

การวิเคราะห์เชิงสมรรถนะของเส้นทางหนีไฟด้วยโปรแกรม Pathfinder กรณีศึกษา อาคารที่ใช้ ประโยชน์ได้หลากหลาย(ห้างสรรพสินค้าและสำนักงาน)

กฤษณ์พล โกฮวดเฮง^{1*}, ดารารพร ผุสึงห์² และสุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัยและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*kitpol.k@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจำลองการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยโปรแกรม Pathfinder ในอาคารห้างสรรพสินค้าและสำนักงานที่มีความสูง 18 ชั้น มีพื้นที่อาคารรวมทั้งหมด 18,100 ตารางเมตร ซึ่งจัดเป็นอาคารสูง และเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ โดยมีจำนวนของผู้ใช้งานอาคารรวมทั้งสิ้น 1,758 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟเชิงสมรรถนะของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา และเสนอแนะเป็นแนวทางและเป็นวิธีการในการอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคาร โดยในการจำลองการอพยพหนีไฟ ทางผู้วิจัยได้ทำการกำหนดสถานการณ์ของรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ออกมา 5 กรณี และในทุกกรณีได้ทำการกำหนดให้มีการหน่วงเวลาในการอพยพของผู้ใช้อาคาร

ผลจากการศึกษารูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ทุกกรณีพบว่า เวลาการอพยพของผู้ใช้อาคารแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ โดยรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้กรณีที่ใช้เวลาในการอพยพนานที่สุดคือกรณีที่ 2 ใช้เวลาในการอพยพของผู้ใช้งานอาคารอยู่ที่ 1,108 วินาที หรือ 18.28 นาที ส่วนรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้กรณีที่ใช้น้อยที่สุดคือกรณีที่ 1 โดยใช้เวลาในการอพยพของผู้ใช้งานอาคารอยู่ที่ 822 วินาที หรือ 13.42 นาที ส่วนรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้กรณีที่ 3,4,5 ใช้เวลาในการอพยพของผู้ใช้งานอาคารอยู่ที่ 859 วินาที , 883 วินาที และ 856 วินาที หรือคิดเป็นนาทีอยู่ที่ 14.19 นาที , 14.43 นาที และ 14.46 วินาที โดยทั้ง 3 กรณีนี้ใช้เวลาในการอพยพใกล้เคียงกันบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเส้นทางหนีไฟถ้าหากจุดเกิดเพลิงไหม้อยู่ใกล้เส้นทางหนีไฟหรือบันไดหนีไฟ จะส่งผลต่อเวลาในการอพยพของผู้ใช้อาคารโดยตรง ซึ่งในการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ทั้ง 5 กรณีใช้เวลาในการอพยพเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ไม่เกิน 1 ชั่วโมง ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลที่ได้นำมาวางแผนการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานอาคารออกจากตัวอาคาร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดของผู้ใช้งานอาคารในกรณีฉุกเฉิน

คำสำคัญ: การจำลองการอพยพหนีไฟ เส้นทางหนีไฟ พาหนะไฟเตอร์ ระยะเวลาการอพยพ

Performance-based Analysis of Means of Egress using Pathfinder Program Case Study: Mixed Use Building (Shopping Mall and Office)

Kitpol Kohoudheng^{1*}, Daraporn Phusing² and Supat Patvichaichod³

¹Safety Engineering and Environmental Management, Faculty of Engineering at Sriracha,
Kasetsart University, Sriracha Campus

²Civil Engineering, Faculty of engineering at Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus

³Mechanical Engineering, Faculty of engineering ay Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus

*kitpol.k@ku.th

Abstract

This research aims to study fire evacuation simulation of building occupants using the Pathfinder program in an 18-story shopping mall and office building, with a total floor area of 18,100 square meters. The building is classified as a high-rise and special large-scale building, accommodating a total of 1,758 occupants. The objective is to analyze the performance-based evacuation capacity of the escape routes in the case study building and to propose guidelines and methods for occupant evacuation during a fire emergency.

In the fire evacuation simulation, the researcher defined five fire scenarios, each including a delay in the initiation of occupant evacuation. The results from all scenarios showed that evacuation time varied depending on the fire's location. The scenario with the longest evacuation time was Scenario 2, which took 1,108 seconds (or 18.29 minutes). The shortest evacuation time occurred in Scenario 1, at 822 seconds (or 13.41 minutes). Scenarios 3, 4, and 5 took 859 seconds (14.18 minutes), 883 seconds (14.42 minutes), and 856 seconds (14.45 minutes), respectively. The similarity in evacuation times across these three scenarios indicates the efficiency of the escape routes, particularly when the fire occurs near evacuation pathways or stairwells, which directly influences evacuation time. In all five scenarios, the evacuation times complied with legal requirements, remaining within the one-hour limit. Therefore, the findings from this research can be used for planning safe and efficient fire evacuation procedures for building occupants in emergency situations, ensuring maximum safety.

Keywords: Fire evacuation simulation, Evacuation route, Pathfinder, Evacuation time

1. บทนำ

อัคคีภัย ถือเป็นภัยใกล้ตัวและเป็นอุบัติเหตุอย่างหนึ่งที่เกิดจากความสูญเสีย ทั้งชีวิตและทรัพย์สิน หากไม่สามารถควบคุมเพลิงไหม้ได้ ก็จะทำให้เกิดผลกระทบที่ตามมาบ้างครั้งก็ไม่สามารถประเมินค่าได้ หากเกิดการลุกลามเป็นวงกว้าง ซึ่งอัคคีภัยสามารถเผาผลาญทรัพย์สินให้วอดวายในชั่วระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง อีกทั้งในปัจจุบันมีการพัฒนาทั้งทางด้านการขยายตัวทาง

เศรษฐกิจและการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่เติบโตขึ้นมากทำให้เกิดความต้องการในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อรองรับกับการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจในรูปแบบของการก่อสร้างอาคารต่างๆ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารห้างสรรพสินค้า อาคารที่พักอาศัยหรือโรงแรม เพื่อเป็นการรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นและการอำนวยความสะดวกต่อการใช้งานของอาคาร

ดังนั้นการก่อสร้างอาคารที่ห้างสรรพสินค้าหรือการก่อสร้างอาคารสำนักงานนั้นต้องให้ความสำคัญที่สูงต่อโครงสร้างอาคาร วัสดุในการก่อสร้างหรือระบบควบคุมเพลิงเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินเพื่อป้องกันการลุกลามหากเกิดเพลิงไหม้ นอกจากนั้นหากเกิดเพลิงไหม้เกิดขึ้นภายในตัวอาคาร จะเกิดเปลวไฟและมีควันกระจายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อผู้ที่อยู่ในอาคาร และจะเกิดผลกระทบต่อการอพยพของผู้ใช้อาคารทั้งทางด้านการมองเห็นและการอพยพ ก่อให้เกิดการอพยพที่ยากลำบากและใช้เวลานานในการอพยพผู้ใช้อาคารออกจากตัวอาคาร

นอกจากการเตรียมความพร้อมในการก่อสร้างอาคารห้างสรรพสินค้าหรืออาคารสำนักงาน การเตรียมความพร้อมในเรื่องแผนฉุกเฉินด้านอัคคีภัย เวลาในการอพยพหนีไฟก็เป็นอีกหนึ่งอย่างที่ต้องคำนึงถึง เพราะหากใช้เวลาในการอพยพที่มากเกินไป จะทำให้เพลิงไหม้นั้นมีการลุกลามมาก ส่งผลแก่ผู้ใช้อาคารหรือผู้ที่อพยพเกิดอันตรายต่อชีวิตได้ ซึ่งหากเกิดการอพยพที่ไม่ทันเวลาหรือการอพยพที่ใช้เวลานานในการอพยพ จะก่อให้เกิดความสูญเสียที่ไม่สามารถประเมินค่าได้แก่ผู้ใช้อาคารห้างสรรพสินค้าหรืออาคารสำนักงาน โดยในการคำนวณหาเวลาอพยพหนีไฟสามารถดำเนินการได้หลายวิธี ดังเช่น การคำนวณเวลาการอพยพด้วยมือ ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมที่ให้ความยุ่งยากและไม่มีความแม่นยำ เนื่องจากไม่สามารถกำหนดพฤติกรรมและรายละเอียดของผู้อพยพได้โดยปัจจุบันมีการคิดค้นพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ขึ้นมา เพื่อใช้ในการจำลองการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานอาคาร โดยสามารถกำหนดพฤติกรรม เพศ อายุของผู้อพยพหนีไฟได้ ซึ่งผลในการจำลองจะมีความใกล้เคียงความเป็นจริงและสามารถประเมินผลออกมาในรูปแบบของ 2 มิติ และ 3 มิติได้ ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นจุดที่เกิดปัญหาและทำให้เกิดความล่าช้าในการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานอาคารได้

การวิจัยนี้จึงได้ทำการจำลองการอพยพหนีไฟของอาคารห้างสรรพสินค้าและสำนักงานที่มีความสูง 18 ชั้นและมีพื้นที่ 18,100 ตารางเมตร ซึ่งถือว่าเป็นอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ [1] ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ.2535 ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 โดยทำการสร้างแบบจำลองอาคารด้วยโปรแกรม Pathfinder ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองการอพยพหนีไฟที่สามารถแสดงผลออกมาได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ [2] ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์เชิงสมรรถนะของเส้นทางหนีไฟภายในอาคาร พร้อมทั้งเสนอเป็นแนวทางในการอพยพหนีไฟภายในอาคารของตึกอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะของเส้นทางหนีไฟในรูปแบบของอาคารสำนักงานและอาคารห้างสรรพสินค้า

2.2 เพื่อจำลองเหตุการณ์เพลิงไหม้และพฤติกรรมการอพยพของผู้ใช้ตึกอาคารสำนักงานและอาคารห้างสรรพสินค้าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ปลอดภัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลและลักษณะการใช้งานอาคาร โดยศึกษาจากแบบแปลนและการสำรวจอาคาร โดยจะศึกษาเกี่ยวกับขนาดของพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร ลักษณะการใช้งานพื้นที่ภายในอาคาร ขนาดประตูของเส้นทางหนีไฟ จำนวนผู้ใช้งานอาคารในแต่ละพื้นที่ของอาคาร ระบบป้องกันอัคคีภัยภายในอาคารเพื่อใช้ข้อมูลในการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ของอาคาร

3.2 สร้างแบบจำลองอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษาคืออาคารที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย(ห้างสรรพสินค้าและสำนักงาน) โดยใช้โปรแกรม Pathfinder ในการสร้างแบบจำลองอาคาร โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโครงสร้างอาคารและข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานอาคารของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษาลงในโปรแกรม โดยโปรแกรม Pathfinder เป็นโปรแกรมที่สามารถจำลองการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานอาคารเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น เพื่อประเมินความปลอดภัยของอาคารและสามารถวิเคราะห์

สมรรถนะของเส้นทางหนีไฟ อีกทั้งยังสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอพยพในการวางแผนการอพยพหนีไฟภายในอาคาร เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดของผู้ใช้งานอาคารในการอพยพหนีไฟออกจากอาคาร

3.3 จำลองสถานการณ์การอพยพหนีไฟภายในอาคาร โดยใช้โปรแกรม Pathfinder ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกนำมาใช้งานในการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้และมีความน่าเชื่อถือ ในการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ของอาคาร ลักษณะเด่นของโปรแกรม Pathfinder เป็นโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบ 2 มิติและแบบ 3 มิติ โดยโปรแกรม Pathfinder ถูกสร้างขึ้นจากแนวคิดของการสร้างพื้นที่ทางเดินเป็นหลัก โดยมีการวัดผลระยะเวลาการอพยพทั้งหมด (total evacuation) ที่จะสิ้นสุดลงเมื่อผู้ใช้งานอาคารคนสุดท้ายทำการอพยพออกจากตัวอาคารเสร็จสิ้น ในการศึกษาโดยการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้จะทำการป้อนชุดข้อมูลของแต่ละรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้เพื่อจำลองการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานอาคาร โดยกำหนดประเภทของผู้ใช้งานอาคาร ระยะเวลาในการหน่วงเวลาอพยพของผู้ใช้งานอาคารก่อนเริ่มทำการอพยพ

4. ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลและลักษณะการใช้งานภายในอาคาร

อาคารมีลักษณะเป็นอาคารห้างสรรพสินค้าและพื้นที่ให้เช่าสำนักงานมีจำนวนชั้นทั้งหมด 18 ชั้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ บริเวณชั้นที่ 1-2 เป็นพื้นที่ให้เช่าห้างสรรพสินค้าและบริเวณตั้งแต่ชั้นที่ 3-18 เป็นพื้นที่ปล่อยให้เช่าสำนักงาน อาคารที่ใช้ในกรณีศึกษามีความกว้าง 40 เมตร ยาว 42 เมตร สูง 72 เมตรโดยลักษณะของอาคารแสดงดังภาพที่ 1 โดยพื้นที่ของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษามีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 18,100 ตารางเมตร ซึ่งอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษามีความสอดคล้องกับกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 [1] จัดเป็นการประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภทโดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นใดในหลังเดียวกันตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไปจัดเป็น อาคารขนาดใหญ่พิเศษ



ภาพที่ 1 ลักษณะด้านหน้าของอาคาร

4.2 คำนวณจำนวนผู้ใช้งานอาคาร

ในการศึกษาวิเคราะห์ขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟ เชิงสมรรถนะ อาคารห้างสรรพสินค้าและสำนักงานที่ใช้ในกรณีศึกษา ด้วยโปรแกรม Pathfinder เมื่อวิเคราะห์ตามมาตรฐาน NFPA 101, The Life Safety Code พบว่าในอาคารมีการแบ่งประเภทของกิจกรรมเป็นประเภทที่มีการชุมนุมคน สามารถทำการคำนวณหาจำนวนของผู้ใช้อาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา โดยขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา(Area) และค่าความจุของผู้ใช้อาคาร(Occupant load Factor) [3,4] ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์หาของจำนวนผู้ใช้อาคารได้ตามมาตรฐาน NFPA 101, The Life Safety Code โดยสามารถคำนวณจำนวนผู้ใช้งานอาคารได้จากขนาดของพื้นที่(Area) และค่าตัวประกอบความจุของผู้ใช้งานอาคาร(Occupant Load Factor) ตามสูตรที่แสดงด้านล่าง

$$\text{จำนวนผู้ใช้งานอาคาร} = \frac{\text{ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)}}{\text{ค่าตัวประกอบความจุของผู้ใช้งานอาคาร (ตารางเมตร)}}$$

จากผลการวิเคราะห์หาจำนวนผู้ใช้อาคารตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code ของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา พบว่าจำนวนผู้ใช้อาคารชั้นที่ 1 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 276 คน ชั้นที่ 2 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 336 คน ชั้นที่ 3 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 126 คน ชั้นที่ 4-18 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 68 คน เนื่องจากมีขนาดพื้นที่และลักษณะห้องที่เหมือนกันจึงทำให้มีจำนวนผู้ใช้อาคารเท่ากัน ดังนั้นอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษาจึงมีจำนวนผู้ใช้งานอาคารรวมทั้งสิ้น 1,758 คน

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ใช้อาคารจากการคำนวณตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code

ประเภทพื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ประเภท กิจกรรมการใช้ งานของอาคาร	ค่าความจุของ ผู้ใช้อาคาร	จำนวนคน
ชั้นที่ 1				
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้า (7-11)	225	การค้า	5.6	41
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้าร้าน (STARBUCKS)	40	การค้า	5.6	8
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้าร้าน (CAFE AMAZON)	40	การค้า	5.6	8
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้าร้าน FOOD COURT	385	การค้า	5.6	69
พื้นที่โถงทางเดิน	544	-	5.6	98
พื้นที่ห้องประชุมสัมมนา	33	ธุรกิจ	14	3
พื้นที่ห้องพนักงานรักษาความปลอดภัย	56	ธุรกิจ	14	4
พื้นที่ห้องขยะ	40	จัดเก็บ	27.9	2
พื้นที่บันไดหนีไฟข้างตัวอาคาร	30	-	5.6	6
พื้นที่บันไดหนีไฟหลังตัวอาคาร	30	-	5.6	6
พื้นที่ห้องน้ำ	84	-	5.6	15
พื้นที่ห้องAHU (Air Handling Unit)	30	การค้า	27.9	2
พื้นที่ห้อง (Loading service)	80	การค้า	27.9	3
พื้นที่ห้องแม่บ้าน	12	จัดเก็บ	27.9	1
พื้นที่ลิฟต์	30	-	5.6	6
พื้นที่บันไดเลื่อน	21	-	5.6	4
รวมชั้นที่ 1	1,680	-	-	276
ชั้นที่ 2				
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้า (MK)	200	การค้า	3.7	55
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้า (YAYOI)	200	การค้า	3.7	55
พื้นที่เช่าห้างสรรพสินค้า (ธนาคาร)	185	การค้า	3.7	50
พื้นที่ให้เช่า (สำนักงาน)	72	ธุรกิจ	14	6
พื้นที่ให้เช่า (สำนักงาน)	64	ธุรกิจ	14	5
พื้นที่ห้องทำงานเทคนิค	49	จัดเก็บ	27.9	2
พื้นที่ห้องงานระบบ	96	การค้า	27.9	4



ตารางที่ 1 จำนวนผู้ใช้อาคารจากการคำนวณตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code (ต่อ)

ประเภทพื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ประเภท กิจกรรมการใช้ งานของอาคาร	ค่าความจุของ ผู้ใช้อาคาร	จำนวนคน
พื้นที่ห้องน้ำ	99	-	3.7	27
พื้นที่ลิฟต์	30	-	3.7	9
พื้นที่โถงทางเดิน	342	-	3.7	93
พื้นที่ห้องAHU (Air Handling Unit)	30	การค้า	27.9	2
พื้นที่ห้อง (loading service)	80	การค้า	27.9	3
พื้นที่ห้องแม่บ้าน	12	จัดเก็บ	27.9	1
พื้นที่บันไดเลื่อน	21	-	3.7	6
พื้นที่บันไดหนีไฟข้างตัวอาคาร	30	-	3.7	9
พื้นที่บันไดหนีไฟหลังตัวอาคาร	30	-	3.7	9
รวมชั้นที่ 2	1,540	-	-	336
ชั้นที่ 3				
พื้นที่สวน	800	-	14	58
พื้นที่ให้เช่า(สำนักงาน)	320	ธุรกิจ	14	23
พื้นที่ให้เช่า(สำนักงาน)	130	ธุรกิจ	14	10
พื้นที่โถงทางเดิน	199	-	14	15
พื้นที่ห้องน้ำ	99	-	14	8
พื้นที่ห้องAHU (Air Handling Unit)	30	การค้า	27.9	2
พื้นที่ห้องแม่บ้าน	12	จัดเก็บ	27.9	1
พื้นที่บันไดหนีไฟข้างตัวอาคาร	30	-	14	3
พื้นที่บันไดหนีไฟหลังตัวอาคาร	30	-	14	3
พื้นที่ลิฟต์	30	-	14	3
รวมชั้นที่ 3	1,680	-	-	126
ชั้นที่ 4 - 18				
พื้นที่ให้เช่า(สำนักงาน)	400	ธุรกิจ	14	29
พื้นที่ให้เช่า(สำนักงาน)	130	ธุรกิจ	14	10
พื้นที่โถงทางเดิน	119	-	14	9
พื้นที่ห้องน้ำ	99	-	14	8
พื้นที่ห้องAHU (Air Handling Unit)	30	การค้า	27.9	2
พื้นที่ห้องแม่บ้าน	12	จัดเก็บ	27.9	1
พื้นที่บันไดหนีไฟข้างตัวอาคาร	30	-	14	3
พื้นที่บันไดหนีไฟหลังตัวอาคาร	30	-	14	3
พื้นที่ลิฟต์	30	-	14	3
รวมชั้นที่ 4 - 18	880	-	-	68

จากผลการวิเคราะห์หาจำนวนผู้ใช้อาคารตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code ของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษาพบว่าจำนวนผู้ใช้อาคารชั้นที่ 1 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 276 คน ชั้นที่ 2 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 336 คน ชั้นที่ 3 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 126 คน ชั้นที่ 4-18 มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 68 คนต่อชั้น เนื่องจากมีขนาดพื้นที่และลักษณะห้องที่เหมือนกันจึงทำให้มีจำนวนผู้ใช้อาคารเท่ากัน ดังนั้นอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษาจึงมีจำนวนผู้ใช้งานอาคารรวมทั้งสิ้น 1,758 คน

4.3 วิเคราะห์สมรรถนะของเส้นทางหนีไฟภายในอาคาร

การคำนวณขีดความสามารถของการหนีไฟ (Capacity of Mean of Egress)

เส้นทางหนีไฟที่มีประสิทธิภาพต้องมีการคำนวณหาความจุคน จำนวนและตำแหน่งของเส้นทางหนีไฟนั้นยังเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบระบบหนีไฟภายในอาคาร ซึ่งหากมีจำนวนของผู้ใช้งานอาคารเกินตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code อาจส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการอพยพหรือก่อให้เกิดความสูญเสียของผู้ใช้งานอาคารได้ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ใช้อาคารสามารถอพยพออกได้อย่างปลอดภัยและรวดเร็วในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินจำนวนเส้นทางหนีไฟจึงจำเป็นต้องมีอย่างน้อย 2 เส้นทางหนีไฟ กรณีที่มีความจุของคนที่ในพื้นที่ใดหรือบริเวณพื้นที่ส่วนใดในตัวอาคารมีจำนวนคนเกิน 500 คนแต่ไม่เกิน 1,000 คน ต้องมีทางหนีไฟที่แยกจากกันอย่างน้อย 3 เส้นทางหนีไฟ และหากมีความจุของคนที่เกิน 1,000 คนขึ้นไป ต้องมีจำนวนเส้นทางหนีไฟที่แยกจากกันอย่างน้อย 4 เส้นทาง ตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนเส้นทางหนีไฟภายในอาคารตามมาตรฐาน NFPA 101 Life Safety Code

จำนวนของผู้ใช้งานอาคาร (คน)	จำนวนของเส้นทางหนีไฟ
1-500	2
501-999	3
1000 คนขึ้นไป	4

การจัดเตรียมขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟเป็นการวางแผนและออกแบบเส้นทางที่สามารถช่วยให้ผู้ใช้อาคารอพยพหนีภัยจากไฟได้อย่างปลอดภัยและรวดเร็ว การจัดเตรียมเส้นทางหนีไฟมีความสำคัญมากในการป้องกันและลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุโดยในการวิเคราะห์สมรรถนะของเส้นทางอพยพหนีไฟภายในอาคาร สามารถทำการคำนวณขีดความสามารถของเส้นทางอพยพหนีไฟว่ามีความสามารถที่จะรองรับต่อการอพยพจำนวนผู้ใช้อาคารอย่างเพียงพอ ตามที่มาตรฐานได้กำหนดโดยการคำนวณขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟสามารถคำนวณได้ดังสมการดังนี้

$$\text{ขีดความสามารถของการหนีไฟ} = \frac{\text{ความกว้างของเส้นทางอพยพ (มม./คน)}}{\text{ค่าตัวประกอบความสามารถ}}$$

ตารางที่ 3 ค่าตัวประกอบความสามารถ Capacity Factor

พื้นที่	บันไดหนีไฟ (มม./คน)	ทางราบและทางลาดชัน (มม./คน)
สถานที่รับดูแลเด็ก, ผู้สูงอายุ	10	5
สถานพยาบาล ติดตั้งสปริงเกอร์	7.6	5
สถานพยาบาล ไม่ติดตั้งสปริงเกอร์	15	13
พื้นที่ที่มีความเสี่ยงอันตรายสูง	18	10
พื้นที่อื่นๆ	7.6	5

อาคารที่ใช้ในกรณีศึกษามีลักษณะการใช้งานเป็นแบบห้างสรรพสินค้าและพื้นที่ให้เช่าสำนักงานมีรูปแบบที่เข้าข่ายพื้นที่อื่นๆ จึงทำให้ใช้ค่าตัวประกอบความสามารถ (Capacity Factor) ของบันไดหนีไฟอยู่ที่ 7.6 มม./คน และค่าทางราบทางลาดชั้นอยู่ที่ 5 มม./คน ในการคำนวณเพื่อนำไปหาขีดความสามารถประตูทางออกของเส้นทางหนีไฟที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา โดยในการหาขีดความสามารถประตูทางออกกรณีศึกษามีประตูทางออกที่ไม่เท่ากัน จึงทำให้สามารถคำนวณหาขีดความสามารถประตูทางออกของเส้นทางหนีไฟที่ใช้ในการอพยพของผู้ใช้อาคารได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การคำนวณหาขีดความสามารถประตูทางออกของเส้นทางหนีไฟภายในอาคาร

เส้นทางหนีไฟ	ความกว้าง (มม.)	ค่าตัวประกอบ ความสามารถ (มม./คน)	จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ความสามารถของ เส้นทางหนีไฟ (คน)
ชั้นที่ 1				
ประตูทางออก 1	1,200	5	-	240
ประตูทางออก 2	1,200	5	-	240
ประตูทางออก 3	3,000	5	-	600
ประตูทางออก 4	3,000	5	-	600
รวมชั้นที่ 1			276	1,680
ชั้นที่ 2				
ประตูหนีไฟ 1	1,000	5	-	200
ประตูหนีไฟ 2	1,000	5	-	200
รวมชั้นที่ 2			336	400
ชั้นที่ 3				
ประตูหนีไฟ 1	1,000	5	-	200
ประตูหนีไฟ 2	1,000	5	-	200
รวมชั้นที่ 3			130	400
ชั้นที่ 4 - 18				
ประตูหนีไฟ 1	1,000	5	-	200
ประตูหนีไฟ 2	1,000	5	-	200
รวมชั้นที่ 4 -18			68	400

คำนวณความสามารถของบันไดหนีไฟ

การคำนวณขีดความสามารถของบันไดหนีไฟของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษามีความสำคัญในการประกันความปลอดภัยของผู้ใช้ในกรณีฉุกเฉิน โดยอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษามีพื้นที่ทั้งหมด 18,100 ตารางเมตร สามารถคำนวณขีดความสามารถของบันไดหนีไฟได้ดังตารางที่ 5



ตารางที่ 5 คำนวณความสามารถของบันไดหนีไฟ

เส้นทางหนีไฟ	ความกว้าง (มม.)	ค่าตัวประกอบ ความสามารถ (มม./ คน)	จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ความสามารถของ เส้นทางหนีไฟ (คน)
ชั้นที่ 1				
บันไดหนีไฟฝั่งซ้าย	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งขวา	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งกลาง	2,400	7.6	-	316
รวม			276	632
ชั้นที่ 2				
บันไดหนีไฟฝั่งซ้าย	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งขวา	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งกลาง	2,400	7.6	-	316
รวม			336	632
ชั้นที่ 3				
บันไดหนีไฟฝั่งซ้าย	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งขวา	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งกลาง	2,400	7.6	-	316
รวม			130	632
ชั้นที่ 4-18				
บันไดหนีไฟฝั่งซ้าย	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งขวา	1,200	7.6	-	158
บันไดหนีไฟฝั่งกลาง	2,400	7.6	-	316
รวม			68	632

ตารางที่ 6 สรุปความสามารถของบันไดหนีไฟภายในอาคาร

ชั้น	จำนวนผู้ใช้งานอาคาร (คน/ชั้น)	ความสามารถของเส้นทางหนีไฟ(คน)	ผลการวิเคราะห์
1	276	632	เพียงพอ
2	336	632	เพียงพอ
3	130	632	เพียงพอ
4-18	68	632	เพียงพอ

จากผลการคำนวณหาขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟภายในอาคารกรณีศึกษาพบว่า เส้นทางหนีไฟที่ต้องการของการอพยพจำนวนผู้ใช้อาคารคือ 2 เส้นทาง แต่เส้นทางหนีไฟที่มีชั้น 3 เส้นทาง ดังนั้น เส้นทางหนีไฟจึงเพียงพอต่อการอพยพของจำนวนผู้ใช้อาคารและสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้อาคารได้ในแต่ละชั้น

4.4 สร้างแบบจำลองอาคารที่ใช้ในการศึกษาโดยใช้โปรแกรม Pathfinder

การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Pathfinder สามารถสร้างแบบจำลองแบบของอาคารโดยมีส่วนประกอบของอาคารต่างๆ ได้แก่ บันไดหนีไฟ ทางเดินหนีไฟ ลิฟต์โดยมีการกำหนดส่วนประกอบของอาคารหรือรายละเอียดต่างๆ ของอาคารเพื่อใช้ในการกำหนดลักษณะของโปรแกรมจำลอง Pathfinder

ตารางที่ 7 กำหนดรายละเอียดของอาคารที่ใช้ในการศึกษาเข้าโปรแกรม Pathfinder

รายละเอียด	ค่าที่กำหนด
ประตู	
ขนาดความสูงจากพื้นถึงเพดาน	4 เมตร($Z=4$)
ขนาดความสูงจากพื้นถึงชานบันได	2 เมตร ($Z= 2$)
ขนาดความกว้างของประตูทางหนีไฟ	100 เซนติเมตร
ขนาดความสูงของประตูทางหนีไฟ	200 เซนติเมตร
ขนาดความกว้างประตูห้องอื่นๆแบบ 1 บาน	100 เซนติเมตร
ขนาดความสูงประตูห้องอื่นๆแบบ 1 บาน	200 เซนติเมตร
บันได	
ลูกตั้งของบันได	17 เซนติเมตร
ลูกนอนของบันได	27 เซนติเมตร
บันไดฝั่งซ้ายกว้าง	250 เซนติเมตร
ด้านขึ้นกว้าง	120 เซนติเมตร
ด้านลงกว้าง	120 เซนติเมตร
พื้นที่ว่างระหว่างบันไดกว้าง	10 เซนติเมตร
บันไดฝั่งขวาตัวอาคารกว้าง	250 เซนติเมตร
ด้านขึ้นกว้าง	120 เซนติเมตร
ด้านลงกว้าง	120 เซนติเมตร
พื้นที่ว่างระหว่างบันไดกว้าง	10 เซนติเมตร
บันไดกลาง	500 เซนติเมตร
ด้านขึ้นกว้าง	240 เซนติเมตร
ด้านลงกว้าง	240 เซนติเมตร
พื้นที่ว่างระหว่างบันไดกว้าง	10 เซนติเมตร

เมื่อทำการสร้างแบบจำลองอาคารเสร็จแล้ว ทำการเพิ่มจำนวนของผู้ใช้อาคารตามการคำนวณจำนวนผู้ใช้อาคารที่คำนวณได้ในแต่ละพื้นที่เข้าไปในโปรแกรม Pathfinder เพื่อทำการจำลองการอพยพหนีไฟภายในอาคาร โดยอาคารที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมด(Occupant Load) ตามตารางที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 1,758 คน โดยในการเพิ่มจำนวนผู้ใช้อาคารจะต้องทำการเพิ่มจำนวนผู้ใช้งานอาคารโดยกำหนดลักษณะของผู้ใช้งานอาคาร เป็นชาย หญิง [5] ออกเป็น 3 ช่วงอายุ ได้แก่ อายุน้อยกว่า 30 ปี , อายุ 30-50 ปี และ มากกว่า 50 ปี โดยในแต่ละห้องจะทำการเฉลี่ยให้มีจำนวนของคนที่มีการแบ่งช่วงอายุให้แต่ละห้องและแต่ละชั้นที่แตกต่างกัน [6-8] โดยตั้งค่าให้โปรแกรม Pathfinder ให้มีค่าเริ่มต้นของโปรแกรมว่าด้วยผู้อพยพแต่ละคนจะเคลื่อนที่ไปยังทางออกที่คาดว่าจะใช้เวลาที่น้อยที่สุด

4.5 การกำหนดรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้และจำลองการอพยพโดยใช้โปรแกรม Pathfinder

การกำหนดรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน NFPA 101 The Life safety code โดยหลักการในการกำหนดรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้จะมีการกำหนดตามลักษณะและชนิดของเชื้อเพลิง [9-10] โดยมีการแบ่งการกำหนดรูปแบบเพลิงไหม้ออกเป็น 8 หลักการหรือ 8 scenario โดยจะมีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 1

แหล่งต้นเพลิงเป็นเชื้อเพลิงที่มีอยู่ทั่วไปภายในอาคาร

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 2.

เกิดเพลิงไหม้โหมเส้นทางหนีไฟหลักของอาคาร โดยเพลิงพัฒนาอย่างรวดเร็วมาก (Ultrafast developing fire) โดยเส้นทางหนีไฟหลัก ไม่สามารถใช้งานได้

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 3.

เกิดเพลิงไหม้ในห้องที่ปกติไม่มีผู้ใช้อาคารอาศัยอยู่ และมีโอกาสทำอันตรายต่อผู้ใช้อาคารเป็นจำนวนมากที่อยู่ในห้องขนาดใหญ่หรือพื้นที่อื่น

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 4.

เกิดเพลิงไหม้ภายในบริเวณพื้นที่ปิด เช่น ผนังหรือบนฝ้าเพดาน ที่อยู่ติดกับห้องที่มีผู้ใช้อาคารเป็นจำนวนมาก

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 5.

เกิดเพลิงไหม้แบบพัฒนาช้า (Slowly developing fire) ที่ถูกบดบังจากระบบดับเพลิง และอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่มีผู้ใช้อาคารเป็นจำนวนมาก

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 6.

เกิดเพลิงไหม้ที่รุนแรงที่สุดจากขนาดของเพลิงที่ใหญ่ที่สุดที่เป็นไปได้ในการดำเนินงานปกติของอาคาร

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 7.

เกิดเพลิงไหม้ภายนอกอาคารที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคาร

รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ (Scenario) 8.

เกิดเพลิงไหม้วัสดุติดไฟได้ทั่วไป (Ordinary combustible) ภายในห้องหรือพื้นที่ระบบป้องกันอัคคีภัยเชิง รุกหรือเชิงรับ ไม่สามารถทำงานได้

ทั้งนี้เมื่อทำการพิจารณาถึงลักษณะชนิดของเชื้อเพลิง, การเกิดเพลิงไหม้และขนาดของการเกิดเพลิงไหม้ของอาคารที่ใช้ในการศึกษา พบว่าสามารถทำการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ได้ดังนี้

ตารางที่ 8 กำหนดรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้

กรณี	รายละเอียด	รูปแบบการเกิดเพลิงไหม้
1	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 3 (ห้องฝั่งขวาของตัวอาคาร)	1
2	เกิดเพลิงไหม้พื้นที่ให้เช่าสำนักงานชั้นที่ 4 (ฝั่งซ้ายของตัวอาคาร ใกล้กับบันไดหนีไฟฝั่งซ้ายของตึก)	2
3	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 9 (ห้องแม่บ้านของตัวอาคารใกล้กับบันไดหนีไฟกลางของอาคาร)	3
4	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 1 (โชนศูนย์อาคารใกล้กับบันไดหนีไฟฝั่งขวาของอาคาร)	4
5	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 2 (ฝั่งขวาของตัวอาคารใกล้กับบันไดเลื่อน)	5

โดยเวลาการอพยพหนีไฟได้จากการจำลองโดยใช้โปรแกรม Pathfinder และนำมาเปรียบเทียบกับกฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ.2535 ออกตามพระราชบัญญัติความคุมอาคาร พ.ศ.2522 ซึ่งกำหนดว่า ในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องสามารถลำเลียงบุคคลทั้งหมดภายในอาคารออกจากอาคารได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง โดยการหน่วงเวลาในการอพยพตามมาตรฐาน PD7974-6:2004 [11-12] จะนำมาใช้ในการกำหนดพฤติกรรมมนุษย์ (Behavior) ของผู้ใช้อาคารที่ใช้โปรแกรมจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ Pathfinder โดยในการกำหนดพฤติกรรมมนุษย์ของผู้ใช้อาคาร จะสามารถทำการกำหนดเส้นทางหนีไฟของผู้อพยพหรือกำหนดเส้นทางที่ถูกปิดกั้นของผู้อพยพได้ และยังสามารถกำหนดการหน่วงเวลาในการอพยพของผู้ใช้อาคารลงในโปรแกรม Pathfinder ได้

ตารางที่ 9 ระยะเวลาการอพยพหนีไฟของผู้ใช้งานอาคารกรณีศึกษา

กรณี	รายละเอียด	เวลาในการอพยพออกจากตัวอาคาร	
		วินาที	นาที
1	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 3 (ห้องฝั่งขวาของตัวอาคาร)	822	13.42
2	เกิดเพลิงไหม้ห้องควบคุมระบบไฟฟ้าชั้นที่ 4 ฝั่งซ้ายของตัวอาคาร ใกล้กับบันไดหนีไฟฝั่งซ้ายของตึก	1,108	18.28
3	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 9 (ห้องแม่บ้านของตัวอาคารใกล้กับบันไดหนีไฟกลางของอาคาร)	859	14.19
4	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 1 (โหลยศูนย์อาคารใกล้กับบันไดหนีไฟฝั่งขวาของอาคาร)	883	14.43
5	เกิดเพลิงไหม้ชั้นที่ 2 (ฝั่งขวาของตัวอาคารใกล้กับบันไดเลื่อน)	897	14.46

จากการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ทั้ง 5 กรณี พบว่าในกรณีที่ 2 ใช้เวลาในการอพยพมากที่สุด เนื่องมาจากเกิดเพลิงไหม้ลุกลามเข้าสู่เส้นทางหนีไฟบันไดฝั่งซ้าย ทำให้ผู้ใช้อาคารต้องเปลี่ยนมาใช้เส้นทางหนีไฟฝั่งขวาแลเส้นทางหนีไฟด้านหลังตัวอาคาร โดยรวมแล้วการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ทั้ง 5 กรณี ไม่มีกรณีไหนเกินตามที่กฎหมายพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) กำหนดว่า ในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องสามารถลำเลียงบุคคลทั้งหมดภายในอาคารออกจากอาคารได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมงหรือ 60 นาที

5. อภิปรายและสรุปผล

จากการศึกษาวิจัยขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟ เชนสมรรถนะ ของอาคารที่ใช้ในการศึกษา ด้วยโปรแกรม Pathfinder ในการสร้างแบบจำลองห้องต่างๆ ตามสัดส่วนจริง เพื่อใช้ในการอพยพผู้ใช้อาคารออกนอกตัวอาคาร โดยอาคารที่ใช้ในการจำลองจำนวนชั้น 18 ชั้น แบ่งเป็นพื้นที่ทางสรรพสินค้าชั้นที่ 1-2 และพื้นที่ให้เช่าสำนักงานชั้นที่ 3-18 มีจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งสิ้น 1,758 คน และการกำหนดรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน NFPA 101 The Life safety code โดยจากการจำลองการอพยพหนีไฟแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 2 กรณีใหญ่ ได้แก่ 1. การอพยพหนีไฟโดยการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ตามจำนวนผู้ใช้งานอาคารตามปกติ 2. การอพยพหนีไฟโดยการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ตามจำนวนผู้ใช้งานอาคารที่เพิ่มขึ้น โดยในการจำลองสถานการณ์ ต่างๆ ที่ได้ทำการกำหนดลงไปนโปรแกรม Pathfinder สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟได้ดังนี้

ในการจำลองการอพยพหนีไฟของอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา ด้วยโปรแกรม Pathfinder พบว่า การอพยพหนีไฟโดยการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ตามจำนวนผู้ใช้งานอาคารตามปกติมีลักษณะการอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคารในชั้นที่เกิดเหตุเพลิงไหม้จะมีการอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคารเข้าสู่เส้นทางหนีไฟเร็วกว่าชั้นอื่นๆ และลักษณะการอพยพของผู้ใช้อาคารชั้นที่ 9-

18 ของทุกรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้มีการอพยพของผู้ใช้อาคารคนสุดท้ายของชั้นเข้าสู่เส้นทางหนีไฟฝั่งขวาของอาคารช้าที่สุด เนื่องมาจากเกิดการรอคิวในการอพยพของผู้ใช้อาคารเข้าสู่เส้นทางหนีไฟฝั่งขวาที่มาก อีกทั้งยังทำให้เป็นเส้นทางหนีไฟที่ผู้ใช้อาคารใช้ในการอพยพออกจากตัวอาคารที่ช้าที่สุด เมื่อเทียบกับเส้นทางอพยพหนีไฟของอาคารเส้นทางอื่นๆที่ใช้ในกรณีศึกษา

ในการจำลองการอพยพหนีไฟของอาคารกรณีศึกษา พบว่าในทุกกรณีที่ทำการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงไหม้ในการอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคาร ใช้เวลาในการอพยพหนีไฟเป็นไปตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้ ซึ่งสามารถทำการเปรียบเทียบกับกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (2535) โดยกำหนดไว้ว่า อาคารสูง คือ อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไป และอาคารขนาดใหญ่พิเศษ คือ อาคารที่มีพื้นที่ขนาด 10,000 ตารางเมตรขึ้นไปต้องสามารถลำเลียงบุคคลทั้งหมดภายในอาคารออกจากอาคารได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง อีกทั้งเส้นทางหนีไฟหรือบันไดหนีไฟภายในอาคารยังเป็นไปตามเกณฑ์ที่กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (2535) กำหนดว่าด้วยระยะห่างของเส้นทางหนีไฟหรือบันไดหนีไฟแต่ละบันไดไม่เกิน 60 เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดิน ซึ่งพบว่าอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษานี้มีความเสี่ยงที่จะเกิดอัคคีภัยลุกลามจนเกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้อาศัยในอาคารได้ในระดับต่ำ

6. ข้อเสนอแนะ

จากการจำลองจากโปรแกรมเป็นเพียงแนวทางแนะนำส่วนหนึ่งในการอพยพหนีไฟของอาคาร เพื่อให้เกิดการอพยพหนีไฟที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในความเป็นจริงยังมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อการอพยพหนีไฟภายในอาคารที่ต้องมีการดำเนินการเป็นประจําอย่างสม่ำเสมอและปรับปรุงแก้ไขให้การอพยพหนีไฟมีประสิทธิภาพมากที่สุด

6.1 เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานอาคารหรือการอพยพหนีไฟของผู้ใช้อาคารควรให้ความสำคัญการกำหนดเส้นทางอพยพหนีไฟที่ชัดเจน หรือทำการติดตั้งแผนผังเส้นทางอพยพหนีไฟ โดยแสดงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ฉุกเฉิน อย่างละเอียดทุกตำแหน่งใช้ครบทุกชั้นหรือในบริเวณที่ผู้ใช้งานอาคารสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน รวมไปถึงทำการบำรุงรักษาอุปกรณ์ดับเพลิงให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานตลอดเวลา

6.2 จัดทำแผนฉุกเฉินด้านอัคคีภัย ให้แก่ผู้ใช้อาคารที่มีการใช้งานอาคารเป็น และทำการประชาสัมพันธ์ให้แก่ผู้ใช้งานอาคารได้ทราบเกี่ยวกับวิธีการอพยพหนีไฟของอาคาร รวมทั้งจัดให้มีการตรวจสอบเส้นทางหนีไฟภายในอาคารให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา เพื่อป้องกันความสูญเสียที่อาจเกิดจากการเกิดอัคคีภัย

6.3 จัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ดับเพลิงและเส้นทางหนีไฟของอาคารเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยแก่ผู้ใช้งานอาคารเพื่อให้ผู้ใช้งานอาคารมีความพร้อมรับมือเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นภายในอาคารและเป็นการป้องกันการเกิดการรอคิวที่เส้นทางหนีไฟในการอพยพหนีไฟ

6.4 จัดทำระบบการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้หรืออัคคีภัยเชิงรุกที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบดับเพลิงอัตโนมัติหรือระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบควบคุมควัน เพื่อป้องกันการลุกลามของไฟ

6.5 จัดให้มีการตรวจสอบเช็คอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า สายไฟ เต้ารับไฟฟ้า ภายในอาคาร หากเกิดการชำรุดให้ทำการซ่อมแซมบำรุงหรือเปลี่ยนเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรเกิดขึ้นภายในอาคาร

7. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Ministerial Regulation No. 33 issued under the Building Control Act B.E. 2522 (1979), amended B.E. 2535 (1992). (1992). Royal Thai Government Gazette, Vol. 109, Part 11 Kor, p. 6.
- [2] Sriprom, K. (2017). Simulation of egress performance in a 46-story residential building: A case study [Master's thesis, Kasetsart University].
- [3] Luangtha, J. (2019). Performance-based analysis for life safety: A case study of a structural steel factory building [Master's thesis, Kasetsart University].



- [4] Witicharasapong, P. (2020). Evacuation simulation using Pathfinder: A case study of an early childhood development center [Master's thesis, Kasetsart University].
- [5] Suthangkornkul, P. (2021). Fire and evacuation simulation: A case study of an airport terminal building [Master's thesis, Kasetsart University].
- [6] Sriphothong, P., & Boonpeng, W. (2021). Study of fire evacuation at Suvarnabhumi Institute of Technology using fire dynamics simulation software. Suvarnabhumi Institute of Technology.
- [7] Phanmanimit, R., Jeera-on, K., & Thongsinuan, A. (2020). Survey and calculation of fire escape routes and evacuation time in Building 9.
- [8] Trunawongsaon, W. (2018). Fire evacuation analysis using building information modeling (BIM) [Master's thesis, Burapha University].
- [9] Phisailert, S. (2020). Performance analysis of egress routes using evacuation simulation software: A case study of a museum building [Master's thesis, Kasetsart University].
- [10] Thanawet, A. (2019). Application of evacuation simulation software to analyze evacuation capacity: A case study of an automotive parts factory [Master's thesis, Khon Kaen University].
- [11] Ronchi, E., et al. 2013. Reviewing Italian Fire Safety Codes for the analysis of road tunnel evacuations: Advantages and limitations of using evacuation models. *Safety Science* 52:28-36.
- [12] Zhao, L. 2003. Examining the Design of Escape Routes Using Performance-Based Criteria in a Case Study. *Fire Technology* Second Quarter