนับเวลาถอยหลังที่กำลังทำงานอยู่ แต่กระนั้น ตัวเลขนับเวลาถอยหลังก็ยังมีประโยชน์อย่างมาก เพราะคนเดินข้ามทางแยกจะเร่งฝีเท้าของตนเองให้เดินสำเร็จและปลอดภัยตามระยะเวลาที่ออกแบบไว้รวมทั้งเพื่อเอื้อให้คนที่เดินตามหลังเดินข้ามสำเร็จด้วย

4. การเปรียบเทียบความสำเร็จในการเดินข้ามทางแยกของคนเดินข้ามของแยกรินคำและแยกหัวหิน จากคนเดินข้ามจำนวน 100 คน

	แยกรินคำ (%)	แยกหัวหิน (%)
เดินข้ามสำเร็จและปลอดภัย	83	65
เดินข้ามสำเร็จแต่ไม่ปลอดภัย	10	13
เดินข้ามไม่สำเร็จ	7	22

คนเดินข้ามทางแยกรินคำสำเร็จสูงถึง 83 % และคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหินสำเร็จสูงถึง 65 % ซึ่งเมื่อได้สอบถามและสังเกตสาเหตุที่คนเดินข้ามทางแยกไม่สำเร็จนั้น พบว่า คนเดินข้ามทางแยกรินคำไม่สำเร็จเป็นเพราะการตัดสินใจเดินข้ามทางแยกเมื่อตัวเลขนับเวลาถอยหลังเหลือน้อย เนื่องจากลงเดินตามคนกลุ่มข้างหน้า และไม่ต้องการรอสัญญาณไฟรอบถัดไป ส่วนคนเดินข้ามทางแยกเทศบาลหัวหินไม่สำเร็จเป็นเพราะการรอสัญญาณไฟไม่ไหวจึงเลือกที่จะฝ่าสัญญาณ โดยเส้นทางที่คนเดินข้ามทางแยกฝ่าสัญญาณเยอะจะเป็นเส้นทางรอง คือบริเวณซอยหัวหิน 61 และซอยหัวหิน 76

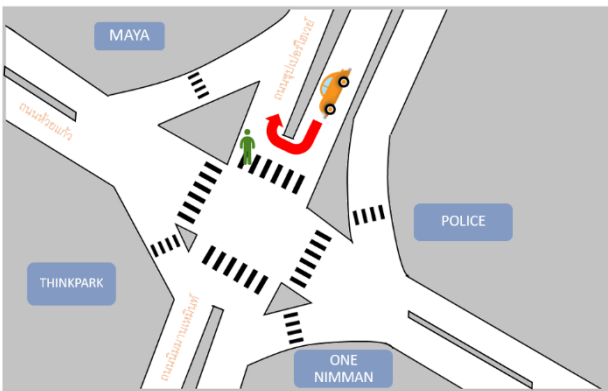


### 5.2 ข้อเสนอแนะการศึกษา

ทั้งนี้ นอกเหนือจากการตอบแบบสอบถามของคนเดินข้ามแยกแล้ว ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นจุดที่อาจไม่ปลอดภัยบริเวณทางแยกริมน้ำ ซึ่งถ้าหากได้รับการแก้ไขจะเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับคนเดินข้ามทางแยกและผู้ใช้รถใช้ถนน จึงขอรวบรวมไว้ ณ ที่นี้ เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาและปรับปรุงต่อไป

#### 5.2.1 คนเดินข้ามทางแยกริมน้ำมีความระแวงเมื่อเดินข้ามแล้วเจอรถที่กลับรถ

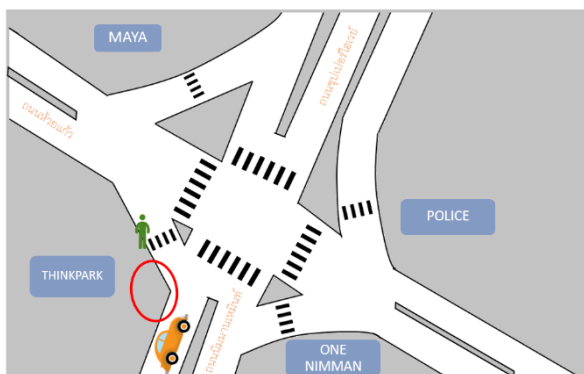
จากรูปที่ 13 เป็นการกลับรถบริเวณหน้าศูนย์การค้าเมญา บนถนนชูปเปอร์ไฮเวย์ โดยจะเห็นว่าการกลับรถดังกล่าว อยู่ใกล้กับบริเวณทางม้าลายสำหรับคนเดินข้าม ซึ่งทำให้คนเดินข้ามมีอาการตกใจได้หลังจากเห็นรถคล้ายจะพุ่งมาในทางม้าลายเพื่อที่จะกลับรถ ทำให้เกิดความระแวงต่อคนเดินข้ามทางแยกได้ว่าอาจจะถูกรถชน ผู้วิจัยขอเสนอแนะให้มีการปรับปรุงให้มีทางกลับรถก่อนถึงทางแยก หรือติดตั้งป้ายเตือนให้คนขับรถกลับรถอย่างระมัดระวังคนเดินข้ามทางแยก



รูปที่ 13 ภาพจำลองการกลับรถ

#### 5.2.2 การมีสิ่งปลูกสร้างบังวิสัยทัศน์คนเดินข้ามทางแยกและผู้ใช้รถใช้ถนน

จากรูปที่ 14, 15, 16 จะเห็นว่า การเดินข้ามทางแยกบริเวณทางข้ามหน้าโครงการ Think Park มีการตกแต่งที่บังวิสัยทัศน์ของคนเดินข้ามทางแยกและผู้ใช้รถใช้ถนน โดยจากพฤติกรรม คนเดินข้ามทางแยกต้องเดินลงมาบนถนนเล็กน้อยก่อนเพื่อให้เห็นว่ามียารถทางซ้ายผ่านตลอดกำลังมาหรือไม่ ถ้าหากมียารถกำลังมาคนเดินข้ามจะต้องรีบเดินกลับขึ้นไปบนทางเท้าแล้วจึงค่อยทำข้ามไปยังเกาะยูนโรข้ามแยก ซึ่งผู้ใช้รถใช้ถนนเองก็ไม่สามารถมองเห็นได้จากมุมคนขับรถว่ามีคนยืนรอเพื่อเดินข้ามอยู่หรือไม่ ผู้วิจัยขอเสนอแนะให้มีการปรับปรุงสิ่งก่อสร้างที่บังวิสัยทัศน์ดังกล่าว หรืออาจติดตั้งป้ายเตือนผู้ใช้รถให้ชะลอความเร็วเพื่อระวังคนเดินข้ามทางแยกก่อนถึงทางโค้งเลี้ยวซ้ายดังกล่าว



รูปที่ 14 ภาพจำลองการเดินข้ามทางแยกที่มีสิ่งปลูกสร้างบังวิสัยทัศน์



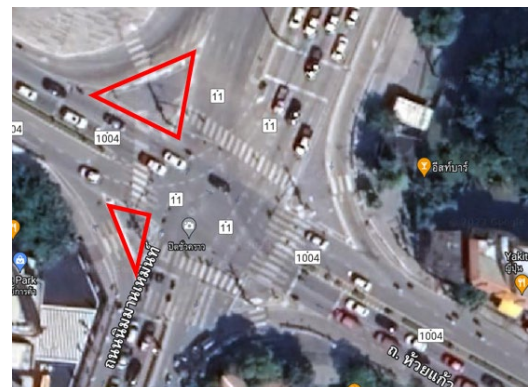
รูปที่ 15 ภาพสิ่งปลูกสร้างบังวิสัยทัศน์ของคนเดินข้าม



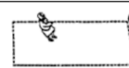

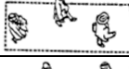


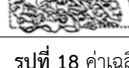
รูปที่ 16 ภาพสิ่งปลูกสร้างบังวิสัยทัศน์ของผู้ใช้รถใช้ถนน

#### 5.2.3 ปัจจัยที่ทำให้เกิด ความล่าช้าในการเดินเท้า (Pedestrian Delay)

1. เกาะยูนโรสัญญาณเดินข้ามที่มีขนาดต่างกันมากและจำนวนฝูงชน ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นสาเหตุที่ทำให้การเดินข้ามทางแยกมีความล่าช้า ส่วนหนึ่งมาจากการที่คนเดินข้ามแยกจากทางฝั่งศูนย์การค้าเมญามายังฝั่งโครงการ Think Park ซึ่งเป็นสองฝั่งที่มีปริมาณคนเดินข้ามทางแยกมากที่สุด ถ้ามีจำนวนคนเดินข้ามแยกอยู่ที่ประมาณ 3-10 คน จะไม่ค่อยเห็นความต่างมากนัก แต่ถ้าคนเดินข้ามมีจำนวนประมาณ 15-30 คน จะพบว่าคนเดินข้ามเนื่องจากใช้เวลาในการรอคนด้านหน้าหาที่แทรกเพื่อขึ้นบนเกาะกลาง หรือพยายามเดินขึ้นแทรกเพื่อขึ้นบนเกาะกลางบนพื้นที่ที่จำกัดของเกาะยูนโรทางฝั่ง Think Park จะเห็นได้ชัดจาก รูปที่ 17 ภาพเกาะยูนโรสัญญาณเดินข้ามที่มีขนาดต่างกัน และรูปที่ 18 ความแปรผันตรงกันของขนาดพื้นที่และความเร็วในการเดิน



รูปที่ 17 ภาพเกาะยูนโรสัญญาณเดินข้ามที่มีขนาดต่างกัน

P- LOS	คุณลักษณะ	Space (ft <sup>2</sup> /ped)	Flow Rate (ped/min/ft)	Speed (ft/sec)	v/c Ratio
A		> 60	≤ 5	> 4.25	≤ 0.21
B		40-60	5-7	4.17-4.25	0.21-0.31
C		24-40	7-10	4.00-4.17	0.31-0.44
D		15-24	10-15	3.75-4.00	0.44-0.65
E		8-15	15-23	2.5-3.75	0.65-1.0
F		≤ 8	Variable	≤ 2.50	Variable

รูปที่ 18 ค่าเฉลี่ยการไหลของระดับการให้บริการทางเดิน [5]

2. การไม่มั่นใจในความปลอดภัย จากการสำรวจความรู้สึกปลอดภัยในการเดินข้ามทางแยก บริเวณแยกรินคำ พบว่าคนเดินข้ามทางแยกรู้สึกไม่ปลอดภัยถึง 46 % ในจำนวนคนเดินข้ามทางแยก 475 คน ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้การเดินข้ามทางแยกมีความล่าช้า อีกส่วนหนึ่งมาจาก การที่คนเดินข้ามทางแยกไม่กล้าลงเดินหลังจากเห็นไฟสัญญาณ “เดินข้ามได้” โดยคนเดินข้ามทางแยกจะใช้เวลาประมาณ 2-3 วินาทีหลังเห็นสัญญาณเพื่อมองรถรอบบริเวณก่อนอีกครั้งหนึ่งก่อนลงเดินข้าม

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ทีมข่าว CLICK และธนารักษ์ คุณทน (2555. 1 ทศวรรษ 'ไฟจราจร เคาหน้ดาวนั' เหลียวหลังแลหน้า 'รุ่ง' หรือ 'ร่วง'?
- [2] Goldschmidt, J. (1977). Pedestrian Delay and Traffic Management
- [3] MRCagney Pty Ltd, Melbourne, Australia. Measuring Pedestrian Delay
- [4] การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง. กัญญ์สิริ จันทรเจริญ. หน้า 6-12
- [5] Khisty C.J. and Lall B.K. (2003). Local Area Traffic Management. Transportation Engineering: An Introduction 3<sup>th</sup> Edition