

## นิพนธ์ต้นฉบับ

การสำรวจเส้นทางหนีไฟ และคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟของอาคาร 9  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยารัตน์ปราณี พันมานิมิตร<sup>(1)</sup>, กาญจนา จีระออน<sup>(1)</sup>, อารยวดี ทองสินวล<sup>(1)</sup>, กิจจา จิตรภิมย์<sup>(2)\*</sup>

วันที่ได้รับต้นฉบับ: 18 พฤศจิกายน 2562

วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 29 กุมภาพันธ์ 2563

**\* ผู้รับผิดชอบบทความ**(1) นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา  
อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

(2) อาจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและ

ความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจเส้นทางหนีไฟ และคำนวณระยะเวลาอพยพโดยอาศัยการเคลื่อนที่แบบไฮดรอลิก ณ อาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความสูง 10 ชั้น โดยมีโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นที่ใช้สอย 8,497 ตารางเมตร ซึ่งต้องเป็นไปตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) และ NFPA 101

ผลการศึกษาพบว่าเส้นทางหนีไฟยังไม่สอดคล้องตามกฎหมายฉบับดังกล่าว โดยเฉพาะในประเด็น บันไดหนีไฟ และเส้นทางหนีไฟ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบป้องกันเพลิงไหม้ เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลการคำนวณระยะเวลาอพยพโดยใช้บันได 1 และบันได 2 พบว่ามีระยะเวลาเป็น 19.9 และ 23 นาที ตามลำดับ ดังนั้นระยะเวลาในการอพยพของอาคาร 9 จากชั้น 10 ซึ่งเป็นชั้นสูงสุดมายังชั้น 1 และเป็นจุดปล่อยออกจากอาคารใช้ระยะเวลาระหว่าง 19.31-23.58 นาที (95% CI) โดยมีอัตราการไหลสูงสุด (Fc) เป็น 0.898 คนต่อวินาที มีความเร็วในการอพยพลงบันได (S) เป็น 0.535 เมตรต่อวินาที มีระยะทางอพยพระหว่างชั้น (TD) เป็น 13.39 เมตร และมีระยะเวลาอพยพต่อชั้น (TT) 25 นาทีตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวดที่ 2 ว่าด้วย ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันไฟไหม้ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟคือ จำนวนผู้ใช้อาคาร ขนาดความกว้างของส่วนประกอบบนเส้นทางหนีไฟ ได้แก่ ช่องทางผ่าน ประตูหนีไฟ และบันไดหนีไฟ รวมถึงขนาดลูกตุ้มลูกนอนของบันไดหนีไฟ เป็นต้น

**คำสำคัญ:** การสำรวจเส้นทางหนีไฟ, การคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟ

## Original Article

# Means of Egress Survey and Evacuation Time Calculation: Building Number 9, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Ratpranee Panmanimit<sup>(1)</sup>, Kanjana Chiraon<sup>(1)</sup>, Arayawadee Thongsinuan<sup>(1)</sup>, Kitja Chitpirom<sup>(2)\*</sup>

Received Date: November 18, 2019

Accepted Date: February 29, 2020

### Abstract

The aims of this research are survey a means of egress and evacuation time calculation based on hydraulic flow analogy at building number 9 of Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, which has 10 floors. This reinforced concrete structure building has usage area of 8,497 square meters following to the Thai ministerial regulation No. 33 (BE.2535) and NFPA 101.

The results showed that the means of egress was do not qualify under a regulation no. 33 (BE.2535) and NFPA 101 with the issue of a fire escapes, fire alarm system and protection system. However, the evacuation time of fire stairway number 1 and 2 were 19.9 and 23 minutes, respectively. So that, the evacuation time of this building from 10<sup>th</sup> to 1<sup>st</sup> floor in 95% CI are 19.31-23.58 minutes with a maximum flow rate (Fc), travel speed (S), travel distance between floor (TD) and travel time per floor (TT) are 0.898 person per second, 0.535 meter per second, 13.39 meter and 25 second, respectively. That based on the criteria of the Thai ministerial regulation No. 33 (BE.2535), issued in accordance with the building control act, BE 2522, section 2; ventilation systems, electrical systems and fire protection systems. In conclusion, the factors of evacuation time are the building's occupant load, the width of means of egress component such as corridor, exit door, stairway and stair riser and tread size.

**Keywords:** Means of Egress Survey, Evacuation Time Calculation

### \* Corresponding author

- (1) Bachelor of Science student in Occupational Health and Safety, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchophaya Rajabhat University  
(2) Occupational Health and Safety Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchophaya Rajabhat University

## บทนำ

อัคคีภัยเป็นอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทั้งนี้หากเกิดขึ้นแล้วสามารถลุกลามจนยากต่อการควบคุมและเป็นเหตุให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิต ทรัพย์สิน รวมไปถึงอาคารบ้านเรือนอันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความน่าเชื่อถือของผู้ประกอบกิจการอีกด้วย อัคคีภัยเป็นภัยใกล้ตัวที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง จากอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 จนถึง ปี พ.ศ. 2558 ที่ผ่านมามาประเทศไทย ต้องเผชิญกับอัคคีภัยกว่า 52,000 ครั้ง มีผู้บาดเจ็บ 4,532 คน เสียชีวิต 1,740 คน มูลค่าความเสียหายกว่า 31,000 ล้านบาท ปัจจุบันการเกิดอัคคีภัยมีแนวโน้มเพิ่มความถี่และความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะในอาคารสูง บ้านเรือนที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม อัคคีภัยเป็นภัยซึ่งนำความสูญเสียมหาชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากเกิดขึ้นในอาคารสาธารณะที่เป็นอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ เช่น จากเหตุการณ์เพลิงไหม้โรงงานผลิตตุ๊กตาเคเดอร์ จังหวัดนครปฐม เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2536 ทำให้มีผู้เสียชีวิต 188 คน สภาพอาคารพังทลายทั้งหมด การเกิดเพลิงไหม้โรงแรมรอยัลจอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 มีผู้เสียชีวิต 91 คน อาคารเสียหายเกือบทั้งหมด เหตุการณ์เพลิงไหม้ขานติเก้าฝั้ว เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ในคืนสงกรานต์ปีเก่าต้อนรับปีใหม่ เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2551 มีผู้เสียชีวิต 66 คน มีผู้ได้รับบาดเจ็บและพิการอีกนับร้อยคน เหตุการณ์เพลิงไหม้ศูนย์อพยพ บ้านแม่สุรินทร์ อำเภอบางบาล จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีผู้เสียชีวิต 45 คน เหตุการณ์เพลิงไหม้อาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นอาคารต้นแบบอัจฉริยะขนาดใหญ่พิเศษที่ทันสมัยสูง 37 ชั้น มีผู้เสียชีวิต 1 คน จนถึงเหตุการณ์เพลิงไหม้โรงภาพยนตร์เมเจอร์ซีนีเพล็กซ์ ปิ่นเกล้า กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 เป็นต้น (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย, 2559) ส่วนในสถานศึกษาจากรายงานพบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีในรอบปี 2561 เกิดเหตุเพลิงไหม้ถึง 3 ครั้ง แม้ไม่มีรายงานการเสียชีวิตแต่ก็ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สินของทางราชการเป็นจำนวนมาก (เกียรติรัตน์ชัยสกุลวงศ์, 2562) เมื่อวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2562 นี้เกิดเพลิงไหม้อาคารสำนักงานอธิการบดีภายในมหาวิทยาลัย

ราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งเป็นอาคารสูง 5 ชั้น แม้ไม่มีรายงานการเสียชีวิต แต่เหตุการณ์นี้ได้ทำลายเอกสารสำคัญไปเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเอกสารข้อมูลการรับสมัครนักศึกษาและเอกสารการขอตำแหน่งทางวิชาการของอาจารย์ (แนวหน้า, 2562) ส่วนเหตุการณ์อัคคีภัยที่เคยเกิดภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาจำนวน 2 ครั้ง โดยเมื่อปี 2555 เกิดเหตุการณ์อัคคีภัย ณ อาคาร 2 บริเวณชั้น 1 ที่จุดบริการขายอาหาร ซึ่งมีสาเหตุเพลิงไหม้มาจากการลอบวางเพลิงและอีกครั้งเกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2557 ณ อาคาร 10 ชั้น 1 บริเวณด้านข้างอาคารหลังห้องเรียนปฏิบัติการคหกรรมศาสตร์ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ ซึ่งมีสาเหตุเพลิงไหม้มาจากการระเบิดของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ โดยทั้งสองเหตุการณ์เพลิงไหม้ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาข้างต้นที่เกิดขึ้นแม้ไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตแต่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและความน่าเชื่อถือในด้านความปลอดภัยของมหาวิทยาลัย โดยการเกิดเพลิงไหม้ทั้ง 2 ครั้งนั้นเป็นช่วงเวลากลางคืนแต่มีผู้พบเห็นเหตุการณ์ เจ้าหน้าที่อาคาร และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยได้ทำการระงับเหตุเบื้องต้น และติดต่อแจ้งเหตุไปยังสำนักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเพื่อขอความช่วยเหลือ ต่อมาเจ้าหน้าที่ดับเพลิงเข้าระงับเหตุการณ์จนเพลิงสงบได้อย่างทันท่วงที (ฝ่ายอาคารและสถานที่, 2561)

ดังนั้นทางมหาวิทยาลัยซึ่งมีความเสี่ยงในการเกิดอัคคีภัยจึงควรมีมาตรการที่เหมาะสมโดยเฉพาะอาคารสูงควรจัดให้มีระบบการป้องกันและระงับอัคคีภัยทั้งเชิงรุกและเชิงรับตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด รวมถึงต้องให้ความสำคัญในการตรวจสอบอาคารและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดีและพร้อมใช้งานเสมอในการออกแบบอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ซึ่งเป็นอาคารที่มีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมากจำเป็นต้องคำนึงถึงการสัญจรของผู้ใช้งานทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง รวมทั้งการระบายผู้ใช้ออกจากอาคารเมื่อเกิดเหตุอัคคีภัยขึ้นด้วย เช่นเดียวกับทางรัฐที่ได้ให้ความสำคัญและตระหนักในการแก้ไขปัญหาโดยมีการออกกฎหมายเพื่อควบคุมอาคารต่างๆ ในเรื่องการป้องกันอัคคีภัย หลายฉบับ เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดและบังคับให้เจ้าของอาคารปฏิบัติตามเพื่อความปลอดภัย รวมถึงผู้ใช้อาคารจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย

อย่างเพียงพอที่จะช่วยกันระมัดระวังกำจัดสิ่งต่างๆ ที่เป็นสาเหตุอันก่อให้เกิดเพลิงไหม้และหากเกิดเพลิงไหม้ขึ้นผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องมีความสามารถเพียงพอที่จะตัดวงจรการเกิดไฟได้ในขั้นต้น ก่อนที่ไฟจะลุกลามจนเกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้น รวมถึงต้องสามารถการช่วยเหลือตนเองหรือผู้อื่นให้รอดพ้นอันตรายจากอัคคีภัยที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (กิจจา จิตรภรณ์, 2560) อย่างไรก็ตามแม้มีการออกกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 ปี พ.ศ. 2533 ที่เป็นข้อกำหนดมาตรฐานในการออกแบบส่วนต่างๆ ของอาคารเพื่อความปลอดภัยจากอัคคีภัยสำหรับอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ไว้ แต่ก็ยังเป็นเพียงมาตรฐานขั้นต่ำเท่านั้น (ณัฐกรณ์ เสฎฐัตต์, 2546)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญในปัญหาด้านอัคคีภัยในอาคารสูง จึงใช้แบบสำรวจอาคารด้านความปลอดภัยที่เป็นไปตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (กระทรวงมหาดไทย, 2535) ซึ่งเริ่มจากการสำรวจด้านความปลอดภัยตามกฎหมายครอบคลุมทั้งหมด 6 อาคาร พบว่าผลการสำรวจด้านความปลอดภัยของ อาคาร 2 มีร้อยละ 64 อาคาร 6 มีร้อยละ 61 อาคาร 7 มีร้อยละ 62 อาคาร 8 มีร้อยละ 59 อาคาร 9 มีร้อยละ 25 และอาคาร 10 มีร้อยละ 70 (รัตนปราณี พันมานิมิตร และคณะ, 2561) จึงเห็นได้ว่า อาคาร 9 ที่มี ร้อยละ 25 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือก อาคาร 9 เป็นกรณีศึกษาครั้งนี้ ในการสำรวจอาคาร เส้นทางหนีไฟ และการคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟ ที่จะนำไปใช้เป็นตัวอย่างในการหาแนวทางปรับปรุง แก้ไข โครงสร้างอาคารเรียน และใช้เป็นแนวทางในการควบคุม กำกับ ดูแล ดำเนินการจัดการด้านอัคคีภัย การเตรียมความพร้อมในการป้องกันด้านอัคคีภัย ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาซึ่งเป็นสถานศึกษาที่มีอาคารเป็นองค์ประกอบหลักในการใช้สอยพื้นที่ เพื่อการเรียนการสอน และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจัดว่าเป็นประเภทอาคารสูง ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสำรวจอาคาร ทางหนีไฟ และคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคารเรียน 9

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### • รูปแบบการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการศึกษาแบบเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data) ซึ่งการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจความปลอดภัยและแบบบันทึกข้อมูลตลอดจนการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟ

#### • พื้นที่ในการศึกษา

จากการสำรวจด้านความปลอดภัย โดยใช้แบบสำรวจอาคารด้านความปลอดภัยความปลอดภัยที่เป็นไปตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (กระทรวงมหาดไทย, 2535) ในอาคารสูงจำนวนทั้งหมด 6 อาคาร พบว่าผลการสำรวจด้านความปลอดภัยของ อาคาร 2 มีร้อยละ 64 อาคาร 6 มีร้อยละ 61 อาคาร 7 มีร้อยละ 62 อาคาร 8 มีร้อยละ 59 อาคาร 9 มีร้อยละ 25 และอาคาร 10 มีร้อยละ 70 (รัตนปราณี พันมานิมิตร และคณะ, 2561) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า อาคาร 9 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษอื่นๆ จึงได้เลือก อาคาร 9 (อาคารสูง 10 ชั้น) เป็นกรณีศึกษาครั้งนี้ โดยการสำรวจเส้นทางหนีไฟและคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟของอาคาร 9 ที่ตั้งในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาซึ่งเป็นอาคารสูง 10 ชั้น ประกอบไปด้วยห้องเรียน ห้องพักอาจารย์ และห้องปฏิบัติการรวมจำนวนทั้งสิ้น 48 ห้อง

#### • เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสำรวจอาคารเส้นทางหนีไฟ เพื่อคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟ โดยใช้แบบสำรวจอาคารด้านความปลอดภัยความปลอดภัย ที่เป็นไปตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ตามรายละเอียดการตรวจสอบอาคารสูง (คู่มือการตรวจสอบใหญ่) สำหรับผู้ตรวจสอบอาคาร ในด้านความปลอดภัยตามกฎหมาย เช่น บันไดหนีไฟ ป้ายเครื่องหมายต่างๆ ระบบส่องสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่มีการใช้งาน หรือชำรุดเสียหาย เป็นต้น แบบบันทึกข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในสมการทางคณิตศาสตร์ และเครื่องมือสำหรับวัด

ความยาว ได้แก่ ตลับเมตรขนาด 5 เมตร (16 ft) การคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ตามการเคลื่อนที่แบบ Hydraulic Flow Analogy (ขนิษฐา ส่งสกุลชัย และคณะ, 2555) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบสำรวจด้านความปลอดภัยใช้แบบสำรวจอาคารด้านความปลอดภัย แบบ 1 อาคารสูง และอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ก่อสร้างหลังการบังคับใช้กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 ระบบหลัก ประกอบด้วย ส่วนประกอบของบันไดหนีไฟ และทางหนีไฟ ป้ายบอกทางหนีไฟ และเครื่องหมายแสดงทางออกฉุกเฉิน ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบป้องกันเพลิงไหม้ ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉิน ระบบลิฟต์ดับเพลิงสำหรับอาคารสูง บริเวณรอบอาคารที่เป็นไปตามกฎหมายกำหนด ระบบระบายอากาศในอาคารสูง ฝ้าฟ้าของอาคารสูง ในส่วนที่ 2 ระบบเสริม ประกอบด้วย แบบแปลนแผนผังอาคาร ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ระบบไฟฟ้าสำรอง

2) แบบบันทึกข้อมูล ผู้วิจัยใช้แบบบันทึกข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร ได้แก่ ความกว้างบันได ความกว้างประตู ความสูงระหว่างชั้น ระยะลูกตั้ง ลูกนอน ระยะกึ่งกลางราวจับ และชานพักบันได

3) เครื่องมือในการวัดความยาว พารามิเตอร์ต่างๆ ตลับเมตรขนาด 5 เมตร (16ft) มอก.1369-2539 (แถบเหล็กม้วนกลับอัตโนมัติ)

4) สมการทางคณิตศาสตร์ ในการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟ โดยอาศัยการเคลื่อนที่แบบ Hydraulic Analogy (ขนิษฐา ส่งสกุลชัย และคณะ, 2555)

#### ● การคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟ

คำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟแบบ Hydraulic Flow Analogy โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณดังสมการ (1)-(11) (ขนิษฐา ส่งสกุลชัย และคณะ, 2555) ตามคำอธิบายในตารางที่ 2

- การหาค่าความกว้างที่ใช้ได้จริงของบันได We (Stair)

$$We (stair) = wc - (\text{ระยะห่างระหว่างผนัง} \\ 2 \text{ ข้าง}) \quad (1)$$

$$We (stair) = wc - (\text{ระยะห่างระหว่างกึ่งกลาง} \\ \text{ราว 2 ข้าง}) \quad (2)$$

- การหาค่าความกว้างที่ใช้ได้จริงของประตู We (door)

$$We (door) = We (door) - 2 (\text{ระยะห่าง} \\ \text{ระหว่างผนัง}) \quad (3)$$

- การคำนวณหาอัตราการไหลเฉพาะสูงสุดของบันไดและประตู (Fsm)

$$\tan^{-1} = \text{ลูกตั้ง/ลูกนอน} \quad (4)$$

- อัตราการไหลเฉพาะสูงสุดของบันได

$$Fc = Fsm (\text{Stair}) \times We (\text{Stair}) \quad (5)$$

- อัตราการไหลเฉพาะสูงสุดของประตู

$$Fc = Fsm (\text{Door}) \times We (\text{Door}) \quad (6)$$

- การคำนวณหาความเร็วในการอพยพลงบันไดหนีไฟ

$$S = k - akD \quad (7)$$

- การคำนวณหาระยะทางอพยพ (Travel Distance)

$$\text{Travel Distance} = H \times \text{Conversion} \\ \text{Factor} + \text{ชานพักบันได} \quad (8)$$

- การคำนวณหาระยะเวลาอพยพต่อชั้น (Travel Time)

$$\text{Travel Time} = \text{Travel Distance} / \text{Speed} \quad (9)$$

- การคำนวณระยะเวลาอพยพทั้งอาคาร

$$TP = P / Fc \quad (10)$$

$$TP = \text{Travel Time} + TP / 60 \text{ นาที} \quad (11)$$

#### ● การรวบรวมข้อมูล

การคำนวณหาพื้นที่อาคารแยกตามประเภทการใช้อาคารในแต่ละชั้น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลแยกตามประเภทการใช้อาคารของอาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน NFPA 101 อัตราส่วนพื้นที่ต่อคนในแต่ละประเภทการใช้อาคารและประกาศกระทรวงศึกษาธิการ (ขนิษฐา ส่งสกุลชัย และคณะ, 2555)

การหาค่าความกว้างที่ใช้ได้จริงของบันได การวัดระยะทางเพื่อคำนวณระยะเวลาอพยพ กรณีเป็นทางราบแนวนอน เช่น โถงทางเดิน ทางลาดเอียง นั้นสามารถวัดในระยะในแนวราบได้เลย แต่สำหรับกรณีในแนวตั้ง เช่น บันได จะต้องนำค่าปรับแก้ (Conversion Factor)

คุณกับค่าความสูงของบันได ซึ่งค่าปรับแก้จะแปรตามขนาดของลูกตั้งและลูกนอนของบันได (ขนิษฐา ส่งสกุลชัย และคณะ, 2555)

การหาค่าความกว้างที่ใช้ได้จริงของประตูตามมาตรฐาน วสท. (2555) กำหนดให้การวัดความกว้างของประตูในมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยนี้มี 2 วิธีถ้าต้องการวัดความกว้างของประตูเพื่อไปคำนวณหาความสามารถในการอพยพคนของประตู (Egress Capacity Width) ให้เป็นไปตาม วสท. (2555)

#### ● การแปลผลและการวิเคราะห์ผล

การแปลผลการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ต่อคนในแต่ละประเภทการใช้อาคารในแต่ละชั้นพิจารณาตามมาตรฐาน NFPA 101 (NFPA, 2009) และตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ (ขนิษฐา ส่งสกุลชัย และคณะ, 2555)

การประเมินระยะเวลาในการอพยพหนีไฟฟ้าโดยเปรียบเทียบกับกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 2 ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันเพลิงไหม้ ข้อที่ 22 กำหนดให้บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่งต้องแสดงการคำนวณให้เห็นว่าสามารถใช้ลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารออกนอกอาคารได้ภายใน 1 ชั่วโมง

#### ● จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

งานวิจัยนี้เน้นการวัดค่าโดยใช้เครื่องมือพื้นฐานได้แก่การวัดความยาว ความสูง รวมการคำนวณพื้นที่ภายในอาคารซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจเส้นทางหนีไฟ และการคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟ โดยไม่ได้ศึกษาข้อมูลโดยตรงจากมนุษย์หรืออาสาสมัคร ทั้งนี้ในการสำรวจและเก็บข้อมูลนั้นได้พิจารณาเลือกระยะเวลาที่หลีกเลี่ยงการรบกวนต่อผู้ใช้อาคาร หรืออาจเกิดขบวนการสัญจรของผู้ใช้อาคารตามปกติ ดังนั้นจึงไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดจึงไม่ได้ยื่นขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัย

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการสำรวจอาคาร

จากการสำรวจความปลอดภัยทุกชั้นของอาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาพบว่าบันไดหนีไฟและทางหนีไฟจากชั้น 1 ถึงชั้น 9 มี 2 ทาง

โดยบันไดหนีไฟและทางหนีไฟในชั้น 3, 4, 5 และชั้น 8 ไม่ผ่านมาตรฐานในเรื่องระบบระบายอากาศในช่องบันไดหนีไฟและบันไดหนีไฟที่ไม่ทำงานอัตโนมัติหากเกิดเหตุเพลิงไหม้ ส่วนในชั้น 1, 2, 6, 7 และชั้น 9 ไม่ผ่านมาตรฐานเรื่องบันไดหนีไฟไม่มีแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินในช่องทางหนีไฟ และ ชั้น 10 ไม่ผ่านมาตรฐานเรื่องบันไดหนีไฟที่มีบันไดหนีไฟเพียงทางเดียวของชั้นสูงสุด และไม่มีป้ายบอกชั้น ป้ายบอกทางหนีไฟ โดยภาพรวมพบว่าระบบป้องกันเพลิงไหม้ของทุกชั้นไม่มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่นระบบหัวฉีดน้ำดับเพลิง (Sprinkle System) และไม่มีติดตั้งในตัวอาคาร รวมถึงขาดระบบจ่ายพลังไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉิน และระบบลิฟต์ดับเพลิงสำหรับอาคารสูง (ตารางที่ 1) นอกจากนี้พบว่าบริเวณรอบอาคารไม่เป็นไปตามกฎหมายกำหนดได้แก่ ระบบระบายอากาศในอาคารสูง ฝ้าฟ้าของอาคารสูง ลิฟต์ดับเพลิง และพื้นที่โดยรอบอาคารที่ยากต่อการเข้า-ออกของรถดับเพลิงหากเกิดเหตุเพลิงไหม้

#### 2. การคำนวณระยะเวลาอพยพในการอพยพหนีไฟ

จากการคำนวณระยะเวลาอพยพของบันไดหนีไฟ 1 และบันไดหนีไฟ 2 มีระยะเวลาแตกต่างกัน เนื่องจากความกว้างของบันได และความกว้างประตู ลูกตั้งและลูกนอนที่มีขนาดแตกต่างกันจึงเห็นได้ว่าบันไดหนีไฟ 1 สามารถอพยพหนีไฟเร็วกว่าบันไดหนีไฟ 2 ดังตารางที่ 2 เนื่องจากระยะเวลาอพยพหนีไฟของอาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาจากชั้น 10 ลงมาชั้น 1 ของบันได 1 ใช้ระยะเวลาอพยพหนีไฟทั้งหมด 19.9 นาที และบันได 2 ใช้ระยะเวลาอพยพหนีไฟทั้งหมด 23 นาที

#### บทสรุปและอภิปรายผล

จากการสำรวจด้านความปลอดภัยตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 พบว่าบันไดหนีไฟและทางหนีไฟยังไม่สอดคล้องกับกฎหมายดังกล่าว แต่จากการคำนวณระยะเวลาในการอพยพคนลงจากอาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จากชั้น 10 ลงมาชั้นล่างของบันได 1 พบว่ามีค่าระยะเวลาอพยพหนีไฟ 19.9 นาที และบันได 2 พบว่ามีระยะเวลาอพยพหนีไฟ 23 นาที ที่ช่วงความเชื่อมั่น (95% CI) อยู่ที่

ระหว่าง 19.31-23.58 นาฬิกา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หมวด 2 ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันเพลิงไหม้ ข้อที่ 22 กำหนดให้บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่งต้องแสดงการคำนวณให้เห็นว่าสามารถใช้ลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารออกนอกอาคารได้ภายใน 1 ชั่วโมง ดังนั้นผลจากการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟของอาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาที่อพยพหนีไฟจากชั้น 10 ลงมาชั้นล่างของบันไดได้ตามกฎหมายกำหนด

ผลการสำรวจพบว่าบันไดหนีไฟและทางหนีไฟยังไม่สอดคล้องกับกฎหมายที่เกี่ยวข้องซึ่งแสดงว่าอาคารนี้ยังคงมีความเสี่ยงที่จะเกิดอัคคีภัยลุกลามจนเกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้อาศัยในอาคารได้ โดยอันตรายจากอัคคีภัยที่เกิดขึ้นแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย, 2548) อันตรายจากการลุกติดไฟ (Ignition hazards) อันตรายจากสมบัติการติดไฟได้ของวัตถุ (Combustibility hazards) อันตรายด้านอัคคีภัยที่เกิดกับโครงสร้าง (Structural fire hazards) หากโครงสร้างที่มีลักษณะเอื้อต่อการแพร่กระจายของไฟอาจจะทำให้โครงสร้างพังทลาย และอันตรายต่อตัวบุคคล (Hazards to personal) ซึ่งจัดเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญที่สุด การป้องกันภัยที่จะเกิดกับตัวบุคคลในกรณีเกิดไฟไหม้คือการอพยพคนออกจากพื้นที่ที่เกิดไฟไหม้อย่างปลอดภัยให้เร็วที่สุด ส่วนในเรื่องของความปลอดภัยต่อตัวบุคคลส่วนอื่น ๆ พิจารณาได้จากมาตรฐาน NFPA 101: Life safety code (NFPA, 2003) โดยเฉพาะสิ่งที่สำคัญคือ ทางหนีไฟ และระบบดับเพลิงต่างๆ รวมถึงระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ในการป้องกันและระงับอัคคีภัยที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีการออกแบบป้องกันอัคคีภัยตั้งแต่การวางผังการก่อสร้างอาคาร โดยแนวคิดดังกล่าวเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการกับอัคคีภัยซึ่งแบ่งการจัดการอัคคีภัยเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การควบคุมกระบวนการเผาไหม้ การระงับเมื่อเกิดอัคคีภัย และการควบคุมไฟโดยการออกแบบโครงสร้างที่เหมาะสม (เกชา ธีระโกเมน, 254)

การคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟ โดยการตั้งสมมติฐานการคำนวณและอัตราส่วนพื้นที่ต่อคนในการใช้อาคารเรียนตามการศึกษาของ ชนิษฐา ส่งสกุลชัย

และคณะ (2555) ที่ได้กำหนดค่าอัตราส่วนพื้นที่ต่อคนซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน NFPA 101 เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้นำไปคำนวณจำนวนผู้ใช้อาคารได้อย่างเหมาะสมพร้อมทั้งได้แสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟของโรงพยาบาลนทร์แบบรวมหลายโรงไว้ ซึ่งผู้สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ได้ในการคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟ แต่ไม่ควบคุมอาคารที่มีกิจกรรมบางประเภท ได้แก่ ห้องสำนักงาน ห้องคอมพิวเตอร์ จึงใช้ข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษาเพิ่มเติม ถึงแม้ว่าการออกแบบอาคารจะดำเนินการถูกต้องและเป็นไปตามหลักของความปลอดภัย แต่การอาศัยอยู่ในอาคารที่มีความหนาแน่นมากหรือในอาคารสูงซึ่งเป็นการยากที่จะทำการอพยพออกจากอาคารภายในเวลาที่จำกัดอย่างปลอดภัยเมื่อเกิดอัคคีภัย ด้วยเหตุนี้การวางแผนและฝึกซ้อมหนีไฟ (Fire drill) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยในอาคารและสามารถอพยพได้อย่างปลอดภัย การฝึกซ้อมหนีไฟนั้นจึงจำเป็นต้องทำเป็นประจำอย่างน้อยปีละครั้ง (วสท., 2555)

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สำรวจอาคาร เส้นทางหนีไฟ และคำนวณระยะเวลาในการอพยพหนีไฟ ของอาคาร 9 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลที่ต้องใช้แทนค่าในสมการทางคณิตศาสตร์โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ตามการเคลื่อนที่แบบ Hydraulic Flow Analogy ที่กำหนดการเคลื่อนที่ของคนเหมือนของไหล ในการคำนวณระยะเวลาการอพยพหนีไฟ ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ได้แก่ อัตราพื้นที่ต่อคน ความกว้างบันได ความกว้างประตู ความสูง บันได ความสูงระหว่างชั้น ระยะลูกตั้ง ลูกนอน ระยะกึ่งกลางราวจับ ราวจับระหว่างผนัง ความกว้างชานพักบันได เช่นเดียวกับการคำนวณของบุษกร แสนสุข (2553) นอกจากนี้วิธีนี้ยังพบว่ามีวิธีการคำนวณการอพยพหนีไฟโดยวิธีอื่น ๆ ซึ่งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันในแต่ละวิธี หรือแต่ละกรณี หรือแต่ละสถานการณ์ ตัวอย่าง เช่น การใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ของ Yang et al (2013) โดยใช้โปรแกรม FDS+Evac, STEPS, SIMULEX และ Pathfinder ในขณะที่ทวีศักดิ์ วิรุณพันธ์ & สุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ (2560) ได้ทำการศึกษา

การจำลองเวลาการอพยพหนีไฟบนแท่นชุดเจาะก๊าซธรรมชาติด้วยโปรแกรม Pathfinder เพื่อประเมินประสิทธิภาพการอพยพหนีไฟบนแท่นชุดเจาะก๊าซธรรมชาติ พบว่าขนาดเส้นทางหนีไฟที่มีขนาดลดลงจะส่งผลต่อเวลาของผู้อพยพตั้งนั้นจึงไม่ควรให้ขนาดเส้นทางหนีไฟมีขนาดเล็กลง

จากการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟและการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟโดยวิธี Hydraulic Flow Calculations ของอาคารสูงและขนาดใหญ่พิเศษที่มีจำนวนชั้น 40 ชั้น โดย ธนายุทธ สิริรัตนานนท์, & อภิชาติ แจ้งบำรุง (2557) ซึ่งพิจารณาโดยการคำนวณจำนวนผู้ใช้อาคารตามมาตรฐาน NFPA 101 เช่นเดียวกันพบว่าผู้ใช้อาคารจำนวน 7,531 คน ซึ่งส่งผลทำให้ขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟไม่เพียงพอที่ชั้น 9 ส่วนในการจัดวางเส้นทางหนีไฟ ระยะทางสัญจรมีค่าเหมาะสมตามมาตรฐานและพบวาระยะเวลาอพยพสูงสุดผานบันไดหนีไฟจะมีค่าเท่ากับ 67.90 นาที ส่วนงานวิจัยในครั้งนี้เป็น

การคำนวณเวลาการอพยพหนีไฟของอาคาร 9 ซึ่งอยู่ในสถาบันการศึกษา โดยมีจำนวนคนที่อาศัยในอาคารตามการประมาณตามมาตรฐาน NFPA 101 เท่ากับ 1,052 คน และจำกัดทางหนีไฟในการอพยพหนีไฟแค่เพียง 2 ทาง ซึ่งใช้วิธีการคำนวณโดยวิธีเดียวกันตามหลักการเคลื่อนที่แบบของไหล ดังนั้นในอนาคตควรใช้แบบจำลองอื่นๆ มาเปรียบเทียบเวลาที่ได้ ทั้งนี้ตามมาตรฐานดังกล่าวขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟต้องเพียงพอกับจำนวนคนในอาคาร กรณีที่มีจำนวนคนในพื้นที่ใดหรือชั้นใดในอาคารนั้น เกิน 500 คน แต่ไม่เกิน 1,000 คน ต้องจัดเตรียมให้มีทางหนีไฟอย่างน้อย 3 ทาง และหากจำนวนคนเกิน 1,000 คนขึ้นไป ต้องจัดให้มีทางหนีไฟอย่างน้อย 4 ทาง นอกจากนี้ควรให้ความสำคัญในการจัดทำแผนการอพยพหนีไฟ การปรับปรุงอาคารและองค์ประกอบอื่นๆ ที่จะเป็เหตุให้เกิดอัคคีภัยอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง อันจะส่งผลให้เกิดความเชื่อมั่นและความปลอดภัยของผู้อาศัยในอาคารนั่นเอง

## เอกสารอ้างอิง

- กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. (2559). **สถิติการเกิดเพลิงไหม้**. ค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2561, จาก <http://www.disaster.go.th/th/content-disaster>.
- กฎกระทรวง ฉบับที่ 33. (2535). ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. ราชกิจจานุเบกษา, 109(11), 1-15.
- กิจจา จิตรภิมมัย. (2560). **การควบคุมและป้องกันอัคคีภัย**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกษรา ชีระโกเมน. (2545). **ปัญหาในการจัดระบบการป้องกันอัคคีภัยสำหรับอาคาร**. กรุงเทพฯ: อีอีซี เอ็นจิเนียริ่ง เน็ทเวิร์ค.
- เกียรติรัตน์ ชัยสกุลวงศ์. (2562). **ไฟฟ้โรธ ม.ราชภัฏอุบลฯ 1 ปีเกิดไฟไหม้แล้ว 3 ครั้ง**. ค้นเมื่อ 7 กุมภาพันธ์ 2562, จาก <https://www.77kaoded.com/content/311574>
- ชนิษฐา ส่งสกุลชัย, ปริญญา วิสุวรรณ, & สุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ. (2555). การศึกษาระยะเวลาการอพยพออกจากโรงภาพยนตร์ประเภทรวมหลายโรง ในเขตกรุงเทพมหานคร. **วิศวกรรมสาร มก.**, 25(81), 74-85.
- ณัฐกรณ์ เสฎฐิตต์. (2546). **โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟ ภายในอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวีศักดิ์ วิรุณพันธ์, & สุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ. (2560). การประเมินประสิทธิภาพการอพยพหนีไฟบนแท่นชุด. **วารสารเกษมบัณฑิต**, 18(2), 51-63.
- ธนายุทธ สิริรัตนานนท์, & อภิชาติ แจ้งบำรุง. (2557). การวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟและการคำนวณระยะเวลาอพยพหนีไฟโดยวิธี Hydraulic flow calculations กรณีศึกษา : อาคารสูงและขนาดใหญ่พิเศษ. **วิศวกรรมสาร มก**, 90(7), 77-92.
- แนวหน้า. (2562). **ไฟไหม้ ห้องเก็บเอกสาร ราชภัฏสวนสุนันทา ควบคุมเพลิงได้แล้ว**. ค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2562, จาก <https://www.naewna.com/local/402962>.
- บุษกร แสนสุข. (2553). **การวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ และการคำนวณระยะเวลาอพยพโดยวิธี Hydraulic Analogy อาคารใหม่ภาคีวิศวกรรมเครื่องกลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฝ่ายอาคารและสถานที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. (2561). ข้อมูลด้านอาคาร 9. สัมภาษณ์ โดย กาญจนา จีระออน. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- รัตน์ปรานี พันมามิตรี, กาญจนา จีระออน, & อารยวดี ทองสินวล. (2561). **โครงการการสำรวจอาคารด้านความปลอดภัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา**. กรุงเทพฯ: สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย.



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, วสท. (2555). **มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2548). **คู่มือการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงานอุตสาหกรรม**

**โรงงานผลิตแป้งจากพืช**. กรุงเทพฯ: ไพร์เทคอินโนเวชั่น.

National Fire Protection Association. (2003). **NFPA 101 Life Safety Code**. (2003 ed). USA: NFPA.

Yang, P., Chao, L., & Dehun, C. (2013). **Fire emergency evacuation simulation based on integrated fire-  
evacuation model with discrete design method**. Retrieved April 25, 2018, from:

<http://www.elsevier.com/locate/advengsoft>.

### ตารางที่ 1 การสำรวจอาคาร 9 สูง 10 ชั้น

ประเด็นที่สำรวจ	ชั้นที่ไม่สอดคล้องกับกฎหมายกำหนด*
ระบบระบายอากาศในช่องบันไดหนีไฟ	ชั้น 3 , 4 , 5 และชั้น 8
แสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินในช่องทางหนีไฟ	ชั้น 1 , 2 , 6 , 7 และชั้น 9
บันไดหนีไฟเพียงทางเดียวของชั้นสูงสุด และไม่มีป้ายบอกชั้น ป้ายบอกทางหนีไฟ	ชั้น 10
ระบบป้องกันเพลิงไหม้อัตโนมัติ ระบบจ่ายพลังไฟฟ้าสำรอง ระบบลิฟต์ดับเพลิง	ชั้น 1-10

\* กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

### ตารางที่ 2. ผลการคำนวณค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ผลการคำนวณ	
			บันได 1	บันได 2
ลูกตั้ง	ระยะตั้งของชั้นบันไดแต่ละชั้น	เมตร	0.165	0.165
ลูกนอน	ระยะราบของชั้นบันไดแต่ละชั้น	เมตร	0.26	0.20
We (Stair)	ความกว้างที่ใช้ได้จริงของบันได	เมตร	0.89	0.82
We (Door)	ความกว้างที่ใช้ได้จริงของประตู	เมตร	1.40	0.64
Fsm (Stair)	อัตราการไหลสูงสุดของบันได	คน/วินาที/เมตร	1.01	0.94
Fsm (Door)	อัตราการไหลสูงสุดของประตู	คน/วินาที/เมตร	1.32	1.32
K=k2	ค่าคงที่ เมื่อเปรียบกับตารางลูกตั้ง ลูกนอน	คน/ตารางเมตร	1.08	1.00
a	ค่าคงที่	คน/ตารางเมตร	0.266	0.266
D	ความหนาแน่น	คน/ตารางเมตร	1.9	1.9
S	ความเร็วในการอพยพ	เมตร/วินาที	0.535	0.495
P	จำนวนผู้ใช้อาคาร	คน	1,052	1,052
Travel Time (TT)	ระยะเวลาอพยพต่อชั้น	วินาที	25.0	21.1
TP	ระยะเวลาอพยพคนทั้งหมด	วินาที	1171.4	1364.4
Travel Distance (TD)	ระยะทางอพยพ	เมตร	13.39	11.49
FC	อัตราการไหลของทางหนีไฟ	คน/วินาที/เมตร	0.898	0.771
TT1, TT2	ระยะเวลาอพยพหนีไฟบันได 1, 2	นาที	19.9	23.0