การจำลองระบบอัดอากาศของบันไดหนีไฟในอาคารสูง
ด้วยแบบจำลองการไหลของอากาศแบบหลายโซน

ประชา กิ่งมณี

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

Simulation of Stairwell Pressurization in a High-rise Building Using Multi-zone Airflow Model

Pracha Kingmanee

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การจำลองระบบอัดอากาศของบันไดหนีไฟในอาคารสูงด้วยแบบจำลองการไหลของอากาศแบบหลายโซน

เสนอโดย ประชา กิ่งมณี

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล นาวงษ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 19 เดือน กันยายน พ.ศ. 2564

หัวข้อสารนิพนธ์ การจำลองระบบอัดอากาศของบันไดหนีไฟในอาคารสูงด้วยแบบจำลองการไหลของอากาศแบบหลายโซน
ชื่อผู้เขียน ประชา กิ่งมณี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจำลองระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟโดยใช้แบบจำลองการไหลของอากาศแบบหลายโซน(CONTAM) โดยทำการจำลองค่าจากการออกแบบและปรับปรุงระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟของอาคารสูง 22 ชั้น จำนวน 2 ช่องบันไดหนีไฟ และลิฟต์ดับเพลิง จำนวน 1 ชุด ตามข้อกำหนดกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2533) ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และค่าการแนะนำตามมาตรฐาน NFPA-101 ของ National Fire Protection Association ในการศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลขนาดพื้นที่ของอาคาร ขนาดของบันไดหนีไฟ ค่าความดันลม รวมถึงพัดลมอัดอากาศ และศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของควันไฟ เพื่อนำข้อมูลตามค่าการออกแบบจำลองการไหลของอากาศ โดยใช้โปรแกรม CONTAM วิเคราะห์และปรับปรุงระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ ในการศึกษานี้มีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟที่1 ช่องบันไดหนีไฟที่2 และโถงลิพท์ดับเพลิง โดยทำการจำลอง3 กรณี โดยกรณีที่ 1 เป็นการจำลองโดยใช้ค่าจากการออกแบบ กรณีที่ 2 เป็นการปรับปรุงโดยการเพิ่มช่องระบายอากาศในแต่ละชั้น จำนวน 1 ช่อง และกรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศเป็น 2 ช่อง ผลการวิเคราะห์พบว่าในกรณีที่ 3 มีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ ดีที่สุด โดยช่องบันไดหนีไฟที่ 1 มีค่าเท่า 40.93 Pa ช่องบันไดหนีไฟที่ 2 มีค่าเท่า 40.86 Pa และโถงลิฟต์ผจญเพลิง มีค่าเท่า 43.25 Pa ซึ่งเป็นค่าแรงดันอัดอากาศที่สามารถต้านทานการไหลของควันเข้ามาในช่องทางหนีไฟ ทำให้ผู้ใช้อาคารอพยพออกจากอาคารที่เกิดเพลิงไหม้ได้อย่างปลอดภัย

Thematic Paper Title	Simulation of Stairwell Pressurization in a High-rise Building Using Multi-zone Airflow Model
Author	Pracha Kingmanee
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Aumnad Phdungsilp, Ph.D., Tekn. Dr.
Department	Engineering Management
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research aims to study about the stairwell pressurization system using a multi-zone airflow model (CONTAM) for airflow model simulation and the improvement of the stairwell pressurization system of a 22 floor high-rise building. The building consists of 2 shafts of stairwell and a fire elevator under the supervision of Ministerial Regulation No. 33 (B.E.2533) issued under the Building Control Act B.E. 2522 as suggestion test NFPA-101. National Fire Protection Association. This research has collected not only the data of building area size, stairwell size, air-pressure and pressurization fan but also study about smoke movement in order to evaluate the data of airflow simulation by using CONTAM program to analyze the stairwell pressurization. The CONTAM program is a computer program that has been employed to analyze a smoke and air flow supplied to the pressurization system in the stairwell. The results show that was studied to have the difference in pressure in the fire escape hatch in all 3 cases, where the first case was a simulation using the data of building while the second case was an improvement of the channel. 1 ventilator in each floor and in case 3 add 2 air vents, the analysis results show that in case 3 has the best fire door drop, with fire escape ladder at 1 as 40.93 Pa, Fire escape ladder 2 is 40.86 Pa and fire elevator hall 43.25 Pa is pressurized enough to resist the flow of smoke into the fire exit. And the safest for fire evacuation

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์ ที่ให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางในการเขียนงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ด้วยความใส่ใจเป็นอย่างยิ่ง พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้วิจัยมีความกล้า จนงานวิจัยเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณ คุณกันตพร กิ่งมณี และ ร้อยเอกหญิง นลิน ไทยกลาง ที่ให้การช่วยเหลือในการจัดเรียงสารนิพนธ์ ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ต่อส่วนรวมที่ได้รับจากสารนิพนธ์ ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดาที่ให้กำเนิดเลี้ยงดูและให้การศึกษา ตลอดจนครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวางรากฐานการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

ประชา กิ่งมณี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 ปัญหานำวิจัย..... 2

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.4 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย..... 3

1.6 บทนิยาม..... 3

2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 กฎหมาย และเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.2 ขอบข่าย..... 7

2.3 ข้อกำหนดทั่วไปและข้อกำหนดระบบอัดอากาศ..... 7

2.4 การตรวจสอบ และทดสอบระบบอัดอากาศ..... 15

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21

3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 25

3.1 แผนผังการวิจัย..... 25

3.2 ข้อมูลทั่วไปของอาคาร..... 26

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และอุปกรณ์ที่ติดตั้งของระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ..... 26

3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลในอาคาร..... 27

3.5 การใช้โปรแกรม CONTAM..... 30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.6 การจำลองสถานการณ์	39
4.	ผลการวิจัย	42
	4.1 ลักษณะการใช้งานอาคาร	42
	4.2 การวิเคราะห์การไหลที่ของอากาศประตูบันไดหนีไฟกรณีเปิดประตู 1 บาน	42
	4.3 วิเคราะห์ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ	48
	4.4 อภิปรายผลการวิจัย	52
5.	สรุปผลงานวิจัย	53
	5.1 สรุปผลการวิจัย	53
	5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับศึกษาต่อไป	54
บรรณานุกรม		55
ประวัติผู้เขียน		56

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ความดันแตกต่างสูงสุดตกคร่อมประตู..... 8

3.1 เครื่องมือการทดสอบพัดลมอัดอากาศ..... 27

3.2 บันทึกผลการทดสอบหัวจ่ายลม..... 28

3.3 บันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตู..... 29

3.4 บันทึกผลการทดสอบความเร็วลมพัดลมอัดอากาศ..... 30

3.5 พื้นที่การรั่วไหลของผนัง และพื้นของอาคาร ที่มีค่า C=0.65..... 35

3.6 ค่าความเร็วลมประตูหนีไฟ..... 40

3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของการรั่วไหลของอากาศ..... 40

4.1 ผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ กรณี 1..... 43

4.2 ผลการทดสอบความเร็วลมประตูหนีไฟ กรณี 1..... 43

4.3 ผลบันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ กรณี 2..... 45

4.4 ผลการทดสอบความเร็วลมประตูหนีไฟ กรณี 2..... 45

4.5 ผลบันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ กรณี 3..... 46

4.6 ผลการทดสอบความเร็วลมประตูหนีไฟ กรณี 3..... 47

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงระบบอัดอากาศแบบจุดเดียว…….…… 9

2.2 แสดงระบบอัดอากาศแบบหลายจุด.....…..... 9

3.1 แผนผังการวิจัย.....…..... 25

3.2 ผังอาคารชั้นหลังคา.....…..... 26

3.3 แสดงตำแหน่งการวัดความเร็วลม.....…..... 27

3.4 ลักษณะการวาดห้องภายในอาคารลงในโปรแกรม CONTAM..... 31

3.5 ภาพหน้าต่างกำหนด Level Data.....…..... 32

3.6 ภาพหน้าต่างคำสั่ง Zone Properties.....…..... 33

3.7 ภาพหน้าต่างคำสั่ง Airflow Element Models.....…..... 34

3.8 หน้าต่างสำหรับการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆสำหรับ Flow Path..... 36

3.9 หน้าต่างสำหรับการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆสำหรับอัดอากาศ..... 37

3.10 หน้าต่างก่อนใช้คำสั่ง Simulation.....…..... 38

3.11 หน้าต่างสำหรับการใช้คำสั่ง Simulation..... 38

3.12 ลักษณะของผลการ Simulation ด้วยโปรแกรม CONTAM..... 39

4.1 กราฟแสดงค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ 1..... 49

4.2 กราฟแสดงค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ 2..... 50

4.3 กราฟแสดงค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟโถงลิฟต์ผจญเพลิง..... 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

อาคารสูงหลาย ๆ โครงการในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีความปลอดภัยไม่เพียงพอ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ทำให้การอพยพออกจากอาคารเป็นไปด้วยความยากลำบาก ซึ่งเกิดจากการออกแบบอาคารและระบบอัดอากาศที่ไม่ถูกต้อง ก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยขณะทำการอพยพหนีไฟจนถึงขั้นเสียชีวิต สาเหตุจากกลุ่มควันที่ฟุ้งกระจายเข้ามาในบันไดหนีไฟ จึงจำเป็น ต้องมีการตรวจสอบแรงดันตกคร่อมอากาศในโถงบันไดหนีไฟ และตรวจสอบแรงดันตกคร่อมอากาศระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ เพื่อไม่ให้กลุ่มควันแพร่กระจายเข้าสู่บันไดหนีไฟขณะทำการอพยพหนีไฟ ทำให้ผู้ใช้อาคารอพยพออกจากอาคารที่เกิดเพลิงไหม้ได้อย่างปลอดภัย

การบริหารจัดการด้านอัคคีภัยเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่สำคัญ คือ หลักการควบคุมควัน เนื่องจากควันไฟสามารถเคลื่อนที่แพร่กระจายออกไปทั้งในแนวราบและแนวดิ่งอย่างรวดเร็ว ผ่านทางช่องเปิดต่างๆของโครงสร้างอาคารเช่นช่องลิฟต์ ช่องท่อของระบบปรับอากาศ ขอบประตู หน้าต่าง รอยรั่ว รอยแตกแยกของผนัง พื้น และเพดาน ซึ่งกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดการไหลของอากาศ ควัน และเปลวไฟ มาจากสาเหตุการขยายตัวของอากาศร้อน การไหลเข้ามาแทนที่ของอากาศเย็น หรือที่เรียกว่าแรงลอยตัว เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร จะพบว่าความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นมีทั้งความสูญเสียต่อทรัพย์สิน และต่อร่างกายของผู้ที่ใช้งานหรืออยู่ใกล้เคียงกับอาคาร โดยความสูญเสียนั้นอาจอยู่ในระดับตั้งแต่เล็กน้อยไปจนถึงขั้นรุนแรง เช่น การบาดเจ็บ พิการทางร่างกาย หรือถึงขั้นเสียชีวิต ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้คนเสียชีวิตนั้นมาจากการสำลักควันไฟ เนื่องจากเพลิงไหม้จะดึงเอาออกซิเจน ในอากาศเข้าไปใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดไฟ และได้ผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่งจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ออกมาเป็น ควันไฟซึ่งประกอบด้วยก๊าซและสารต่างๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ และไอระเหยอื่นๆ มีผลต่อปอดและระบบการหายใจ เมื่อผู้ใช้อาคารมีการหายใจเอาควันไฟเข้าไปในร่างกายก็จะทำให้สารเคมี หรือก๊าซพิษในควันไฟเข้าไปทำปฏิกิริยาต่อร่างกาย หรืออาจเข้าไปเกาะกับฮีโมโกลบิน ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงขาดออกซิเจน ไม่สามารถนำพาออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆของร่างกายได้เพียงพอ ในที่สุดก็นำไปสู่การเสียชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยมีการสร้างอาคารในลักษณะเป็นอาคารสูงเพิ่มมากขึ้น หากเกิด

เหตุเพลิงไหม้ในอาคารสูงแล้วจะยิ่งมีโอกาสและความรุนแรงของการเกิดความสูญเสียได้มากขึ้นกว่าพื้นที่ลักษณะอื่น สิ่งสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบอาคารคือ จะต้องมีระบบควบคุมควันไฟ ซึ่งการควบคุมการแพร่กระจายของควันไฟสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการจำกัดบริเวณ การทำให้เจือจาง การใช้อากาศผลักดัน การสร้างความดันอากาศ หรือการปล่อยให้ลอยตัว การออกแบบระบบควบคุม ควันไฟที่ถูกต้องและมีความเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะการควบคุมควันไฟไม่ให้เข้าไปสู่ช่องทางที่ใช้อพยพหนี ไฟ เช่นบันไดหนีไฟ และลิฟต์ดับเพลิง จะช่วยการอพยพหนีไฟความปลอดภัยมากขึ้น และทำให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิง เข้าถึงต้นเพลิงได้อย่างรวดเร็วและทำการดับเพลิงได้ปลอดภัยมากขึ้น

1.2 ปัญหานำวิจัย

เนื่องจากอาคารสูงมีความเสี่ยงสูงมากในการอพยพหนีไฟ ซึ่งมีสาเหตุมาจากกลุ่มควันฟุ้งกระจายเข้ามาในบันไดหนีไฟ จึงทำให้การอพยพหนีไฟยากลำบากและเสี่ยงต่อการเสียชีวิตสูง จึงต้องมีระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟ เพื่อไม่ให้กลุ่มควันแพร่กระจายเข้าสู่บันไดหนีไฟขณะกำลังอพยพหนีไฟ จึงทำการตรวจวัดค่าลมระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ เพื่อให้มีความปลอดภัยในการอพยพหนีไฟ จากการตรวจวัดค่าพบว่าอาคารสำนักงานสูง 22 ชั้น มีค่าแรงดันลมตกคร่อมในบันไดหนีไฟต่ำกว่ามาตรฐาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ เพื่อให้มีประสิทธิภาพและแรงดันตกคร่อมของลมในโถงบันไดหนีไฟให้ได้ตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยสูงสุดของผู้อยู่อาศัยในอาคารการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการหาการออกแบบระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟที่เหมาะสม เพื่อเป็นการปรับปรุงออกแบบการควบคุมควันไฟในช่องบันไดหนีไฟของอาคารสูงกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้อาคาร ซึ่งการออกแบบค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟ นับว่าเป็นเรื่องสำคัญมากสำหรับการควบคุมควันไฟในบันไดหนีไฟโดยใช้ระบบอัดอากาศ เนื่องจากค่าของความดันที่เกิดขึ้นจะเป็นสิ่งบอกว่าสามารถที่จะต้านทานไม่ให้ควันเคลื่อนที่เข้าไปในช่องบันไดหนีไฟได้ หรือไม่ ถ้าความแตกต่างของความดันน้อยเกินไปควันก็จะสามารถไหลเข้าไปในช่องบันไดหนีไฟได้แต่หากค่าความดัน สูงมากเกินไปก็จะทำให้ผู้อพยพไม่สามารถที่จะเปิดประตูหนีไฟออกไปได้เช่นกัน มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟ

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำการจำลองระบบอัดอากาศและออกแบบปรับปรุงระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟ กรณีศึกษาซึ่งเป็นอาคารสูง 22 ชั้น

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. เพื่อหาสมรรถนะของระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ ในอาคารกรณีศึกษาซึ่งเป็นอาคารประเภทสำนักงานสูง 22 ชั้น

2. ใช้แบบจำลอง CONTAM ในการปรับปรุงการออกแบบระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ได้ทราบปัญหาต่างๆและสมรรถนะระบบพัดลมอัดอากาศทำงานไม่เติมประสิทธิภาพ

2. ได้แนวทางการปรับปรุงและเพิ่มสมรรถนะของระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ

3. นำแนวทางในการศึกษา เพื่อนำเสนอกับเจ้าของอาคารในการปรับปรุงระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ

1.6 บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

1. ระบบอัดอากาศ (Air-pressurized System) หมายถึง การใช้พัดลมที่อาจจะประกอบเข้ากับท่อลม หรือติดตั้งโดยตรงเข้ากับช่องบันไดหนีไฟ เพื่อใช้ส่งลมและสร้างความดันอากาศให้ได้ค่าตามที่กำหนด

2. ระบบอัดอากาศแบบหลายจุด (Multiple-injection Air-pressurized System) หมายถึง ชนิดของระบบควบคุมควันไฟที่มีการอัดอากาศเข้าในบันไดหนีไฟหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงจากหลายตำแหน่งหรือจากหลายจุด

3. ระบบอัดอากาศแบบจุดเดียว (Single-injection Air-pressurized System) หมายถึง ชนิดของระบบควบคุมควันไฟที่มีการอัดอากาศเข้าในบันไดหนีไฟหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงจากตำแหน่งเดียวหรือจากจุดเดียว

4. ควันไฟ (Smoke) หมายถึง กลุ่มละอองสารแขวนลอยในอากาศพร้อมกับน้ำและก๊าซ อันเนื่องจากวัสดุเกิดแตกสลายทางเคมีเพราะความร้อน หรือเกิดการเผาไหม้ขึ้น และมีอากาศเข้าไปปนรวมกลุ่มอยู่ด้วยโดยควันไฟตามนิยามนี้เป็นควันที่เกิดจากอัคคีภัยโดยไม่รวมถึงควันไฟที่เกิดจากการทำงาน

5. ปรากฏการณ์ลูกสูบ (Piston Effect) หมายถึง ปรากฏการณ์ของลิฟต์ที่เคลื่อนขึ้นลง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ดับเพลิงใช้งานระหว่างดับเพลิง ทำให้เกิดสภาวะการเคลื่อนที่ของอากาศในลักษณะเหมือนการสูบ และการอัดอากาศภายในกระบอกสูบ ปรากฏการณ์นี้อาจก่อให้เกิดการพาควันเข้าปล่องลิฟต์ บานประตูลิฟต์

6. ช่องเปิด (Opening) หมายถึง พื้นที่เปิดที่พื้นหรือผนังเพื่อติดตั้งท่อในแนวดิ่ง และท่อในแนวขนานกับพื้นซึ่งต่อเข้ามาหรือต่อออกไปซึ่งทำให้เกิดช่องว่าง ควันและไฟอาจลามไปชั้นอื่นได้ จึงต้องกรุปิด เพื่อป้องกันไฟลาม

7. การป้องกันช่องเปิด (Opening Protection) หมายถึง การปิดช่องเปิดที่ทะลุผ่านผนังทนไฟด้วยวัสดุที่มีอัตราการทนไฟเทียบเท่ากับอัตราการทนไฟของผนังที่ช่องเปิดทะลุผ่าน เพื่อจำกัดการแพร่กระจายของไฟ และลดการเคลื่อนที่ของควันไม่ให้ผ่านผนังที่เป็นส่วนกั้นแยกทนไฟของอาคาร (Fire Barrier)

8. การป้องกันช่องเปิดในแนวดิ่ง (Vertical Opening Protection) หมายถึง การปิดช่องช่องเปิดทะลุพื้นด้วยวัสดุทนไฟที่มีอัตราการทนไฟเท่ากับพื้นส่วนที่ทะลุผ่าน เพื่อป้องกันควันและไฟลาม ช่องเปิดทะลุผ่านพื้นตามนิยามนี้รวมไปถึงช่องเปิดพื้นเพื่อติดตั้งท่องานระบบ ช่องส่งผ้า ช่องทิ้งขยะ ปล่องลิฟต์ ช่องเปิด เพื่อการสื่อสารระหว่างชั้น

9. ช่องลิฟต์ (Lift Shaft) หมายถึง ช่องที่มีผนังโดยรอบรวมทั้งประตูลิฟต์ที่มีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 hr.

10. ช่องบันไดหนีไฟปลอดควัน (Smoke-proof Enclosure) หมายถึง ช่องบันไดหนีไฟปลอดควันที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ (Natural Ventilation) หรือวิธีทางกล (Mechanical Ventilation) ซึ่งต้องมีห้องโถงหน้าบันไดหนีไฟ (Vestibule) หรือด้วยวิธีการอัดอากาศในบันได (Stair Air Pressurization) วิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น

11. ส่วนปิดล้อมทางหนีไฟ (Exit Enclosure) หมายถึง ส่วนปิดล้อมที่ก่อสร้างด้วยวัสดุทนไฟเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากอัคคีภัย ความร้อน หรือควันให้แก่ทางหนีไฟ ส่วนปิดล้อมนี้ต้องต่อเนื่องกันตลอดเพื่อป้องกันเส้นทางสัญจรจนถึงภายนอกอาคารที่ระดับพื้นดินหรือระดับที่กำหนดไว้

12. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) หมายถึง ระบบที่ทำงานโดยใช้มนุษย์หรือทำงานโดยอัตโนมัติมุ่งหมายที่แจ้งการเตือนเมื่อมีสถานการณ์ไฟไหม้เกิดขึ้น

13. ลิ้นกันควัน (Smoke Damper) หมายถึง อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ควันถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสั่งให้ทำงาน ลิ้นกันควันไม่จำเป็นต้องมีสมบัติเหมือนลิ้นกันไฟ

14. ลิ้นกันไฟ (Fire Damper) หมายถึง อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ไฟถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่นของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และต้องมีค่าการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าโครงสร้างที่ติดตั้งอยู่

15. ลิ้นกันไฟและกันควัน (Fire and Smoke Damper) หมายถึง อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ควันถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสั่งให้ทำงาน และทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้ไฟถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่นของระบบส่งลมเช่นเดียวกับลิ้นกันไฟ อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และต้องมีค่าการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าโครงสร้างที่ติดตั้งอยู่

16. สถาบันที่เชื่อถือได้ หมายถึง หน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือสถาบันการศึกษาที่มีบุคลากร และเครื่องมือ เพื่อการทดสอบ วิเคราะห์ ประเมินผล และรับรองผล

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎหมาย และเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ฉบับที่ 24077 (พ.ศ. 2555) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2551 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้อกำหนดในการป้องกันอัคคีภัย เล่ม 6 ระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2551 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดในการป้องกันอัคคีภัย เล่ม 6 ระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2541 เล่ม 6 – 2555

NFPA เป็นมาตรฐานการออกแบบเพื่อป้องกันอัคคีภัย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะลดปัญหาและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากอัคคีภัยและอุบัติภัยต่างๆ มีชื่อเรียกเต็มๆว่า National Fire Protection Association นอกจากนี้ NFPA ยังเป็นแหล่งรวมข้อมูลที่สำคัญด้านความปลอดภัยของสาธารณชน มาตรฐานความปลอดภัยของ NFPA กว่า 300 ประเภท ซึ่งได้รับการยอมรับจากนานาประเทศและนำมาใช้ในกระบวนการก่อสร้างและบริหารจัดการอาคารให้มีความปลอดภัย โดยครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบ ติดตั้ง ตรวจสอบ จนถึงการดับเพลิงเมื่อเกิดอัคคีภัย

ส่วนการมีระบบอัดอากาศที่มีการคำนวณตาม NFPA ในบันไดหนีไฟที่เหมาะสมและถูกต้อง จะช่วยป้องกันควันไม่ให้แพร่กระจายไปซึ่งระบบนี้สามารถใช้ได้กับบันไดที่อยู่ภายในและภายนอกอาคาร หลักการก็คือ “พัดลมอัดอากาศจะต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ไม่สามารถดูดควันกลับเข้ามาในอากาศได้ อากาศภายนอกที่พัดลมดูดเข้ามาจะถูกอัดเข้าภายในบันไดโดยตรง หรือโดยการอัดเข้าปล่องอัดอากาศก่อนแล้วค่อยระบายสู่บันไดก็ได้ หลังจากนั้นอากาศจากบันไดจะไหลออกสู่ตัวอาคารผ่านทางช่องวางนอกวงกบประตูในกรณีที่ประตูปิดอยู่ และไหลออกสู่ตัวอาคารหรือภายนอกอาคาร”

เรียกได้ว่ามาตรฐาน NFPA เมื่อถูกนำมาใช้ในกระบวนการก่อสร้างละบริหารจัดการอาคาร ทำให้มีความปลอดภัย โดยครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบ ติดตั้ง ตรวจสอบ จนถึงการดับเพลิงเมื่อเกิดอัคคีภัย ซึ่งถือเป็นหนึ่งในมาตรฐานระดับสากล

2.2 ขอบข่าย

2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมข้อกำหนดการออกแบบติดตั้ง การบำรุงรักษาและการทดสอบ การทำงานของระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟสำหรับบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ระบบอัดอากาศ” ในอาคารสูงซึ่งต้องมีบันไดหนีไฟและลิฟต์ดับเพลิงที่ปิดล้อมด้วยวัสดุทนไฟและต้องป้องกันควันไฟไม่ให้เข้าสู่ส่วน ปิดล้อมทนไฟนั้นได้

2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ใช้กับระบบอัดอากาศที่เป็นระบบควบคุมควันไฟระบบเดียวภายในอาคาร ไม่ใช้ร่วมกับระบบควบคุมควันไฟรูปแบบอื่น

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ ที่ใช้งานร่วมกับระบบควบคุมควันไฟชนิดแบ่งเขตพื้นที่ความดันอากาศ (Zone Smoke Control System) ซึ่งต้องทดสอบตามวิธีการเฉพาะตามการออกแบบ

2.3 ข้อกำหนดทั่วไปและข้อกำหนดระบบอัดอากาศ

2.3.1 อาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 23 m ขึ้นไปต้องมีบันไดหนีไฟที่สร้างด้วยวัสดุที่มีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 hr. สมบัติและการติดตั้งประตูและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตาม มอก. 2541 เล่ม 2

2.3.2 บันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคารต้องป้องกันควันไฟด้วยวิธีธรรมชาติโดยช่องระบายอากาศต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1.4 m^2 ต่อหนึ่งชั้นที่เปิดสู่ภายนอกอาคารโดยตรง หรือด้วยวิธีทางกล โดยการติดตั้งระบบอัดอากาศเข้าไปในบันไดหนีไฟที่ทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ทำให้ความดันอากาศภายในบันไดหนีไฟสูงกว่าภายในอาคารในระดับเดียวกัน

2.3.3 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษที่พื้นอาคารส่วนที่ต่ำกว่าระดับถนนหน้าอาคารตั้งแต่ชั้นที่ 3 ลงไปหรือต่ำกว่าระดับถนนหน้าอาคารตั้งแต่ 7 m ลงไป ต้องจัดให้มีบันไดหนีไฟมีการปิดล้อมด้วยวัสดุทนไฟและมีระบบอัดอากาศเพื่อป้องกันควันไฟ

2.3.4 ในกรณีที่บันไดหนีไฟเปลี่ยนแปลงตำแหน่งไม่ตรงกันตลอดความสูงของอาคารจำเป็นต้องมีทางปลอดควันเชื่อมระหว่างบันได ทางปลอดควันต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับบันไดหนีไฟ เช่น อัตราการทนไฟของวัสดุที่ใช้พื้นที่ช่องระบายอากาศมากพอหรือมีระบบอัดอากาศ

2.3.5 โถงลิฟต์ดับเพลิงต้องป้องกันควันไฟเช่นเดียวกับบันไดหนีไฟภายในอาคาร

2.3.6 ประตูบันไดหนีไฟและประตูโถงลิฟต์ดับเพลิงต้องมีอุปกรณ์ดึงประตูปิดกลับด้วยตัวเอง (Door-Closer) ต้องติดตั้งอุปกรณ์บาร์ผลักเปิดประตูฉุกเฉินและมีสลักยึดประตูให้ปิดสนิท โดยแรงที่ใช้ในการปลดสลักต้องไม่เกิน 67 N และแรงที่ใช้ในการผลักเปิดประตูต้องไม่เกิน 133 N

2.3.7 กรณีที่ต้องการเปิดประตูค้างต้องมีอุปกรณ์ดึงเปิดด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าและปิดอัตโนมัติเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ทำงาน

2.3.8 ระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟสำหรับบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิงต้องทำงานได้โดยอัตโนมัติ

2.3.9 ต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินจ่ายให้ระบบอัดอากาศทำงานได้ทันทีในระยะเวลา ไม่เกิน 10 s เมื่อไฟฟ้าหลักของอาคารดับ

2.3.10 การออกแบบและติดตั้งระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ โดยการสร้างความแตกต่างของความดันอากาศภายในบันไดหนีไฟกับความดันอากาศของพื้นที่เกิดควันภายในอาคารในระดับเดียวกัน แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีประตูบันไดหนีไฟปิดหมดทุกบาน ความดันแตกต่างต้องไม่เกินค่าตามตารางที่ 2.1 โดยทำให้แรงที่ใช้เปิดประตูไม่เกิน 133 N ซึ่งรวมผลของแรงที่เกิดจากอุปกรณ์ดึงประตูปิดกลับด้วยตัวเองความดันแตกต่างของอากาศภายในบันไดหนีไฟกับความดันอากาศของพื้นที่เกิดควันภายในอาคารในระดับเดียวกัน ในทุกกรณีต้องไม่ต่ำกว่า 38 Pa และกรณีประตูบันไดหนีไฟเปิดค้างชั้นบนและชั้นล่างที่ติดกับชั้นที่ประตูเปิดค้าง ต้องมีความดันแตกต่างไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ส่วนชั้นอื่นต้องมีความดันแตกต่างต้องไม่ต่ำกว่า 38 Pa

ตารางที่ 2.1 ความดันแตกต่างสูงสุดตกคร่อมประตู

แรงจากอุปกรณ์ดึงประตูปิดกลับด้วยตัวเอง (N)	**ความดันแตกต่างสูงสุดตกคร่อมประตูที่ความกว้างของประตู (Pa)**				
	0.8 m	**0.9 m**	**1.0 m**	**1.1 m**	**1.2 m**
26.4	112	100	92	85	77
35.2	102	92	85	77	70
44.0	92	85	75	70	65
52.8	85	75	67	62	57
61.6	75	67	60	55	52

ซึ่งค่าตามตารางที่ 21.1 เป็นการทดสอบแรงที่ใช้ในการเปิดประตูทำโดยให้แรง 133 N กระทำที่ตำแหน่งห่างจากขอบประตูด้านตรงข้ามบานพับ 7.5 cm และคำนวณโดยใช้ความสูงของประตู 2.0 m

2.1.11 ปริมาณอากาศที่ต้องอัดเข้าสู่บันไดหนีไฟ คำนวณจากสมการ

$$Q = ac + bN$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณอากาศที่ต้องอัดเข้าสู่บันไดหนีไฟ หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

a คือ อัตราการไหลของอากาศผ่านประตูที่เปิดค้างสู่ภายนอก 7.08 m^3/s ต่อหนึ่งประตู

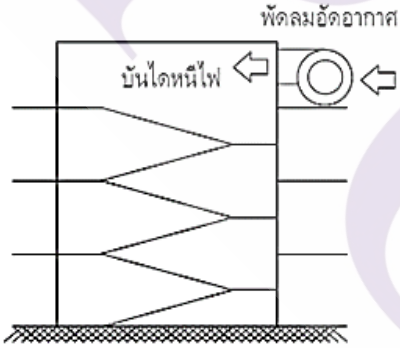
c คือ จำนวนประตูที่เปิดค้างสู่ภายนอก

b คือ อัตราการไหลของอากาศผ่านรอยรั่วของผนังและประตูบันไดหนีไฟ 0.094 m^3/s ต่อชั้น

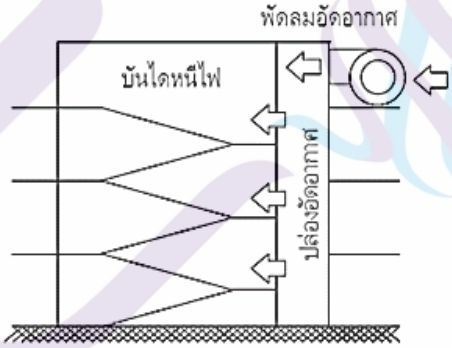
N คือ จำนวนชั้นของอาคาร

หมายเหตุ. ปริมาณอากาศที่คำนวณได้ตามสมการข้างต้น เป็นค่าโดยประมาณ โดยปริมาณอากาศที่อัดเข้าบันไดหนีไฟจริง อาจเปลี่ยนแปลงได้ ตามข้อกำหนดการทดสอบ

2.1.12 การอัดอากาศเข้าบันไดหนีไฟ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ ระบบอัดอากาศแบบจุดเดียว ตามภาพที่ 2.1 ใช้ได้กับอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 23 m เท่านั้น ตำแหน่งช่องอัดอากาศสามารถอยู่ในตำแหน่งใด ๆ ก็ได้ในบันไดหนีไฟ โดยตำแหน่งพัดลมต้องห่างจากประตูบานที่ออกแบบให้เปิดค้างไม่น้อยกว่า 11 m หรือไม่น้อยกว่า 3 ชั้น เช่น ประตูชั้นล่างที่เปิดสู่ภายนอกอาคาร โดยทั่วไปตำแหน่งช่องอัดอากาศอยู่ที่ตำแหน่งด้านบนสุดของบันไดหนีไฟ และระบบอัดอากาศแบบหลายจุด ตามภาพที่ 2.2 ใช้ได้กับอาคารไม่จำกัดความสูง ตำแหน่งช่องอัดอากาศเข้าแต่ละจุด ต้องห่างกันไม่เกิน 3 ชั้น



ภาพที่ 2.1 แสดงระบบอัดอากาศแบบจุดเดียว



ภาพที่ 2.2 แสดงระบบอัดอากาศแบบหลายจุด

2.1.13 ตำแหน่งลมเข้าของระบบอัดอากาศ กำหนดให้ระบบอัดอากาศต้องจำกัดไม่ให้ควันเข้าสู่บันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง โดยใช้พัดลมอัดอากาศนำลมเข้าจากภายนอกอาคาร ซึ่งตำแหน่งลมเข้าของระบบอัดอากาศ ต้องแยกห่างออกจากช่องระบายอากาศทั่วไปที่ทิ้งออกจากอาคาร ช่องระบายควันไฟของระบบระบายควันไฟ ช่องเปิดระบายควันไฟ และความร้อนที่หลังคา

ช่องเปิดระบายอากาศของปล่องลิฟต์ และช่องเปิดใด ๆ ของอาคารที่มีโอกาสปล่อยควันไฟในระหว่างเกิดเหตุเพลิงไหม้

2.1.14 กำหนดการออกแบบและติดตั้งระบบอัดอากาศสำหรับโถงลิฟต์ดับเพลิง โดยที่ระบบอัดอากาศสำหรับโถงลิฟต์ดับเพลิงต้องแยกจากระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ โถงลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้นของอาคารต้องจัดให้มีระบบอัดอากาศที่ทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ความดันแตกต่างของอากาศภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงกับความดันอากาศของพื้นที่เกิดควันภายในอาคารในระดับเดียวกันให้เป็นไปตามข้อ (1) และระบบจ่ายลมสำหรับโถงลิฟต์ดับเพลิงต้องใช้พัดลมความดันสูงพอเพียงที่อัดอากาศเข้าช่องท่อหรือท่อลม เพื่อส่งลมเข้าไปในโถงลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้น ซึ่งปริมาณอากาศที่ต้องอัดเข้าสู่โถงลิฟต์ดับเพลิงสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$Q = ac + bN$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณอากาศที่ต้องอัดเข้าสู่บันไดหนีไฟ หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

a คือ อัตราการไหลของอากาศผ่านประตูที่เปิดค้างสู่ภายนอก 7.08 m^3/s ต่อหนึ่งประตู

c คือ จำนวนประตูที่เปิดค้างสู่ภายนอก

b คือ อัตราการไหลของอากาศผ่านรอยรั่วของผนังและประตูบันไดหนีไฟ 0.142 m^3/s ต่อชั้น

N คือ จำนวนชั้นของอาคาร

หมายเหตุ. ปริมาณอากาศที่คำนวณได้ตามสมการข้างต้น เป็นค่าโดยประมาณ โดยปริมาณอากาศที่อัดเข้าบันไดหนีไฟจริง อาจเปลี่ยนแปลงได้ ตามข้อกำหนดการทดสอบ

2.1.15 ข้อกำหนดพัดลมและมอเตอร์ โดยพัดลมจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ พัดลมแบบใบพัด (Propeller Fan) ซึ่งติดตั้งที่หลังคาหรือผนังด้านนอกอาคาร ให้ใช้กับระบบอัดอากาศแบบจุดเดียว ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันลมที่ทางเข้าของพัดลมเพื่อป้องกันไม่ให้ลมภายนอกที่พัดปะทะอาคารส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการทำงานของพัดลม และพัดลมหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal Fan) หรือพัดลมแบบตามแนวแกน (In-line Axial Fan) หรือแบบอื่นที่มีความดันสถิตพอเพียง ให้ใช้กับระบบอัดอากาศแบบจุดเดียวหรือหลายจุด ซึ่งจะมีคุณลักษณะตามที่ต้องการ โดยห้ามติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันภาระเกิน (Overload Protection) ไว้ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ พัดลมพร้อมมอเตอร์รวมทั้งมู่เล่ (ถ้ามี) ทั้งในขณะหยุดนิ่งและหมุนต้องถ่วงและตั้งศูนย์ และมอเตอร์ต้องเป็นแบบมิดชิดหรือแบบมิดชิดมีพัดลมในตัว (Totally Enclosed/Totally Enclosed Fan Cooled) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดความถี่ไม่เกิน 50 Hz ในกรณีชุดขับเคลื่อนเป็นแบบขับตรงต้องปรับแต่งปริมาณลมและความดันได้ โดยมีชุดปรับรอบของมอเตอร์ (variable speed drive) หรือถ้าเป็นพัดลมแบบไหลตามแนวแกน หรือพัดลมไหลแบบผสมต้องเลือกชนิดของใบพัดเป็นแบบปรับมุมได้ (adjustable pitch) โดยเพิ่มหรือลดมุมใบพัดได้ และกรณีชุดขับเคลื่อนเป็นแบบขับเคลื่อน

โดยใช้สายพานต้องใช้สายพานชนิดทนน้ำมัน (oil resistance) มู่เล่ของมอเตอร์ต้องเป็นแบบปรับช่อง (pitch) ได้ ซึ่งอัตราการอัดอากาศที่ความดันสถิตนั้น ๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AMCA Publication 212-07

2.1.16 ข้อกำหนดการติดตั้งพัดลม ให้ติดตั้งพัดลมอัดอากาศห่างจากแหล่งกำเนิดควันไฟ และไม่อยู่ในทิศทางที่ดูดควันกลับเข้ามาในอาคารได้ ตำแหน่งติดตั้งพัดลมและจุดที่นำอากาศเข้าอาคารควรอยู่ให้ห่างจากช่องระบายอากาศทั่วไปที่ทิ้งออกจากอาคารมากที่สุด ได้แก่ ช่องระบายควันไฟของระบบระบายควันไฟ พัดลมระบายควันไฟและพัดลมระบายความร้อน ช่องเปิดของปล่องลิฟต์ และช่องเปิดอาคารที่มีโอกาสปล่อยควันไฟออกมาระหว่างเกิดไฟไหม้ ในส่วนของห้องเครื่องระบบพัดลมอัดอากาศ ต้องมีไฟฟ้าแสงสว่างที่เพียงพอและมีไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินด้วยแบตเตอรี่ ที่มีความสว่างเฉลี่ยที่ผิวพื้นไม่น้อยกว่า 10 lx และมีระยะเวลาส่องสว่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 2 hr. เมื่อไฟฟ้าหลักดับ และกรณีห้องเครื่องพัดลมอยู่ภายในอาคาร ต้องปิดล้อมห้องเครื่องพัดลมด้วยผนังที่ทนไฟไม่น้อยกว่า 2 hr.

2.1.17 ข้อกำหนดทั่วไปของท่อลมสำหรับระบบอัดอากาศ มีดังนี้

2.1.17.1 ความเร็วของอากาศภายในช่องท่อหรือท่อลมสำหรับระบบอัดอากาศจะต้องไม่เกิน 12.5 m/s

2.1.17.2 ความเร็วของอากาศที่จ่ายออกจากช่องท่อหรือท่อลมสำหรับระบบอัดอากาศ ต้องไม่เกิน 7.5 m/s

2.1.17.3 ความเร็วของลมที่ผ่านออกทางประตูหนีไฟชั้นที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ขณะที่ประตูเปิด ต้องไม่น้อยกว่า 0.8 m/s เพื่อป้องกันควันย้อนกลับ แต่ความเร็วของลมไม่ควรเกิน 2 m/s เพื่อไม่ให้เป็นการเติมออกซิเจนเข้าในอาคารมากเกินไป

2.1.17.4 ต้องไม่มีระบบอื่นภายในช่องท่อลมสำหรับอัดอากาศของบันไดหนีไฟ ที่รบกวนการทำงานของระบบอัดอากาศ

2.1.17.5 ช่องจ่ายลมเข้าสู่บันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง จากช่องท่อหรือท่อลมสำหรับระบบอัดอากาศต้องไม่มีการติดตั้งลิ้นกันไฟ หรือลิ้นกันควัน

2.1.17.6 ปากทางด้านดูดอากาศเข้า ต้องติดตั้งตะแกรงป้องกัน (Inlet Screen) ที่มีขนาดเหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายกับผู้ใช้งานและป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าในระบบอัดอากาศ

ท่อลมจะมีการติดตั้งใน 2 ลักษณะ ซึ่งต้องคุณลักษณะตามที่ต้องการ คือ ช่องเปิดหรือท่อลมสำหรับระบบอัดอากาศเข้าสู่บันไดหนีไฟที่ติดตั้งภายนอกบันไดหนีไฟต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหรือวัสดุอื่นที่มีอัตราการทนไฟได้ ไม่น้อยกว่า 2 hr. ผิวด้านในท่อต้องเรียบอย่างน้อยสามด้าน และท่อลมติดตั้งภายในอาคาร วัสดุทำท่อลมรวมถึงอุปกรณ์ประกอบ ต้องมีอัตราการทนไฟ ไม่น้อย

กว่า 2 hr. หรือติดตั้งซ่อนในช่องเปิดที่ทนไฟได้อย่างน้อย 2 hr. หรือใช้ช่องเปิดที่ทนไฟ อย่างน้อย 2 hr. เป็นท่อลม

2.1.18 ข้อกำหนดในการติดตั้งท่อลม ต้องเป็นไปตามมาตรฐานท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ ของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย หรือมาตรฐาน SMACNA Second Edition-1995 ช่องดูดลมภายนอกสำหรับระบบอัดอากาศทุกชนิด ต้องห่างจากตำแหน่งระบายควันออกอย่างน้อย 15 m หรือช่องดูดลมต้องมีระดับต่ำกว่าตำแหน่งท่อระบายควัน ไม่น้อยกว่า 3 m และปลายท่อต้องหันไปคนละด้าน และต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควันบริเวณทางดูดของพัดลม เพื่อหยุดการทำงานของพัดลม และป้องกันการดูดควันเข้ามาในบันไดหนีไฟ

2.1.19 ข้อกำหนดของลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ที่ต้องติดตั้งสำหรับช่องเปิดที่ผ่านผนังทนไฟ เช่น ช่องเปิดระบายแรงดันของระบบอัดอากาศที่มีการระบายแรงดันเข้าภายในอาคาร ต้องติดตั้ง ลิ้นกันไฟที่ช่องเปิดนั้นด้วย เพื่อป้องกันไฟลามเข้าในบันไดหนีไฟหรือในโถงลิฟต์ดับเพลิงในชั้น ที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งลิ้นกันไฟต้องผ่านการทดสอบจากหน่วยงานหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ และต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่าอัตราการทนไฟของพื้นผนังที่ลิ้นกันไฟติดตั้งอยู่ ซึ่งลิ้นกันไฟทั่วไปที่ติดตั้งในช่องเปิดระบายแรงดัน ต้องทำงานแบบใช้แรงจากสปริง (spring loaded) โดยผลของการหลอมละลายของฟิวส์ โดยฟิวส์ที่ใช้ควบคุมลิ้นกันไฟ ควรมีจุดหลอมเหลวที่ อุณหภูมิประมาณ 74°C สำหรับท่อลมอัดอากาศบันไดหนีไฟและปล่องลิฟต์หรือโถงลิฟต์ ไม่ต้องติดตั้งชุดลิ้นกันไฟหรือควันลาม ลิ้นกันไฟที่ไม่ได้ติดตั้งในท่อต้องไม่ให้ใกล้วัสดุที่ติดไฟง่าย หรือต้องป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากลิ้นกันไฟ โดยคุณลักษณะที่ต้องการ และการติดตั้งลิ้นกันไฟ ลิ้นกันควัน และลิ้นกันไฟและกันควันสำหรับช่องเปิดให้เป็นไปตาม มอก. 2541 เล่ม 2

2.1.20 ระบบควบคุมต่าง ๆ และอุปกรณ์ประกอบต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดัน ในบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง เพื่อควบคุมความดันแตกต่างระหว่างภายในบันไดหนีไฟหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงกับภายในอาคารต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดเพื่อป้องกันควันไฟ ขณะเดียวกันต้องควบคุมไม่ให้ความดันสูงเกินค่าที่กำหนดด้วย เพื่อไม่ให้แรงในการผลักเปิดประตูสูงเกินกว่า 133 Nซึ่งคุณลักษณะที่ต้องการของระบบควบคุมต่าง ๆ และอุปกรณ์ จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้การรับรองจากหน่วยงานหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยที่ระบบอัดอากาศจะต้องสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติเมื่อได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ ระบบควบคุมระบบอัดอากาศ ต้องรับสัญญาณเพื่อเริ่มขั้นตอนสั่งการทำงานภายใน 10 s นับหลังจากรับสัญญาณจากระบบตรวจจับอัตโนมัติ หรือระบบสั่งการด้วยมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบอัดอากาศ ต้องทำงานตามขั้นตอน เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อพัดลม แผ่นปรับลม ท่อลม อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ และทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ พัดลมต้องทำงาน

ภายในเวลาไม่เกิน 60 s หลังจากรับคำสั่งจากตู้ควบคุมระบบควบคุมควันไฟ ซึ่งจะต้องมีแผงควบคุมการทำงานของระบบสั่งการด้วยมือติดตั้งในห้องควบคุมสั่งการดับเพลิงของอาคาร โดยที่ระบบอัดอากาศแต่ละชุด ต้องมีระบบควบคุมไฟแสดงสถานะการทำงาน ไฟแสดงสถานะการทำงานผิดปกติแยกจากกัน การแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ สถานะการทำงาน (เปิด) เมื่อพัดลมทำงานต้องมาจากการตรวจวัดการไหลของลม การแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ สถานะตำแหน่งเปิดปิดของแผ่นปรับลม ต้องแสดงสถานะตำแหน่งเมื่อเปิดเต็มที่ และปิดเต็มที่ เมื่อมีการควบคุมจากแผงควบคุมสั่งการด้วยมือ และต้องมีปุ่มทดสอบหลอดไฟ (Lamp Test) บนแผงควบคุม ซึ่งต้องมีแผนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ในระบบและหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นติดตั้งภายในห้องศูนย์สั่งการเหตุฉุกเฉินของอาคาร และระบบควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์และสายควบคุม ต้องทนไฟได้อย่างน้อย 1.5 h และต้องใช้ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ที่ติดตั้งอยู่นอกส่วนที่มีการปิดล้อมทนไฟ หรือมีโอกาสถูกเพลิงไหม้ต้องเป็นแบบทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1.5 h สายไฟฟ้าที่ไม่ได้ติดตั้งในช่องเปิดที่กันไฟได้ ต้องเป็นแบบทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1.5 h และต้องใช้ชนิดกันน้ำได้ และจำเป็นจะต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินของอาคารที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ภายในเวลาไม่เกิน 10 s หลังจากไฟฟ้าหลักของอาคารดับ

2.1.21 การติดตั้งระบบควบคุมและระบบสั่งการทำงานในระบบควบคุมความดันในบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง และระบบที่ไม่มีอุปกรณ์ช่วยเป็นระบบที่อากาศถูกอัดเข้ามาในช่องบันไดหนีไฟด้วยพัดลมอัดอากาศที่ความเร็วรอบคงที่ทำให้ความดันในช่องบันไดหนีไฟอยู่ที่ค่า ๆ หนึ่ง เมื่อประตูปิดอยู่ทั้งหมด และเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ตามจำนวนประตูที่เปิดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการออกแบบต้องคำนึงถึงการรักษาความดันในช่องบันไดหนีไฟไว้ให้ได้ เมื่อมีจำนวนประตูที่เปิดออกมากสุดตามการออกแบบซึ่งทางปฏิบัติค่อนข้างยาก วิธีที่อาจทำได้ คือ ต้องกำหนดประตูที่อนุญาตให้เปิดค้างได้ไม่เกิน 1 ประตู หรือ 2 ประตู หากเกิน 2 ประตู ควรใช้ระบบที่มีอุปกรณ์ช่วยซึ่งเป็นระบบที่รักษาความดันภายในช่องบันไดให้คงที่ได้ แม้ประตูปิดทุกบาน หรือเมื่อมีการเปิดประตูโดยเปลี่ยนแปลงจำนวนประตูที่เปิดออก หลักการคือ ระบายอากาศส่วนเกินออกจากช่องบันไดหนีไฟโดยอัตโนมัติหรือการปรับปริมาณลม อัดเข้าบันไดหนีไฟ การควบคุมความดันในช่องบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิงทำได้ตามวิธีการ ดังนี้

2.1.21.1 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมโดยใช้น้ำหนักถ่วง (Barometric Damper) เพื่อควบคุมความดันแตกต่างระหว่างในช่องบันไดหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงกับในอาคารไม่ให้เกินค่าที่ระบุ

2.1.21.2 การติดตั้งชุดแผ่นปรับลมระบายความดัน (Relief Damper) แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเปิด-ปิด-หรี่ โดยใช้สัญญาณจากอุปกรณ์รับสัญญาณความดันแตกต่าง (Differential Pressure Sensor) ระหว่างในช่องบันไดหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงกับในอาคารแล้วนำมาสั่งควบคุมชุดแผ่นปรับลม

เพื่อควบคุมความดันแตกต่างระหว่างในช่องบันได หรือโถงลิฟต์ดับเพลิงกับในอาคารไม่ให้เกินค่าที่ระบุ การติดตั้งชุดแผ่นลมเลี่ยง (Bypass Damper) ที่ท่อประธานของท่อลมอัดอากาศ แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เปิด-ปิด-หรี่ โดยใช้สัญญาณจากอุปกรณ์รับสัญญาณความดันแตกต่าง แล้วนำมาควบคุมชุดแผ่นปรับลม เพื่อควบคุมความดันแตกต่างระหว่างในช่องบันไดหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงกับในอาคารไม่ให้เกินค่าที่ระบุ

2.1.21.3 การติดตั้งชุดปรับรอบการทำงานของพัดลมอัตโนมัติโดยอาศัยอินเวอร์เตอร์หรืออุปกรณ์ปรับรอบโดยอัตโนมัติอื่น โดยใช้สัญญาณจากอุปกรณ์รับสัญญาณความดันแตกต่าง แล้วนำมาควบคุมชุดปรับความเร็วรอบพัดลม เพื่อควบคุมความดันแตกต่างระหว่างในช่องบันไดหรือโถงลิฟต์ดับเพลิงกับในอาคารไม่ให้เกินค่าที่ระบุ

2.1.22 ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับโถงลิฟต์ดับเพลิง ประตูโถงลิฟต์ดับเพลิงอาจเปิดได้ 2 ลักษณะ เพื่อให้พนักงานดับเพลิงที่อยู่ภายในโถงลิฟต์ควบคุมได้ง่าย คือ เปิดตรงข้ามกับบันไดหนีไฟหรือผลักออกจากโถงลิฟต์ และเปิดเหมือนบันไดหนีไฟหรือผลักเข้าในโถงลิฟต์ดับเพลิง (พนักงานดับเพลิงดึงเข้าหาตัว) การควบคุมความดันโถงลิฟต์ดับเพลิง ที่ประตูเปิดผลักออกจากโถงลิฟต์เข้าไปในอาคาร อาจยอมให้ความดันแตกต่างสูงกว่าค่าที่ระบุได้ ตามตารางที่ 2.1 โดยที่โถงลิฟต์ดับเพลิง ที่การเปิดปิดประตูเป็นลักษณะเมื่อพนักงานดับเพลิงอยู่ภายในโถงลิฟต์ใช้ดึงเข้าหาตัว ต้องควบคุมความดันแตกต่างให้ไม่ต่ำกว่า 38 Pa แต่ต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 1 โดยใช้ชุดแผ่นปรับลม ที่ใช้น้ำหนักถ่วง หรือใช้มอเตอร์ขับควบคุมด้วยสัญญาณความดันแตกต่างที่มีขนาดเหมาะสม เพื่อไม่ให้ใช้แรงในการเปิดประตูไม่เกินกว่า 133 N ถ้าระบายเข้าสู่อาคารต้องมีลิ้นกันไฟ

2.1.23 ระบบสั่งการทำงานของระบบอัดอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ระบบทำงานอัตโนมัติ (Automatic Activation) สัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติในโซนใด ๆ ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องสั่งให้ระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟทำงานทันทีโดยไม่ผ่านการหน่วงเวลา ยกเว้นกรณีที่ได้ออกแบบและกำหนดให้พัดลมของระบบอัดอากาศชุดใดทำงานก่อนหลัง และระบบทำงานด้วยมือ (Manual Activation) การสั่งการและการยกเลิกการทำงานของระบบอัดอากาศให้ติดตั้งที่แผงควบคุมสั่งการด้วยมือในศูนย์ควบคุมส่วนกลางของอาคารหรือศูนย์สั่งการเหตุฉุกเฉินของอาคาร ซึ่งกำหนดให้มีสวิตช์ที่แผงควบคุมสั่งการพิเศษด้วยมือ (Manual Override) ที่สั่งให้ระบบอัดอากาศทำงานขึ้นมาใหม่หลังจากที่ระบบการสั่งการหยุดทำงาน และต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับควัน(Duct Smoke Detector) ที่ท่อลมในตำแหน่งด้านดูดของพัดลมที่อัดเข้าในบันไดหนีไฟ ในกรณีที่มีควันเข้ามาในระบบอัดอากาศ พัดลมต้องหยุดทำงานอัตโนมัติ เพื่อป้องกันควันไฟไหลเข้าสู่ภายในบันไดหนีไฟหรือในโถงลิฟต์ดับเพลิง ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้อาคารและทีมผจญเพลิง

2.4 การตรวจสอบ และทดสอบระบบอัดอากาศ

ผู้รับผิดชอบระบบอัดอากาศของอาคาร ต้องดำเนินการตรวจสอบ ทดสอบการทำงานของระบบอัดอากาศ และบันทึกข้อมูลเพื่อการบำรุงรักษาให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ทำและผู้ติดตั้งระบบ โดยมีการตรวจสอบ และทดสอบที่สำคัญ ดังนี้

2.4.1 การตรวจสอบส่วนประกอบอาคารเบื้องต้น (Preliminary Building Inspection) จะต้องตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของการติดตั้ง ก่อนทดสอบระบบเพื่อตรวจรับรองและเปิดใช้งานระบบอัดอากาศ และต้องตรวจสอบสภาพความมั่นคงแข็งแรงของส่วนประกอบทางวิศวกรรมและทางสถาปัตยกรรมของระบบอัดอากาศ ได้แก่ ปล่องจ่ายอากาศ ช่องเปิดทะลุต่าง ๆ ประตูและอุปกรณ์ดึงประตูปิดกลับด้วยตัวเอง ช่องกระจก และฝ้าเพดานและฉากกั้นที่เป็นส่วนของระบบอัดอากาศ

2.4.2 การทดสอบการทำงานของระบบ (Operation Test) ต้องทดสอบการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ และระบบต่าง ๆ ในระบบอัดอากาศดังต่อไปนี้ให้แล้วเสร็จก่อนทำการทดสอบเพื่อตรวจรับรองระบบอัดอากาศ ได้แก่ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบการจัดการพลังงานของอาคาร ระบบการจัดการและควบคุมอาคาร อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบไฟฟ้าหลัก ระบบไฟฟ้าสำรอง ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบคุมการเปิดปิดประตูและช่องเปิดอัตโนมัติ ระบบอัดอากาศสำหรับการใช้ควบคุมควันไฟโดยเฉพาะ ระบบระบายอากาศที่อาจใช้ควบคุมควันไฟได้ (Nondedicated Smoke-Control System) และระบบการทำงานของลิฟต์ในสภาวะฉุกเฉิน ซึ่งการทดสอบอย่างน้อยจะต้องดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ทดสอบการทำงานของระบบสั่งการทำงานที่ตู้ควบคุมที่อยู่ในห้องเครื่องหรือบริเวณติดตั้งพัดลม

2.4.2.2 ทดสอบการทำงานของระบบสั่งการทำงานที่แผงควบคุมสั่งการด้วยมือที่อยู่ในศูนย์สั่งการเหตุฉุกเฉินของอาคาร

2.4.2.3 ทดสอบการทำงานอัตโนมัติร่วมกับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของอาคาร

2.4.2.4 บันทึกผลการตรวจสอบและการทดสอบ

2.4.3 การตรวจสอบ และทดสอบระบบอัดอากาศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟต้องเป็นระบบที่ทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้โดยต้องมีระบบควบคุมความดันภายในช่องบันไดหนีไฟ เพื่อควบคุมไม่ให้ความดันแตกต่างระหว่างภายในช่องบันไดหนีไฟกับภายในอาคารที่ประตูมากจนผลักประตูให้เปิดไม่ได้ด้วยแรงคนเดียว หรือมีความดันแตกต่างไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 2.1 และระบบอัดอากาศภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงต้องเป็นระบบที่ทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้ โดยต้องควบคุมค่าความดันแตกต่างของอากาศภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงกับความดันอากาศของพื้นที่เกิดควันภายในอาคารในระดับเดียวกัน

ให้เป็นไปตามข้อแนะนำตามมาตรฐานที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งผู้ตรวจสอบต้องยืนยันได้ว่าระบบที่ติดตั้งเป็นไปตามวัตถุประสงค์จำเพาะของการออกแบบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานได้โดยสมบูรณ์ มีการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบอย่างเหมาะสม และดำเนินการตามลำดับขั้นตอนการทดสอบเพื่อตรวจรับรอง สำหรับการทดสอบเพื่อตรวจรับรองนั้นต้องแสดงให้เห็นว่าการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ทำงานถูกต้องตรงตามสัญญาณที่ได้ในแต่ละลำดับที่กำหนดไว้ ในกรณีที่ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้สั่งการให้ระบบอัดอากาศทำงานโดยอัตโนมัติ สัญญาณสั่งการที่ส่งมาจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องทำให้ระบบควบคุมควันไฟทั้งหมดทำงานโดยสมบูรณ์ และในกรณีที่อาคารมีระบบไฟฟ้าสำรองสำหรับระบบอัดอากาศ ต้องทดสอบการทำงานของระบบอัดอากาศขณะรับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งปกติ และทดสอบโดยรับพลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองด้วย ส่วนกรณีที่ทดสอบการทำงานภายใต้แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองให้ตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าหลักที่แผงไฟฟ้าหลักของอาคารเพื่อจำลองสภาวะขณะไฟฟ้าดับ โดยมีลำดับขั้นตรวจสอบ และทดสอบตามลำดับขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.4.3.1 ตรวจทิศทางการเคลื่อนที่ของลม วัดความเร็วลมและอุณหภูมิภายนอกอาคาร หลังจากนั้นเริ่มต้นการทดสอบในสภาวะปกติ สภาพอุปกรณ์พร้อมทำงาน

2.4.3.2 ทดสอบการทำงานโดยอัตโนมัติของระบบอัดอากาศเมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้สั่งการ

2.4.3.3 ทดสอบการทำงานของระบบอัดอากาศเมื่อได้รับการควบคุมด้วยมือจากเจ้าหน้าที่ภายใต้สภาวะปกติพร้อมทำงาน และภายใต้สภาวะการทำงานโดยอัตโนมัติ

2.4.3.4 ทดสอบการหยุดทำงานของระบบอัดอากาศโดยอัตโนมัติเมื่อมีควันเข้าในท่อลมด้านดูดอากาศและทดสอบการกลับทำงานอีกครั้ง

2.4.4 การตรวจสอบและทดสอบระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ (Stairwell Pressurization System Test) ให้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.4.4.1 การตรวจสอบและทดสอบเริ่มต้นในสภาวะปกติ สภาพอุปกรณ์พร้อมทำงาน

2.4.4.2 ตรวจสอบและปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของอาคารเข้าสู่สภาวะปกติ ซึ่งรวมถึงระบบอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมควันไฟ เช่น ระบบระบายควันไฟจากเตาประกอบอาหาร ระบบระบายอากาศจากห้องสุขา ช่องระบายอากาศภายในปล่องลิฟต์ พัดลมระบายอากาศภายในห้องเครื่องลิฟต์ และระบบอื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน

2.4.4.3 ตรวจสอบสภาพของพัดลมขณะไม่ทำงาน

2.4.4.4 ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับพัดลมว่าเป็นระบบไฟฟ้าที่มาจากระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเมื่อตัดไฟฟ้าหลักของอาคาร พัดลมต้องทำงานได้

2.4.4.5 ตรวจสอบระบบสายไฟฟ้าที่ใช้งานต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1.5 hr

2.4.4.6 ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อกับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทดสอบการทำงานของพัดลมโดยกระตุ้นให้ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน หรือทำให้เกิดควันที่ชั้นใดชั้นหนึ่ง

2.4.4.7 ตรวจสอบการถ่วงสมดุลขณะที่พัดลมทำงาน และทิศทางการหมุนของพัดลม

2.4.4.8 วัดความเร็วรอบของพัดลม

2.4.5 การทดสอบการทำงานของระบบอัดอากาศ ให้ทดสอบ 2 ขั้นตอน คือ เมื่อปิดประตูหนีไฟทุกบาน และเมื่อเปิดประตูหนีไฟตามจำนวนที่ออกแบบไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.4.5.1 การทำงานโดยอัตโนมัติจากสภาวะปกติ ให้ผู้ทดสอบกระตุ้นการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร โดยการปล่อยควันเข้าที่อุปกรณ์ตรวจจับควัน เมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ส่งสัญญาณให้ระบบพัดลมอัดอากาศทำงาน ระบบพัดลมอัดอากาศทั้งหมดต้องทำงานโดยอัตโนมัติ และต้องหยุดทำงานด้วยการสั่งการด้วยมือเท่านั้น

2.4.5.2 การหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อตรวจพบควันไฟขณะที่พัดลมอัดอากาศทำงาน ให้ทดสอบระบบการหยุดทำงานอัตโนมัติเมื่อตรวจพบควันไฟ โดยการใช้ควันทดสอบกับอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟทางด้านดูดของพัดลมอัดอากาศทีละชุด พัดลมชุดที่ทดสอบต้องหยุดทำงานทันที ทั้งนี้ พัดลมชุดอื่นต้องทำงานเป็นปกติ (กรณีระบบอัดอากาศมีพัดลมหลายชุด) และเมื่อควันทดสอบเจือจางลงพัดลมชุดนั้นต้องเริ่มกลับมาทำงานได้เองอีกครั้ง โดยต้องทดสอบระบบหยุดการทำงานประจำพัดลมให้ครบทุกชุดที่ติดตั้งในอาคาร

2.4.5.3 การสั่งการด้วยมือปรับระบบทั้งหมดให้เข้าสู่สภาวะปกติ และให้ทดสอบ การสั่งการด้วยมือจากเจ้าหน้าที่ผ่านทางแผงควบคุมที่ติดตั้งภายในห้องควบคุม และบริเวณ ห้องเครื่องพัดลม ระบบพัดลมต้องทำงาน และหยุดทำงาน ถูกต้องทุกชุด

2.4.5.4 การสั่งการด้วยมือขณะระบบพัดลมอัดอากาศทำงานโดยอัตโนมัติปรับระบบเข้าสู่สภาวะปกติ และให้ผู้ทดสอบกระตุ้นการทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อให้ระบบ พัดลมอัดอากาศทำงานโดยคำสั่งจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ หลังจากระบบพัดลมอัดอากาศทำงาน ให้ทดสอบการสั่งการหยุดทำงานด้วยมือจากเจ้าหน้าที่ผ่านทางแผงควบคุมที่ติดตั้งภายในห้องควบคุม และบริเวณห้องเครื่องพัดลม ระบบพัดลมต้องหยุดทำงาน หลังจากนั้นให้สั่งเริ่มการทำงานด้วยมือระบบพัดลมต้องทำงาน

2.4.5.5 เมื่อทดสอบเรียบร้อยแล้ว ให้ปรับระบบเข้าสู่สภาวะปกติ

2.4.6 การทดสอบความดันและความเร็วลม ในสภาวะปกติให้ผู้ทดสอบกระตุ้นการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร โดยการปล่อยควันเข้าที่อุปกรณ์ตรวจจับควัน เมื่อระบบพัดลมอัดอากาศทำงานสมบูรณ์แล้วให้ทดสอบ ดังนี้

2.4.6.1 วัดและบันทึกความดันแตกต่างระหว่างภายในช่องบันไดหนีไฟกับภายในอาคาร ในขณะที่ประตูหนีไฟทุกบานปิดสนิทผ่านทางช่องร้อยสายวัดที่จัดเตรียมไว้หรือผ่านช่องว่างระหว่างบานประตูกับวงกบ โดยต้องแน่ใจว่าสายวัดไม่ถูกบีบจนแรงดันผ่านไม่ได้ วางตำแหน่งปลายสายวัดแรงดันภายในช่องบันไดหนีไฟ และปลายสายวัดด้านนอกช่องบันไดหนีไฟ ให้อยู่ที่ตำแหน่งห่างจากประตูหนีไฟไม่น้อยกว่า 1.5 m

2.4.6.2 เปิดประตูหนีไฟทุกบานที่ออกแบบให้ต้องเปิดสู่ภายนอกอาคารและภายในสภาวะอพยพ โดยใช้อุปกรณ์ค้ำยันบานประตูให้ประตูเปิดสุด

2.4.6.3 ปิดระบบปรับอากาศของอาคาร ยกเว้นกรณีที่ระบบปรับอากาศนั้นออกแบบให้ทำงานขณะระบบควบคุมควันไฟทำงาน

2.4.6.4 วัดและบันทึกความดันแตกต่างระหว่างภายในกับภายนอกช่องบันไดหนีไฟ ที่ประตูหนีไฟทุกบานที่ปิดอยู่ โดยชั้นที่ติดกับชั้นประตูเปิด ต้องไม่น้อยกว่า 12.5 Pa ส่วนชั้นอื่น ๆ ต้องไม่น้อยกว่า 38 Pa

2.4.6.5 ความดันแตกต่างระหว่างภายในกับภายนอกช่องบันไดหนีไฟที่วัดได้ ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2.1 หรือไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในเอกสารการออกแบบ กรณีที่ความดันแตกต่างระหว่างภายในช่องบันไดหนีไฟกับภายในอาคารมากกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 2.1 ต้องตรวจสอบหรือปรับแต่งชุดแผ่นปรับลมทางกลหรือชุดแผ่นปรับลมระบายความดันที่ปลายท่อลมหรือเปลี่ยนขนาดของรอก และสายพานเพื่อลดรอบพัดลมจนได้ความดันที่เหมาะสม

2.4.6.6 วัดและบันทึกความเร็วลมผ่านประตูหนีไฟทุกบานที่ออกแบบให้ต้องเปิดสู่ภายในอาคารในสภาวะอพยพ โดยความเร็วลมเฉลี่ยที่ช่องประตู ควรอยู่ในช่วง 0.8 m/s ถึง 2.0 m/s

2.4.6.7 ปรับระบบทั้งหมดเข้าสู่สภาวะปกติ

2.4.7 การทดสอบแรงผลักประตู จากสภาวะปกติให้ผู้ทดสอบกระตุ้นการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร โดยการปล่อยควันเข้าที่อุปกรณ์ตรวจจับควัน เมื่อระบบพัดลมอัดอากาศทำงานสมบูรณ์แล้วให้ทดสอบ ดังนี้

2.4.7.1 ขณะประตูหนีไฟทุกบานปิดสนิท ให้ผลักประตูหนีไฟแต่ละบานที่ปิดอยู่ให้เปิดจนสุด โดยให้แรงกระทำที่ตำแหน่งห่างจากขอบประตูด้านตรงข้ามกับบานพับ 7.5 cm วัด และบันทึกแรงกระทำเพื่อผลักประตูทุกบานด้วยมาตรแบบสปริงในขณะระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟทำงาน

2.4.7.2 แรงกระทำเพื่อปลดสลักประตูหนีไฟต้องไม่เกิน 67 N และแรงผลักเพื่อ เปิดประตูจนสุดต้องไม่เกิน 133 N

2.4.7.3 เปิดประตูหนีไฟทุกบานที่ออกแบบให้ต้องเปิดสู่ภายนอกและภายในอาคารขณะอพยพ โดยใช้อุปกรณ์ค้ำยันบานประตูให้ประตูเปิดสุด ให้ผลักประตูหนีไฟแต่ละบานที่ปิดอยู่ให้เปิดจนสุด โดยให้แรงกระทำที่ตำแหน่งห่างจากขอบประตูด้านตรงข้ามกับบานพับ 7.5 cm วัดและบันทึกแรงกระทำเพื่อผลักประตูทุกบานด้วยมาตรแบบสปริงในขณะระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟทำงาน

2.4.7.8 แรงกระทำเพื่อปลดสลักประตูหนีไฟต้องไม่เกิน 67 N และแรงผลักเพื่อ เปิดประตูจนสุดต้องไม่เกิน 133 N

2.4.8 การตรวจสอบ และทดสอบระบบอัดอากาศสำหรับโถงลิฟต์ดับเพลิง (Firefighting Lift-lobby Pressurization System Test) การทดสอบระบบอัดอากาศภายในโถงลิฟต์ดับเพลิง ต้องสอดคล้องกับที่ออกแบบไว้แบบใดแบบหนึ่ง ได้แก่ ประตูผลักเข้าในโถงลิฟต์ดับเพลิง (เหมือนบันไดหนีไฟ) และประตูผลักออกจากโถงลิฟต์ดับเพลิง (ตรงข้ามกับบันไดหนีไฟ) การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

2.4.8.1 กรณีประตูผลักเข้าในโถงลิฟต์ดับเพลิง (เหมือนบันไดหนีไฟ) มีรายละเอียด ดังนี้

2.4.8.1.1 ตรวจสอบค่าและบันทึกสภาพทางกายภาพของพัดลมอัดอากาศและอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับตรวจสอบการเปิดและปิดประตูโถงลิฟต์ทุกชั้นขณะที่ระบบอัดอากาศยังไม่ทำงาน อุปกรณ์ดึงประตูปิดด้วยตัวเองทำงานได้โดยประตูต้องไม่เปิดค้าง วัดแรง ที่ใช้เปิดประตูต้องไม่เกิน 67 N ควรปรับแต่งอุปกรณ์ดึงประตูปิดด้วยตัวเองให้ใช้แรงใกล้เคียงกัน ตรวจสอบการติดขัดของสลักยึดบานผลักประตู และตรวจสอบว่าบุคคลอยู่ภายในอาคารสามารถผลักประตูโถงลิฟต์ให้เปิด เพื่อเข้าไปในโถงลิฟต์ได้

2.4.8.1.2 ทดสอบการทำงานอัตโนมัติของพัดลมอัดอากาศกระตุ้นการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร โดยปล่อยควันเข้าที่อุปกรณ์ตรวจจับควัน แล้วตรวจสอบพร้อมบันทึกผล การถ่วงสมดุลขณะที่พัดลมทำงาน ทิศทางการหมุนของพัดลม และวัดความเร็วรอบของพัดลม

2.4.8.1.3 ปล่อยให้พัดลมทำงานต่อไปโดยปิดประตูโถงลิฟต์หมดทุกบาน วัดลมที่ไหลผ่านประตู ซึ่งเกิดจากประตูเผยอ เนื่องจากความดันที่มาก วัดความดันแตกต่างระหว่างภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงกับภายในอาคารทุกชั้น ซึ่งไม่ควรเกิน 90 Pa หรือไม่มากกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 2.1 และวัดแรงที่ใช้ในการผลักประตูโถงลิฟต์ ซึ่งต้องไม่เกิน 133 N และกรณีที่ความดันแตกต่างระหว่างภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงกับภายในอาคารมากกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ต้องตรวจสอบ หรือ

ปรับแต่งชุดแผ่นปรับลมทางกล หรือ แผ่นปรับลมระบายความดันที่ปลายท่อลม หรือเปลี่ยนขนาดของรอกและสายพานเพื่อลดรอบพัดลมจนได้ความดันที่เหมาะสม

2.4.8.1.4 เปิดประตูโถงลิฟต์ทุกบานที่ออกแบบให้ต้องเปิดค้างไว้โดยใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วย เพื่อจำลองสถานการณ์ชั้นที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ หรือชั้นที่จะเข้าระงับเหตุ โดยให้วัดค่า ความดันแตกต่างระหว่างภายในโถงลิฟต์กับภายในอาคาร ทุกชั้นที่ประตูโถงลิฟต์ปิด ซึ่งต้อง ไม่น้อยกว่า 38 Pa และวัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ช่องประตูโถงลิฟต์ที่เปิดค้างไว้ ควรอยู่ในช่วง 0.8 m/s ถึง 2.0 m/s กรณีความเร็วลมเฉลี่ยต่างจากที่กำหนด ให้ปรับแต่งชุดแผ่นปรับลมที่หัวจ่ายลมภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงตามความเหมาะสม

2.4.8.1.5 ตรวจสอบช่องระบายของชุดแผ่นปรับลมทั้งหมด โดยเมื่อความดันลดลง ชุดแผ่นปรับลมที่ปลายท่อต้องปิดสนิท

2.4.8.1.6 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งที่ทางดูดของพัดลม โดยใช้ควันพ่นที่ทางดูดของพัดลม พัดลมต้องหยุดทำงาน และต้องทำงานเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีควัน

2.4.8.1.7 ปรับระบบทั้งหมดเข้าสู่สภาวะปกติ

2.4.8.2 กรณีประตูผลักออกจากโถงลิฟต์ดับเพลิง (ตรงข้ามกับบันไดหนีไฟ) มีรายละเอียด ดังนี้

2.4.8.2.1 ตรวจสอบค่าและบันทึกสภาพทางกายภาพของพัดลมอัดอากาศและอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับตรวจสอบการเปิดและปิดประตูโถงลิฟต์ทุกชั้นขณะที่ระบบอัดอากาศยังไม่ทำงาน อุปกรณ์ดึงประตูปิดด้วยตัวเองทำงานได้โดยประตูต้องไม่เปิดค้าง วัดแรง ที่ใช้เปิดประตู ซึ่งต้องไม่เกิน 67 N ควรปรับแต่งอุปกรณ์ดึงประตูปิดด้วยตัวเองให้ใช้แรงใกล้เคียงกัน ตรวจสอบการติดขัดของสลักยึดบานผลักประตู และตรวจสอบว่าบุคคลอยู่ภายในอาคาร สามารถดึงประตูโถงลิฟต์ให้เปิดเพื่อเข้าไปโถงลิฟต์ได้

2.4.8.2.2 ทดสอบการทำงานอัตโนมัติของพัดลมอัดอากาศกระตุ้นการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร โดยปล่อยควัน เข้าที่อุปกรณ์ตรวจจับควัน แล้วตรวจสอบพร้อมบันทึกผล การถ่วงสมดุลขณะที่พัดลมทำงานทิศทางการหมุนของพัดลม และวัดความเร็วรอบของพัดลม

2.4.8.2.3 ปล่อยให้พัดลมทำงานต่อไปโดยปิดประตูหมดทุกบาน วัดลมที่ไหลผ่านประตูซึ่งเกิดจากประตูเผยอ เนื่องจากความดันมาก วัดความดันแตกต่างระหว่างภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงและในอาคารทุกชั้น ซึ่งไม่ควรเกิน 250 Pa ถ้าเกิน ต้องตรวจสอบ หรือปรับแต่งชุดแผ่นปรับลมทางกล หรือชุดแผ่นปรับลมระบายความดันที่ปลายท่อลม หรือเปลี่ยนขนาดของรอกและสายพานเพื่อลดรอบพัดลมจนได้ความดันที่เหมาะสม

2.4.8.2.4 เปิดประตูโถงลิฟต์ทุกบานที่ออกแบบให้ต้องเปิดค้างไว้อย่างน้อย 3 ชั้น คือ ชั้นบนสุดที่เปิดออกหลังคาชั้นล่างสุดที่เปิดออกภายนอกอาคาร และที่โถงชั้นกลางเปิดเข้าสู่ภายในอาคารโดยใช้อุปกรณ์ค้ำยันช่วย และให้ดำเนินการวัดความดันแตกต่างระหว่างภายในโถงลิฟต์กับภายในอาคาร ทุกชั้นที่ประตูโถงลิฟต์ปิด ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 38 Pa และวัดความเร็วลมเฉลี่ยที่ช่องประตูโถงลิฟต์ที่เปิดค้างไว้ ควรอยู่ในช่วง 0.8 m/s ถึง 2.0 m/s กรณีความเร็วลมเฉลี่ยต่างจาก ที่กำหนดให้ปรับแต่งชุดแผ่นปรับลมที่หัวจ่ายลมภายในโถงลิฟต์ดับเพลิงตามความเหมาะสม

2.4.8.2.5 ตรวจสอบช่องทำงานของชุดแผ่นปรับลมทั้งหมด โดยเมื่อความดันลดลง ชุดแผ่นปรับลมที่ปลายท่อต้องปิดสนิท

2.4.8.2.6 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งที่ทางดูดของพัดลม โดยใช้ควันพ่นที่ทางดูดของพัดลม พัดลมต้องหยุดทำงาน และต้องทำงานเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีควัน

2.4.8.2.7 ปรับระบบทั้งหมดเข้าสู่สภาวะปกติ

2.4.9 การทดสอบตามคาบ (Periodic Testing)

ผู้รับผิดชอบหรือเจ้าของอาคารต้องจัดให้มีการทดสอบระบบอัดอากาศเพื่อยืนยัน ว่าระบบที่ติดตั้งแล้วนั้นอยู่ในสภาพสมบูรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีข้อกำหนด ดังนี้

2.4.9.1 ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง ต้องได้รับการตรวจสอบโดยผู้ทดสอบที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องการทำงาน การทดสอบ และการบำรุงรักษาระบบควบคุมควันไฟ อย่างน้อยทุก 6 เดือน

2.4.9.2 บันทึกผลการทดสอบทั้งหมดเป็นลายลักษณ์อักษร และเก็บรักษาเพื่อให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา

2.4.9.3 ในกรณีที่มีระบบไฟฟ้าสำรองสำหรับระบบควบคุมควันไฟ ต้องทดสอบระบบภายใต้ภาวะการจ่ายไฟฟ้าสำรองด้วย

2.4.9.4 การทดสอบสมรรถนะทั้งระบบให้เป็นไปตามข้อ (3)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาริณี ชมภู (2561) ทำงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้โปรแกรม CONTAM ในการจำลองระบบอัดอากาศและปรับปรุงการออกแบบระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟของอาคารสูง 19 ชั้น โดยโปรแกรม CONTAM เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของควันในช่องบันไดหนีไฟและอัตราการไหลของอากาศที่ต้องจ่ายให้กับระบบอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าอาคารสูง 19 ชั้น ที่ทำการศึกษามีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟไม่เพียงพอที่จะต้านทานการไหลของควันเข้ามาใน

ช่องทางหนีไฟได้หากจะควบคุมควันให้เกิดความปลอดภัยต่อการอพยพหนีไฟด้วยระบบอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟในกรณีที่ประตูบันไดหนีไฟปิด อัตราการไหลของอากาศที่ต้องจ่ายให้กับช่องบันไดหนีไฟ 1 คือ 12,000 l/s ช่องบันไดหนีไฟ 2 คือ 15,000 l/s และปล่องลิฟต์ดับเพลิงคือ 7,200 l/s ในกรณีที่ประตูบันไดหนีไฟเปิดค้างบางประตู จะทำให้ค่าความแตกต่างของความดันลดลง ดังนั้นจะต้องมีการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ต้องจ่ายให้ระบบด้วย

เอก โทณานนท์ (2544) การวิเคราะห์การอัดความดันภายในช่องบันไดหนีไฟของอาคารสูงด้วยคอมพิวเตอร์ ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมความดันภายในช่องบันไดหนีไฟ โดยแสดงผลต่างความดันระหว่างประตูหนีไฟแต่ละชั้น แรงที่จำเป็นต้องใช้ในการเปิดประตูหนีไฟ และปริมาณอากาศที่ต้องอัดเข้าไปยังช่องบันไดหนีไฟ เพื่อให้ได้ผลต่างความดันระหว่างประตูหนีไฟที่เพียงพอจะป้องกันควันไม่ให้แทรกซึมเข้ามายังช่องบันไดหนีไฟ ในขณะเกิดเพลิงไหม้และไม่ทำให้เกิดความยากลำบากในการเปิดประตูหนีไฟ ได้ทำการทดสอบโปรแกรมกับอาคารสูง 21 ชั้น โดยกำหนดให้เกิดเพลิงไหม้และมีการเปิดประตูหนีไฟในหลายลักษณะ ทำการวิเคราะห์ผลโดยแบ่งเป็นสองกรณีหลัก คือกรณีที่อุณหภูมิอากาศภายในช่องบันไดหนีไฟสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและกรณีที่อุณหภูมิอากาศภายในช่องบันไดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในกรณีแรกนั้นพบว่าผลต่างความดันระหว่างประตูหนีไฟจะเพิ่มขึ้นตามความสูงของอาคาร และเพราะฉะนั้นประตูหนีไฟชั้นสูงๆ จะต้องออกแรงในการเปิดมากกว่าประตูหนีไฟที่อยู่ชั้นต่ำกว่า

ปวัชร์ญา วิทิตจรัสพงศ์ (2563) การจำลอง ด้วยโปรแกรม Pathfinder พบว่า เด็กคนสุดท้ายที่อพยพออกจากอาคารเพื่ออพยพไปยังจุดรวมพล ใช้เวลา 12.28 นาที ซึ่งเป็นการอพยพที่ใช้เวลามากและจากการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟที่ดังขึ้นใน วันที่ 9 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 พบปัญหาการอพยพที่มีการแออัดตรงบริเวณบันไดและประตู หลักที่เปิดเพียง 1 บาน ทำให้ใช้เวลานานในการอพยพ เด็กคนสุดท้ายใช้เวลานานถึง11.28 นาที ผู้วิจัยจึงพิจารณาหาแนวทางแก้ไขปัญหาความแออัดบริเวณบันไดและประตูที่ใช้หนีไฟ โดย การศึกษาความเป็นไปได้ในการอพยพหนีไฟโดยใช้โปรแกรมPathfinder อีก5กรณีคือกรณีที่1 กำหนดให้ประตูหลักที่ใช้อพยพหนีไฟเปิดเพิ่มอีก 1 บาน สามารถอพยพได้ในเวลา11.43 นาที กรณีที่2 กำหนดให้ใช้กรณีที่1 และเพิ่มประตูข้างห้องเก็บเสื้อผ้าอนุบาล3/2 ที่อยู่ใกล้จุดรวมพล มากที่สุดสามารถอพยพได้ในเวลา11.34 นาทีกรณีที่3 กำหนดให้ใช้กรณีที่2 และเพิ่มบันไดหนีไฟอีก1 ที่บริเวณช่องว่างของชั้น 2 สามารถอพยพได้ในเวลา 5.37 นาทีกรณีที่4 กำหนดให้ใช้ กรณีที่3 และเพิ่มประตูทางออกบริเวณข้างบันไดหลกั เพื่อลดความแออัดบริเวณบันไดชั้น 1 และ การทดลองผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้ทางศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัยใช้กรณีที่5 ในการอพยพหนีไฟ ซึ่ง เป็นเวลาที่ดีที่สุด

Kim, J.-Y., et al (2014) ระบบควบคุมควันแบบแรงดันมักใช้เป็นระบบควบคุมควันที่บันไดฉุกเฉินของอาคารสูง อย่างไรก็ตามความเป็นไปได้สูงกว่าที่จะเกิดแรงดันเกินระหว่างล็อบบี้และที่พักหรือแรงดันตกที่ล็อบบี้อาจนำไปสู่ความล้มเหลวในการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของระบบแรงดัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการจ่ายการรั่วไหลและการไหลของอากาศเสริมผ่านเส้นทางจ่ายอากาศครั้งละหนึ่งเส้นทาง เพื่อปรับปรุงปัญหานี้โดยเฉพาะจัดทำโครงร่างรวมถึงวิธีต่างๆในการจ่ายอากาศรั่วและอากาศเสริมมีการเสนอการไหลผ่านทางเดินการไหลที่แตกต่างกันประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ทดลองได้รับการประเมินบนเตียงทดสอบในที่สุดก็จัดให้มีสภาพแวดล้อมในการอพยพที่ปลอดภัยหากขึ้นที่สูงอาคารถูกไล่ออก

John H. Klote และ James A. Milke (2002) ได้เขียนคู่มือแนะนำหลักการจัดการควันซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์เพื่อใช้การออกระบบควบคุมควัน ในส่วนของการสร้างค่าความแตกต่างระหว่างแรงดันภายนอกและภายในช่องทางหนีไฟ โดยการเพิ่มแรงดันในโถงบันไดหนีไฟ และโถงลิฟต์ผจญเพลิง เพื่อการควบคุมควันไฟไว้เฉพาะส่วนตามการออกแบบในแต่ละอาคาร ซึ่ง PRINCIPLES OF SMOKE MANAGEMENT เป็นหนังสือคู่มือเล่มแรกที่มีข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่ายโดยเฉพาะในส่วนของการออกแบบระบบการจัดการควบคุมควันสำหรับสถานที่ต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา แคนาดา และประเทศอื่น ๆ ทั่วโลก

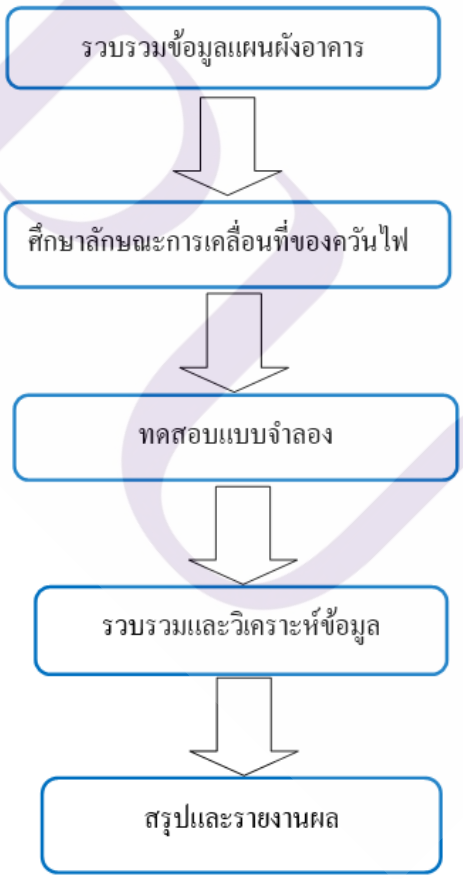
จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าวิธีการที่ใช้ในการศึกษา วิเคราะห์เกี่ยวกับการไหลอาอาศของระบบอัดอากาสบันไดหนีไฟ นั้น วิธีการจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer-based Simulation Methods) ในการจำลองระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟและโถงลิพท์ดับเพลิงเป็นวิธีที่ทำได้สะดวก และให้ผลการ วิเคราะห์ได้รวดเร็ว ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปทำการปรับปรุงการออกแบบของระบบหลายครั้ง ก็สามารถที่จะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง ของค่าความแตกต่างของความดันได้ในทุกๆขั้นตอนของการปรับปรุงการออกแบบด้วยระยะเวลารวดเร็ว ซึ่งผลจาการจำลองใช้โปรแกรม CONTAM ทำให้ผลจากใช้โปรแกรมนำเสนอกับเจ้าของอาคารนำไปปรับปรุงอาคาร จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้โปรแกรม CONTAM ในการจำลองการเคลื่อนที่ของควันในอาคารสูงใน สถานการณ์ที่ไม่มีวิธีทางกลในการควบคุมควันในบันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคาร มีแต่วิธีธรรมชาติโดยช่องระบายอากาศ ที่มีพื้นที่อย่างน้อย 1.4 m^2 ไม่สามารถที่จะป้องกันให้ควันเคลื่อนเข้าสู่ช่องบันไดหนีไฟได้ เนื่องจากค่าความแตกต่าง ของความดันสูงสุดมีค่าเพียง 2.66 Pa และทิศทางการเคลื่อนที่ของควันนั้นมีลักษณะเคลื่อนเข้าในช่องบันไดหนีไฟด้วยอิทธิพลของค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งจากข้อจำกัดดังกล่าวทำให้การศึกษานี้เลือกใช้วิธีวิธีการจำลองแบบ Multi-Zone Air Flow Model โดยใช้แบบจำลอง CONTAM

ในการศึกษาและวิเคราะห์การไหลของอากาศและแรงดันอากาศตกคร่อมในบันไดหนีไฟในอาคารกรณีศึกษา

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 แผนผังการวิจัย

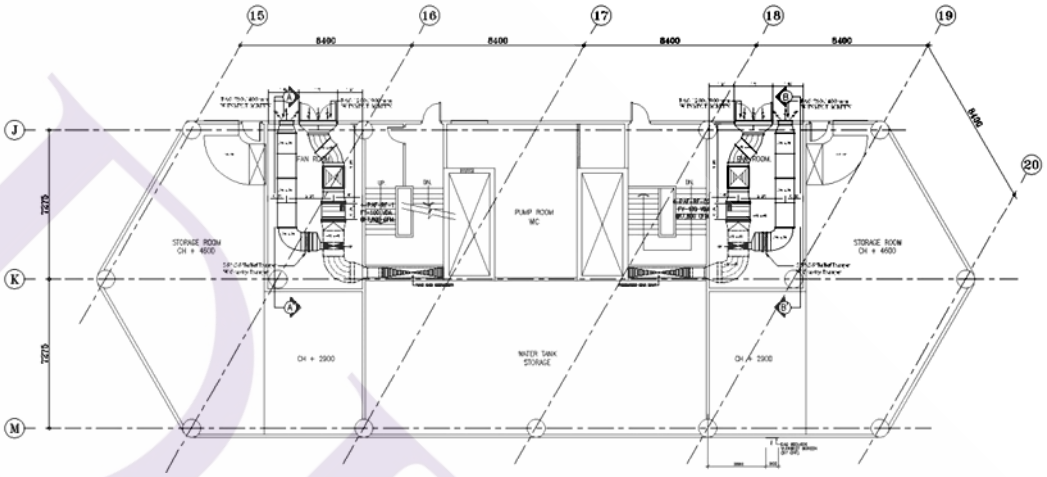
งานวิจัยนี้จะมีขั้นตอนในการทำวิจัยจะต้อง รวบรวมข้อมูลของอาคารสูง 22 ชั้น โดยเก็บข้อมูลขนาดพื้นที่ของอาคาร ขนาดของบันไดหนีไฟและค่าความดันลมรวมถึงพัดลมอัดอากาศและศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของครัวไฟว่ามีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางไหน เพื่อนำค่าทีบันทึกไปเขียนในแบบจำลอง โดยใช้ โปรแกรม CONTAM ในการรวบรวมและวิเคาระห์ข้อมูลและปรับปรุงในแบบจำลอง โดยจะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนผังการวิจัย

3.2 ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

อาคารกรณีศึกษานี้ เป็นอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 16,520 m^2 ความสูง 67 m จำนวน 22 ชั้น จากการสำรวจพื้นที่เพื่อวิจัยระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ ที่มีการติดตั้งระบบอัดอากาศไว้ในแต่ละบันได โดยมีพัดลมทั้งหมด 3 เครื่อง สำหรับบันไดหนีไฟจำนวน 2 ช่องบันไดหนีไฟ และลิฟต์ดับเพลิง 1 ชุด ซึ่งมีลักษณะพื้นที่ตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ผังอาคารชั้นหลังคา

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และอุปกรณ์ที่ติดตั้งของระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟ

จากการตรวจสอบ Floor Plan และ Building Services Systems ของอาคารกรณีศึกษา ได้พบว่ามีการติดตั้งระบบอัดอากาศไว้ในแต่ละบันไดแล้ว รวมทั้งหมด 12 บันได การเก็บข้อมูลในการทดสอบนี้มีการวัดค่าทั้งก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง เพื่อให้ได้ค่าตามเกณฑ์ มาตรฐานของกฎหมาย ที่ระบุไว้ โดยใช้เครื่องมือ ดังนี้

(1) เครื่องวัดความเร็วลม CFM Thermo-Anemometer for Air Velocity and Air Flow

(2) เครื่องวัดค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ Digital Pressure Calibrator

(3) เครื่องวัดแรงผลัก-แรงดึงของประตู Door Pressure Gauge

เครื่องมือดังกล่าวใช้ในการวัดค่า ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงเพื่อให้ได้ค่าตามเกณฑ์มาตรฐานของกฎหมายที่ระบุไว้

3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลในอาคาร

การทดลองและเก็บข้อมูลต้องปิดระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของอาคารก่อนเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อผู้อาศัยอยู่ในอาคารในขณะทำการทดสอบระบบ จากนั้นเริ่มทำการทดสอบระบบเพื่อเก็บข้อมูลซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

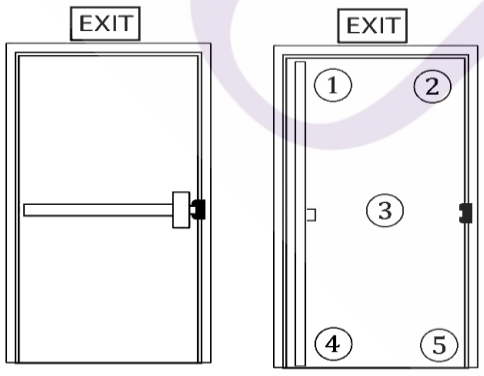
วิธีการทดสอบการทดสอบการทำงานของพัดลมอัดอากาศ ทำการตรวจสอบการทำงานของพัดลมอัดอากาศ ณ บันไดหนีไฟที่มีพัดลมอัดอากาศนั้นๆ ติดตั้งและทำงานอยู่เพื่อวัดค่าความเร็วเร็วลม,ค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ และวัดค่าของแรงผลัก-แรงดึงประตูหนีไฟ โดยแบ่งวิธีและเครื่องมือการทดสอบดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือการทดสอบพัดลมอัดอากาศ

การทดสอบ	เครื่องมือ
วัดค่าความเร็วลม	CFM Thermo– Anemometerfor Air Velocityand
วัดค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ	Digital Pressure Calibrator
วัดค่าของแรงผลัก-แรงดึงประตูหนีไฟ	Door Pressuregauge

3.4.1 การทดสอบวัดค่าความเร็วลม

ทำการตรวจสอบว่าประตูทุกบานและทุกชั้นปิดสนิทเรียบร้อย และดำเนินการแบ่งจุดทดสอบวัดความเร็วลม 5 จุด ดังแสดงตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงตำแหน่งการวัดความเร็วลม

โดยทำการทดสอบวัดค่าความเร็วลมในแต่ละจุดตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ แล้วทำการจดบันทึกค่าความเร็วลมที่วัดได้ ดังแสดงตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 บันทึกผลการทดสอบหัวจ่ายลม

ผลบันทึกผลการทดสอบหัวจ่ายลม			
ชั้น	**บันไดหนีไฟที่ 1**	**บันไดหนีไฟที่ 2**	**โถงลิฟต์ผจญเพลิง**
	m3/s	**m3/s**	**m3/s**
ชั้น 1	2.59	2.59	3.02
ชั้น 3	1.22	1.22	1.04
ชั้น 6	1.22	1.22	1.04
ชั้น 9	1.22	1.22	1.04
ชั้น 12	1.22	1.22	1.04
ชั้น 15	1.22	1.22	1.04
ชั้น 18	1.22	1.22	1.04
ชั้น 20	1.22	1.22	1.04
ชั้น 22	1.22	1.22	1.04

3.4.2 การทดสอบวัดความดันตกคร่อม

ตรวจสอบว่าประตูทุกบานได้ปิดสนิทแล้ว ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดความดัน โดยสอดเอาสายวัดแรงดันด้านหนึ่งไว้ด้านในบันได และอีกด้านหนึ่งไว้ด้านนอกบันได แล้วจดบันทึกค่าที่ได้ หลังจากนั้นให้เปิดประตูบันได ชั้นที่ทดสอบ เพื่อทดสอบค่าความดันที่ลดลง แล้วจดบันทึกค่าความดันตกคร่อมที่วัดได้ เปิดประตูบันไดอีก 1 ประตูชั้นบนสุดหรือชั้นล่างสุด เพื่อทดสอบค่าความดันที่ลดลง แล้วจดบันทึกค่าที่วัดได้ และเปิดประตูบันไดชั้นที่ทดสอบ แล้ววัดค่าความดันระหว่างชั้นบนกับชั้นล่างของชั้นที่ทดสอบ เพื่อทดสอบค่าความดันที่ลดลง แล้วจดบันทึกค่าที่วัดได้ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 บันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตู

ผลบันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตู			
ชั้น	บันไดหนีไฟที่ 1	บันไดหนีไฟที่ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Pa	Pa	Pa
ชั้น 1	40	40	35
ชั้น 3	30	30	25
ชั้น 6	25	25	25
ชั้น 9	25	25	25
ชั้น 12	25	25	25
ชั้น 15	25	25	25
ชั้น 18	25	25	25
ชั้น 20	25	25	25
ชั้น 22	27	27	25

3.4.3 การทดสอบแรงผลัก แรงดันของประตู

ให้ตรวจสอบว่าประตูทุกบานได้ปิดสนิทแล้ว จึงนำเครื่องมือวัดแรงผลักประตู มาวัดแรงผลักสลักของบานประตูหนีไฟ ยังไม่ต้องเปิดประตู วัดค่าที่ได้ แล้วจดบันทึกผลการทดสอบ และนำเครื่องมือวัดแรงผลักประตู มาวัดแรงผลักของประตูหนีไฟ วัดค่าที่ได้แล้วจดบันทึกผลการทดสอบการออกแบบและติดตั้งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและการบำรุงรักษาอยู่อย่างต่อเนื่องเป็นประจำเพื่อให้พัดลมทำงานอย่างปกติและมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลที่สำคัญที่ควรตรวจวัดสำหรับข้อมูลในระบบพัดลมจะประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้น และข้อมูลตามการใช้งานจริง ซึ่งในการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของพัดลมนั้น เพื่อให้ทราบถึงข้อกำหนดและคุณสมบัติของเครื่องทีมีการใช้งาน และข้อมูลประสิทธิภาพจากผู้ผลิต และชนิดของพัดลมที่ใช้งานว่าเป็นแบบ Centrifugal หรือ Axial Flow เป็นต้น พร้อมทั้งควรระบุลักษณะของใบพัดด้วย

การตรวจวัดค่าความดันของท่อลมด้าน Inlet และ Outlet เพื่อหาอัตราการไหลและความดันตกคร่อมของพัดลม การวัดลมโดยใช้ หัววัดแบบพิทอดทิ้ว (Pitot Tube) สอดปลายของ Pitot Tube เข้าช่องเปิด หันเข้าปะทะกับเร็วลม (กึ่งกลางท่อลม) และอีกด้านของ Pitot Tube นั้นจะต่อสายยางกับเครื่องวัดความดันแตกต่าง เพื่อหาค่าความดันที่เกิดขึ้น แล้วจดบันทึกค่าที่วัดได้และคำนวณเป็นความเร็วลมอีกที ตำแหน่งวัดความเร็วลมที่เหมาะสม ควรวัดที่ตำแหน่ง 1.5 เท่า ของขนาดท่อที่

มีแนวตรงก่อนจุดวัด การคำนวณหาอัตราการไหล(Flow Rate) นั้นสามารถหาได้จากค่าความเร็วของลมและพื้นที่ของท่อซึ่งมีรายละเอียดความเร็วลมของพัดลมอัดอากาศ ตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 บันทึกผลการทดสอบความเร็วลมพัดลมอัดอากาศ

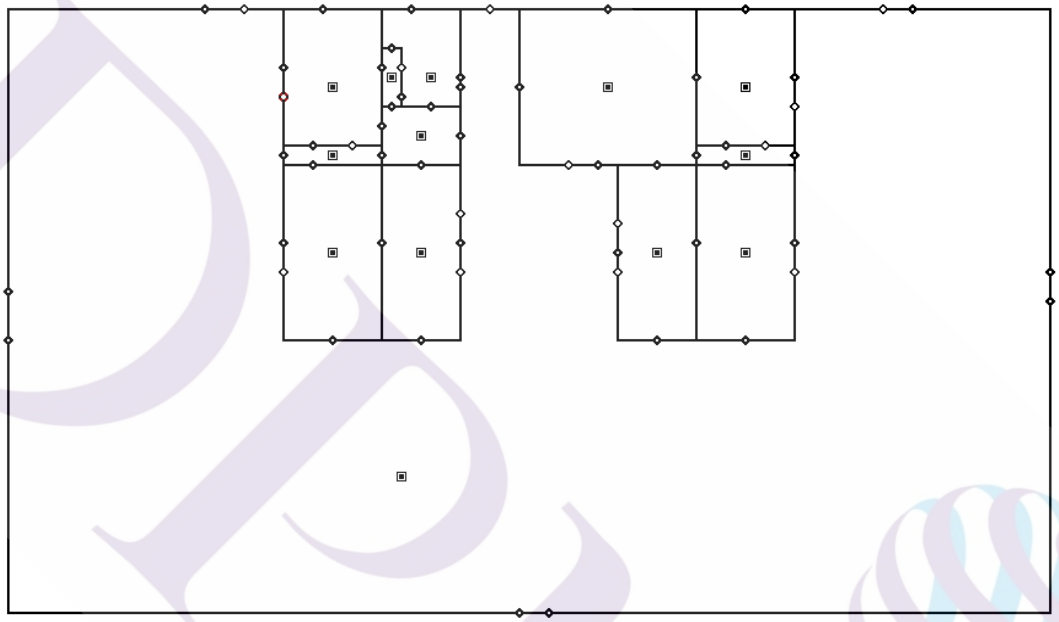
ผลบันทึกผลการทดสอบพัดลมอัดอากาศ			
ชั้น	**หมายเลขเครื่อง**	**ตำแหน่ง**	**ความเร็วลม**
			m^3/s
หลังคา(ห้องเครื่อง)	STF-1	บันไดหนีไฟ 1	12.413
หลังคา(ห้องเครื่อง)	STF-2	บันไดหนีไฟ 2	12.413
หลังคา(ห้องเครื่อง)	FMF	โถงลิฟต์ผจญเพลิง	9.533

3.5 การใช้โปรแกรม CONTAM

ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของควันไฟในอาคารสูง 22 ชั้น โดยใช้โปรแกรม CONTAM ซึ่งในการวิจัย ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของควันไฟในช่องทางหนีไฟ และช่องทางบุคคลผจญเพลิงของอาคารสูง ซึ่งเป็นอาคารสำนักงานจำนวน 22 ชั้น ประกอบไปด้วยร้านค้า ห้องนิติ ห้องประชุม ห้องทำงาน และห้องเอนกประสงค์อื่นๆ โดยช่องทางที่นำมาศึกษาวิเคราะห์พิจารณาจากการเป็นบริเวณที่มี ความสำคัญต่อการอพยพหนีไฟ และการผจญเพลิง มีลักษณะเป็นช่องเปิดหรือบริเวณที่เชื่อมต่อกับช่องเปิดที่ควันนั้น สามารถที่จะเคลื่อนที่เข้าไปได้ ซึ่งช่องทางในอาคารที่ทำการศึกษานี้มี 3 ช่องทาง ได้แก่ บันไดหนีไฟ 1 บันไดหนีไฟ 2 และโถงลิฟต์ดับเพลิง เนื่องจากควันไฟนั้นจะมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นไปตามทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศภายในช่องเปิด จึงสามารถใช้การเคลื่อนที่ของอากาศอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของควันไฟในอาคารได้ และเนื่องมาจากการคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศในอาคารมีความซับซ้อนมาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ วิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของควันไฟในช่องทางต่างๆด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งให้ผลที่รวดเร็วและลด ความผิดพลาดจากการคำนวณมือได้ ซึ่งโปรแกรมที่นำมาใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้คือโปรแกรม CONTAM โดยผู้วิจัยจะ ใช้โปรแกรมคำนวณค่าความแตกต่างของความดัน และการไหลของอากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอากาศ ในช่องทางทั้ง 3 ช่องทาง การ Experimental Simulation Model ได้ใช้โปรแกรม CONTAM ในการสร้างแบบจำลองคำนวณค่าความแตกต่างของความดัน และการไหลของอากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของ

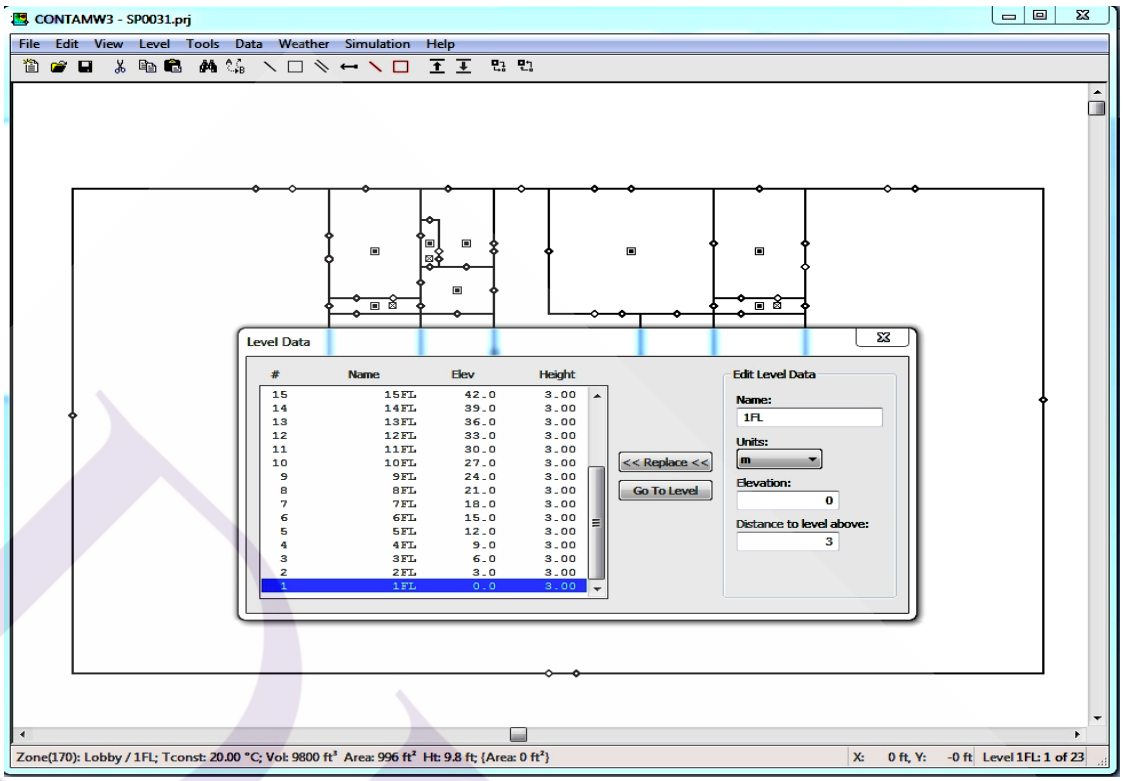
อากาศของอากาศในช่องทางหนีไฟ จำนวน 3 ช่องทาง โดยมีรายละเอียดวิธีการใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนที่ของควัน ดังนี้

3.5.1 วาดแบบอาคารที่ต้องการศึกษาการเคลื่อนที่ของควัน ชั้นที่ 1-22 และชั้นหลังคาลงในโปรแกรม CONTAM โดยการวาดห้องแต่ละห้องนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมีสัดส่วนเทียบเท่ากับขนาดจริง แต่จะต้องมีลักษณะการวางตำแหน่งด้านของ ผนังห้องที่ติดกันเป็นตามแบบจริง เพื่อที่จะระบุตำแหน่งของ Flow Path ได้เหมือนจริง ดังภาพที่ 3.4



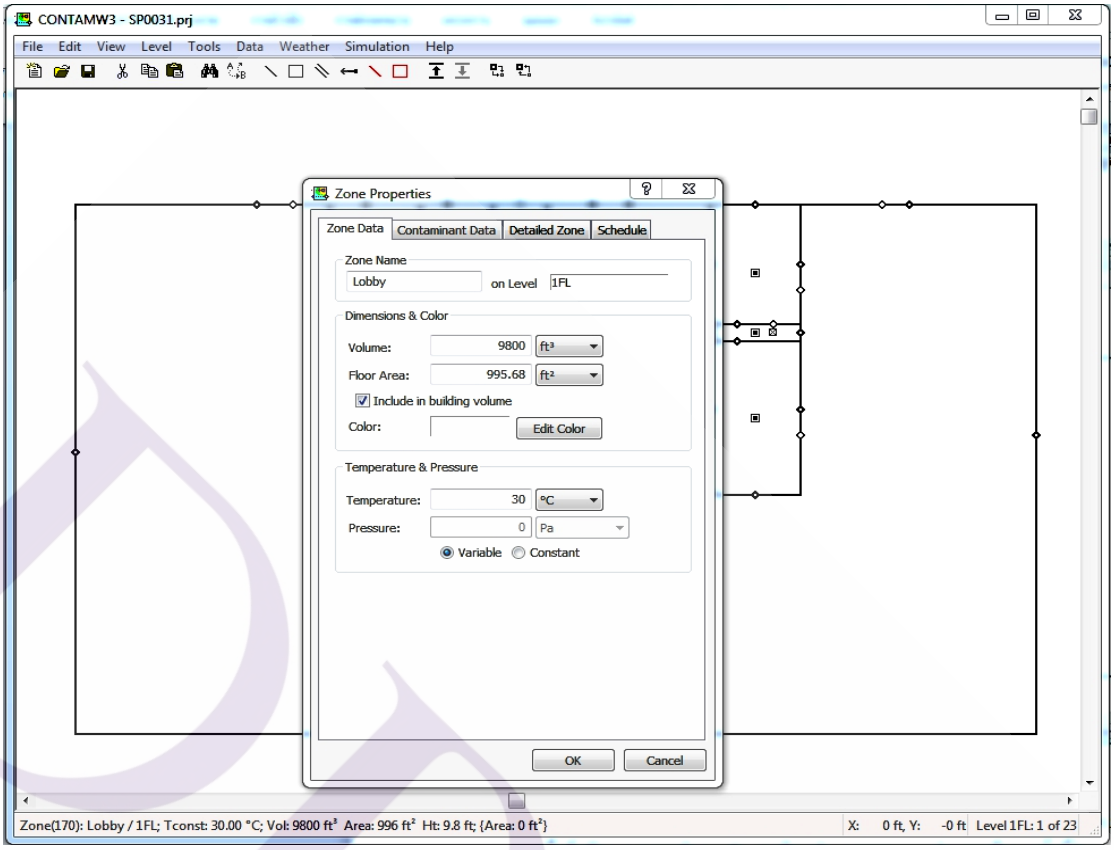
ภาพที่ 3.4 ลักษณะการวาดห้องภายในอาคารลงในโปรแกรม CONTAM

3.5.2 กำหนดชื่อของแต่ละชั้น (Level) และระบุความสูงของแต่ละชั้นตามแบบจริงโดยการใส่ข้อมูล ลงในหน้าต่างคำสั่ง Level Data ที่ช่อง Elevation และกำหนดหน่วยของความสูงของชั้น ดังภาพที่ 3.5



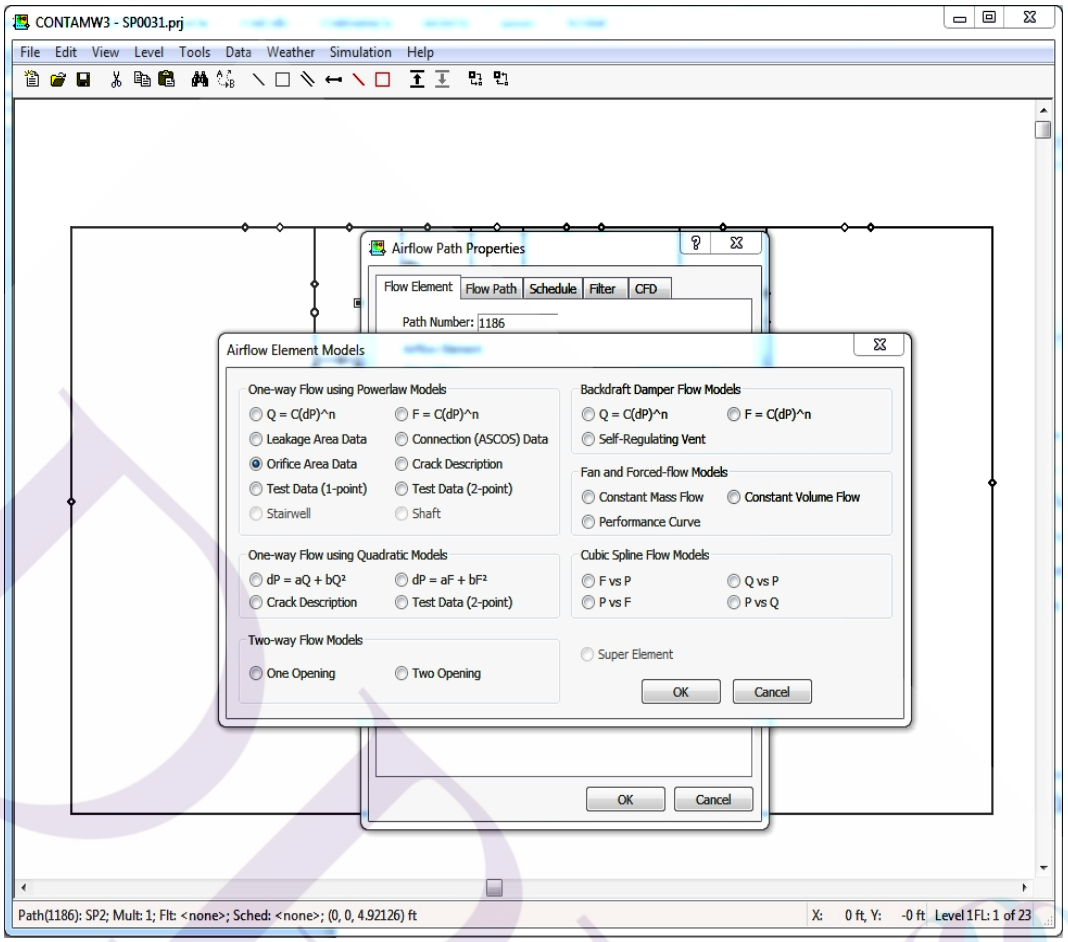
ภาพที่ 3.5 ภาพหน้าต่างกำหนด Level Data

3.5.3 กำหนด Zone ของแต่ละพื้นที่ในทุกๆพื้นที่มีการกั้นแยกด้วยผนัง (Wall) โดยจะต้องตั้งชื่อ Zone ระบุพื้นที่ ปริมาตร อุณหภูมิ ความดัน ตามข้อมูลในแบบของอาคาร โดยการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่าอุณหภูมิ ภายนอกอาคารคือ 35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในอาคารคือ 30 องศาเซลเซียส ความดันกำหนดให้เป็นแบบ Variable เนื่องจากมีความแปรผันได้ตามผลกระทบของปัจจัยแวดล้อม ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ภาพหน้าต่างคำสั่ง Zone Properties

3.5.4 ระบุตำแหน่งและข้อมูลของช่องทางการไหล (Flow Path) ในทุก Zone โดยใช้คำสั่ง Flow Path หลังจากนั้นให้เลือกรูปแบบฟังก์ชั่นการไหล (Type) ในการวิจัยนี้เลือกแบบ One-Way Flow Using Power Law เลือกสูตรการไหล (Formula) ที่เหมาะสมกับลักษณะของช่องทางการไหลนั้นๆ ในการวิจัยนี้สำหรับช่องทางการรั่วไหล ที่ประตูจะใช้สูตรการไหล แบบ Orifice Area Data ช่องทางการรั่วไหลเช่น รอย Crack ที่ผนังและพื้น จะเลือกเป็น แบบ Leakage Area Data ที่ช่องบันไดเลือกเป็นแบบ Stairwell Description และที่ปล่องลิฟต์เลือกแบบ Shaft Description ตั้งชื่อ Flow Path ระบุรายละเอียดของตัวแปรต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการจำลองโดยโปรแกรม ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ภาพหน้าต่างคำสั่ง Airflow Element Models

Cross-sectional Area คือ พื้นที่หน้าตัดของรูรั่วหรือช่องทางการไหล ได้แก่ พื้นที่หน้าตัดของช่องบันไดหนี ไฟ ปล่องลิฟต์ และพื้นที่หน้าตัดของช่องเปิดหรือรูรั่วที่ประตู ในกรณีประตูปิดค่านี้คือค่าพื้นที่ช่องว่างรอบประตูปิด และในกรณีประตูเปิดค่านี้คือค่าพื้นที่ของบานประตู ซึ่งได้มาจากการสังเกตหรือการวัดพื้นที่จริง

Hydraulic Diameter มีค่าเท่ากับ 4 คูณด้วยพื้นที่ของรูรั่ว หารความยาวของเส้นรอบรูป แต่ในรูรั่วที่มี ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสค่า Hydraulic Diameter จะเท่ากับ รากที่สองของพื้นที่รูรั่ว และในรูรั่วที่มีลักษณะเป็น รอยแตกแคบๆและยาวขึ้นไปในแนวดิ่ง ค่า Hydraulic Diameter จะมีค่าเท่ากับสองเท่าของความกว้างของรูรั่วนั้น เนื่องจากค่า Hydraulic Diameter มีผลกระทบน้อยมากต่อการคำนวณ คำแนะนำของโปรแกรมจึงให้ใช้ค่า Default ที่ได้จากการที่โปรแกรมคำนวณจากการใส่ข้อมูลค่าพื้นที่หน้าตัดของรูรั่ว

Transition Reynolds Number คือ ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ ซึ่งเป็นค่าบอกลักษณะการไหลของของไหล ใน การวิจัยนี้พิจารณาว่าการไหลเป็นแบบราบเรียบ และเนื่องจากค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์มีผลกระทบน้อยมากต่อการคำนวณ คำแนะนำของการใช้โปรแกรมจึงให้ใช้ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์เท่ากับ 30 ซึ่งเป็นค่า Default ของโปรแกรม

Discharge Coefficient คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Flow Coefficient) หรือค่า C ของพื้นที่การรั่วไหลที่ ระดับค่าความแตกต่างของความดันอ้างอิง ในการวิจัยนี้ ในการไหลผ่านช่องว่างหรือรูรั่วที่พื้น และ ผนัง เลือกค่า C = 0.65 การไหลผ่านช่องว่างรอบประตูปิด เลือกค่า C = 0.65 การไหลผ่านประตูเปิด เลือกค่า C = 0.35 (Klote & Milke, 2002) ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 พื้นที่การรั่วไหลของผนัง และพื้นของอาคาร ที่มีค่า C=0.65

Constructions Element	**Tightness**	**Area Ratio** A/A_w
Exterior Building Walls (includes construction cracks, cracks around windows and doors)	Tight	0.50×10^{-4}
	Average	0.17×10^{-3}
	Loose	0.35×10^{-3}
	Very Loose	0.12×10^{-2}
Stairwell Walls (includes construction cracks but not cracks around window or doors)	Tight	0.14×10^{-4}
	Average	0.11×10^{-3}
	Loose	0.35×10^{-3}
Elevator Shaft Walls (includes construction cracks but not cracks around doors)	Tight	0.18×10^{-3}
	Average	0.84×10^{-3}
	Loose	0.18×10^{-2}
		A/A_f
Floors (includes construction cracks and gaps around penetrations)	Tight	0.66×10^{-5}
	Average	0.52×10^{-4}
	Loose	0.17×10^{-3}

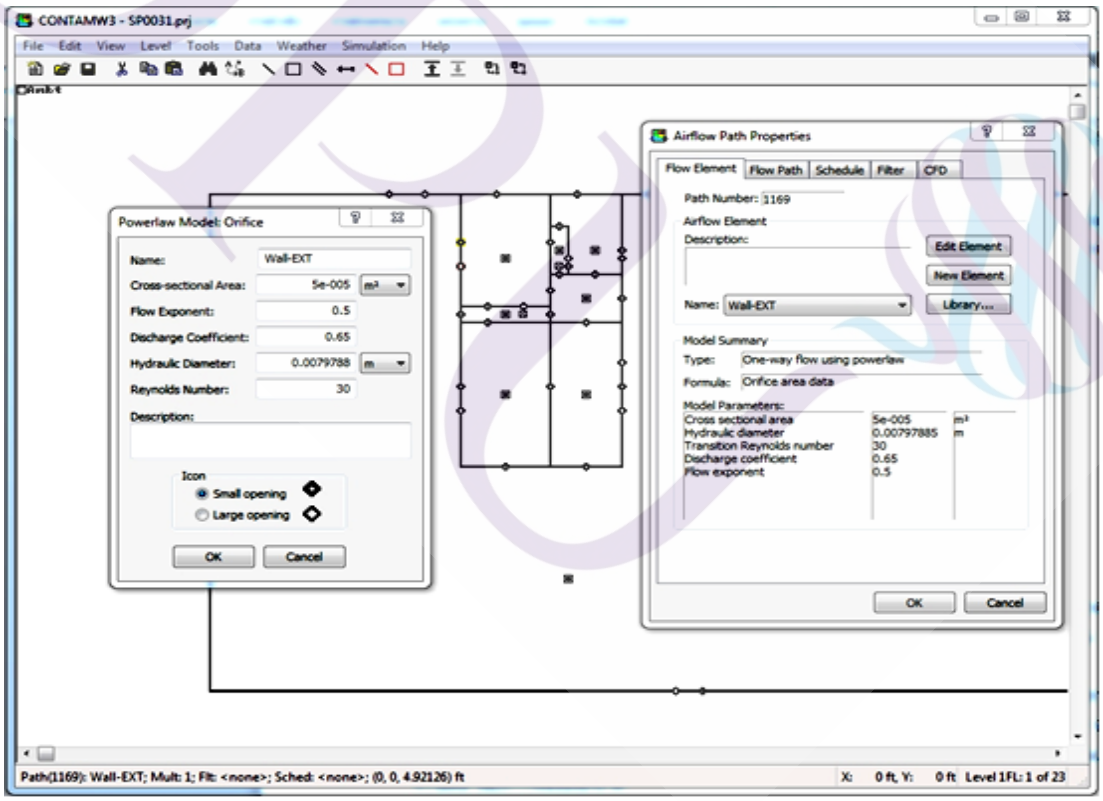
A คือพื้นที่การไหล Aw คือ พื้นที่ผนัง และ Af คือ พื้นที่ชั้นพื้น

Flow Exponent คือ ค่าที่ต้องประมาณให้กับโปรแกรม โดยพิจารณาจากลักษณะของรูรั่วหรือช่องทางการ รั่วไหลแต่ละช่อง โดยใช้ค่า Flow Exponent เท่ากับ 0.5 ที่ช่องทางการรั่วไหลที่มีขนาดใหญ่ ใช้ค่า Flow Exponentเท่ากับ 1.0 ที่ช่องทางการรั่วไหลแคบ และ ใช้ค่า Flow Exponent เท่ากับ 0.6-0.7 สำหรับช่องทางการรั่วไหลแบบ รั่วซึม (Infiltration) สำหรับการไหลในบันไดหนีไฟ ใช้ค่า Flow Exponent เท่ากับ 0.5

Leakage Area คือ พื้นที่การรั่วไหล ใช้ค่าตามค่าแนะนำในหนังสือ Principles of Smoke Management (Klote & Milke, 2002) ดังมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.5

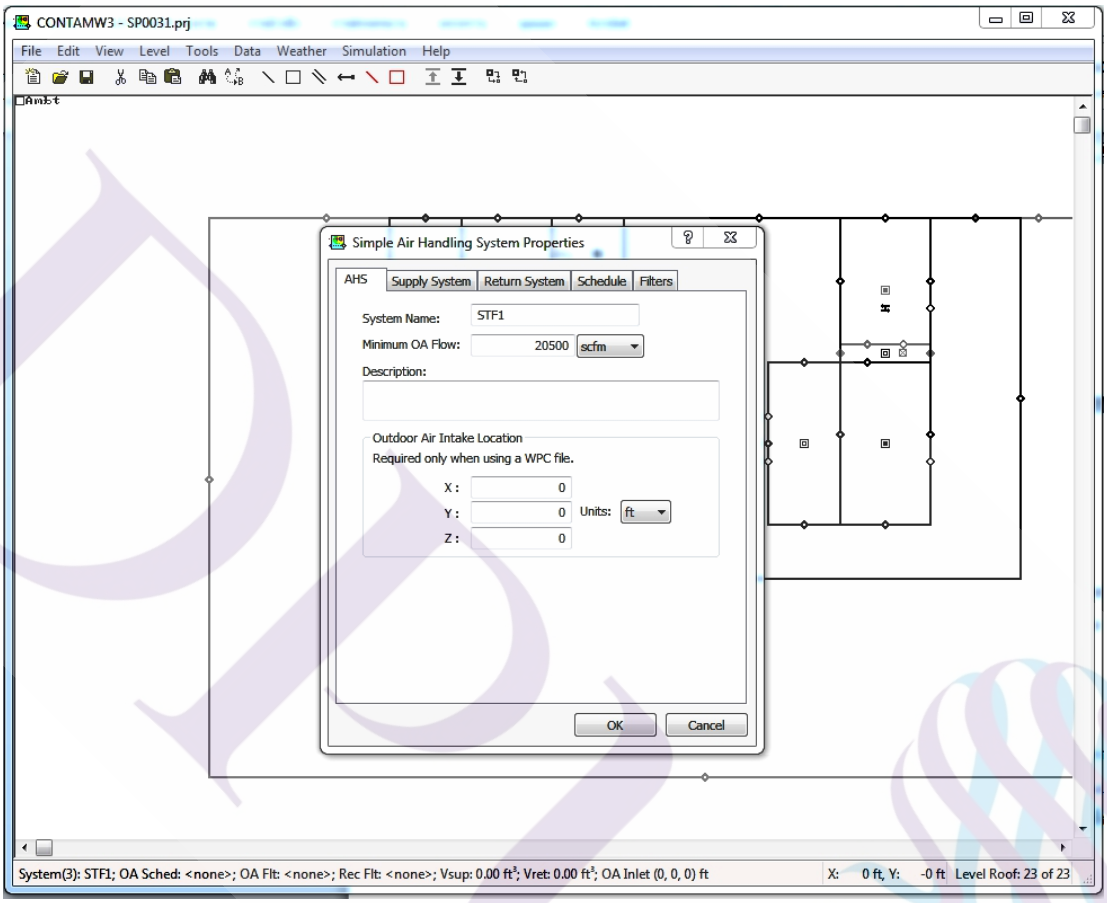
Type of Stair Treads คือ ชนิดของขั้นบันได ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ ขั้นบันไดที่ด้านหน้าเปิด (Opened) และ ขั้นบันไดที่ด้านหน้าปิด (Closed)

Perimeter คือ ความยาวของเส้นรอบรูปของรูรั่วหรือช่องทางการไหล เลือกไอคอนของสัญลักษณ์ Flow Path ว่าเป็นแบบช่องเปิดขนาดเล็ก (Small Opening) เช่นรอยแยก หรือ ช่องห่างระหว่างขอบประตู หรือเป็นแบบช่องเปิดขนาดใหญ่ (Large Opening) เช่นประตู ช่องระบายอากาศขนาดใหญ่ ดังภาพที่ 3.8



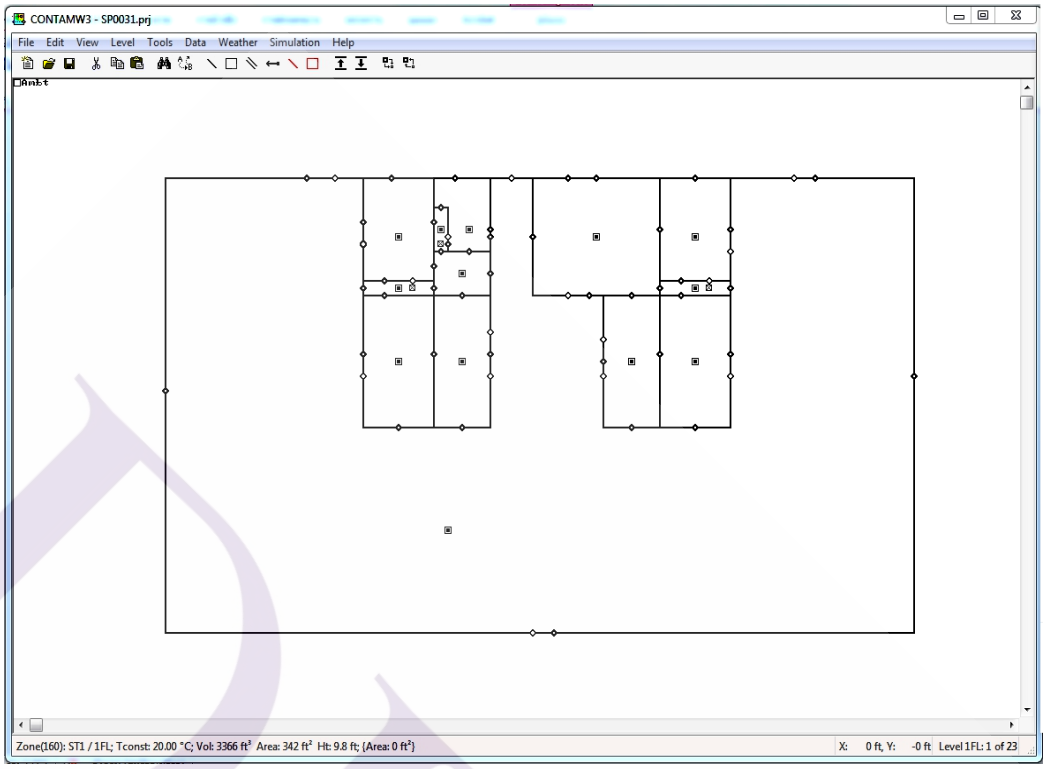
ภาพที่ 3.8 หน้าต่างสำหรับการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆสำหรับ Flow Path

3.5.5 หากมีอุปกรณ์ในวิธีทางกลอื่นๆที่มีผลต่อการไหลของอากาศ เช่น พัดลมอัดอากาศ พัดลมดูด อากาศ หรือแผ่นกั้นลมต่างๆ ก็ให้ระบุลงไปในแบบที่วาดในโปรแกรม CONTAM ด้วย ตามคำแนะนำการใช้งาน โปรแกรม CONTAM ดังภาพที่ 3.9

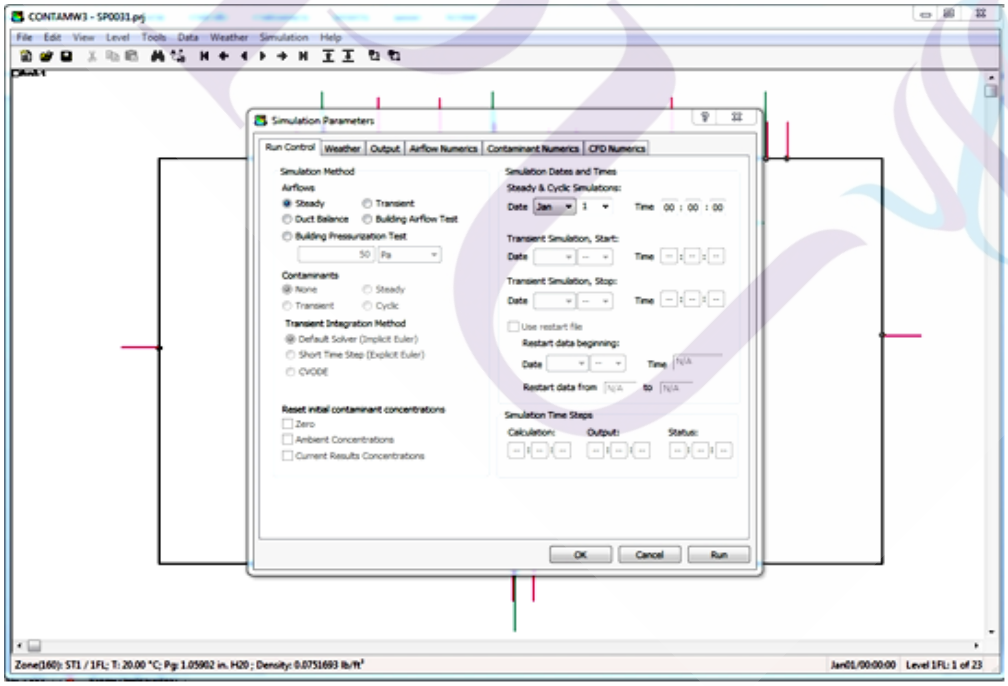


ภาพที่ 3.9 หน้าต่างสำหรับการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆสำหรับอัดอากาศ

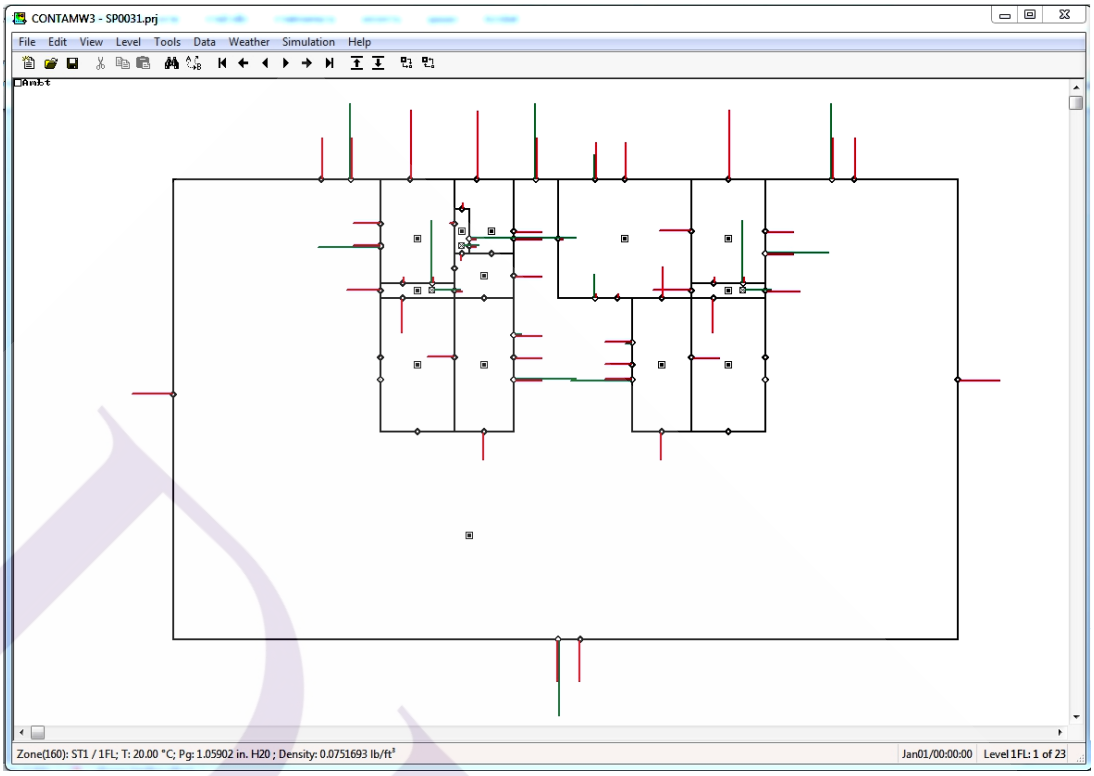
3.5.6 เมื่อกำหนดข้อมูลตามแบบอาคารลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้วสั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ การเคลื่อนที่ของอากาศ โดยใช้คำสั่ง Simulation เลือก Run simulation แล้วเลือก Start simulation จะได้ผลของ การวิเคราะห์ดังแสดงตัวอย่างในรูป ผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของควันก็คือค่าความแตกต่างของ ความดัน และการไหลของอากาศดังแสดงตามภาพที่ 3.10 -3.12



ภาพที่ 3.10 หน้าต่างก่อนใช้คำสั่ง Simulation



ภาพที่ 3.11 หน้าต่างสำหรับการใช้คำสั่ง Simulation



ภาพที่ 3.12 ลักษณะของผลการ Simulation ด้วยโปรแกรม CONTAM

3.6 การจำลองสถานการณ์

ในการวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของควันไฟในช่องบันไดหนีไฟที่ 1 ช่องบันไดหนีไฟที่ 2 โถงลิฟต์ ดับเพลิง ตามข้อมูลการออกแบบจริง เพื่อทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นทำการจำลองการอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟ จนสามารถสร้างค่าความแตกต่างของความดันได้ตามที่ ออกแบบไว้เพื่อควบคุมควันไฟในช่องทางหนีไฟของอาคารให้มีความปลอดภัยต่อการอพยพหนีไฟได้ โดยจำลองการอัด อากาศในสถานการณ์ที่ทุกประตูหนีไฟปิด และในสถานการณ์เลวร้าย (Worst Case) ที่มีประตูหนีไฟในบางชั้นเปิด ค้างไว้ด้วย

ในการวิจัยนี้ได้ทำการจำลองสถานการณ์ของบันไดหนีไฟที่ 1,บันไดหนีไฟที่ 2 และโถงผจญเพลิง ของอาคารสูง 22 ชั้น โดยจำลอง 3 กรณี เพื่อวิเคราะห์ว่า กรณีไหนดีที่สุดสำหรับอาคาร โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กรณีที่ 1 ใช้ข้อมูลจากการบันทึกของอาคาร แล้วนำข้อมูลลงในโปรแกรม โดยใส่ค่าความเร็วลม (m^3/s) ในแต่ละชั้น ตามรายละเอียด ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าความเร็วลมประตูหนีไฟ

ค่าความเร็วลมประตูหนีไฟ			
ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	m^3/s	m^3/s	m^3/s
ชั้น 1	2.59	2.59	3.02
ชั้น 3	1.22	1.22	1.04
ชั้น 6	1.22	1.22	1.04
ชั้น 9	1.22	1.22	1.04
ชั้น 12	1.22	1.22	1.04
ชั้น 15	1.22	1.22	1.04
ชั้น 18	1.22	1.22	1.04
ชั้น 20	1.22	1.22	1.04
ชั้น 22	1.22	1.22	1.04

จากตารางที่ 3.6 เป็นข้อมูลที่บันทึกจากอาคารสำนักงานสูง 22 ชั้น ซึ่งได้มีการตรวจวัดค่าก่อนทำการวิจัย ส่วนพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟที่ 1 มีความเร็วลม 12.41 m^3/s พัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ 2 มีความเร็วลม 12.41 m^3/s และพัดลมอัดอากาศโถงผจญเพลิง มีความเร็วลม 9.53 m^3/s ในกรณีที่ 1 ประตูหนีไฟเปิดค้างไว้ที่ชั้น 1

สำหรับชื่อที่ใช้เรียกในโปรแกรม CONTAM ผู้ทำวิจัยได้ชื่อย่อในโปรแกรม เพื่อง่ายในการกรอกข้อมูล ซึ่งชื่อและค่าสัมประสิทธิ์การไหลของการรั่วไหลของอากาศซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของการรั่วไหลของอากาศ

Flow Path	Path Name2	Flow Coefficient	Flow Area m^3
Single door (closed)	DOOR-SC	0.65	0.023
Single door (opened)	DOOR-SO	0.35	2
Double door (closed)	DOOR-DC	0.65	0.045

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

Flow Path	Path Name2	Flow Coefficient	Flow Area m^3
Double door (opened)	DOOR-DO	0.35	3.9
Elevator door (closed)	DOOR-EC	0.65	0.06
Elevator door (opened)	DOOR-EO	0.65	0.56
Exterior walls (Tight)	WELL-EXT-T	0.65	$0.50X10^{-4}$
Exterior walls (Average)	WELL-EXT-A	0.65	$0.17X10^{-3}$
Exterior walls (Loose)	WELL-EXT-L	0.65	$0.35X10^{-3}$
Exterior walls (Very Loose)	WELL-EXT-VL	0.65	$0.12X10^{-2}$
Interior walls(Loose)	WELL	0.65	$0.35X10^{-3}$
Floor (or roof) Tight	FLOOR-T	0.65	$0.66X10^{-5}$
Floor (or roof) Average	FLOOR-A	0.65	$0.52X10^{-4}$
Floor (or roof) Loose	FLOOR-L	0.65	$0.17X10^{-3}$
Curtain wall gap (Tight)	FLOORW-T	0.65	0.00061
Curtain wall gap (Loose)	FLOORW-L	0.65	0.0031

หมายเหตุ. ค่า Flow Coefficient และ Flow Area นำมาจาก (Klote & Milke, 2002)

กรณีที่ 2 ใช้ข้อมูลจากกรณีที่ 1 แล้วเพิ่มช่องระบายอากาศให้กับอาคารในแต่ทุกชั้น จำนวนชั้นละ 1 ช่อง ในกรณีที่ 2 ประตูหนีไฟเปิดค้างไว้ที่ชั้น 1 จากนั้น ทำการ Simulation ในโปรแกรม CONTAM

กรณีที่ 3 ใช้ข้อมูลจากกรณีที่ 1 แล้วเพิ่มช่องระบายอากาศให้กับอาคารในแต่ทุกชั้น จำนวนชั้นละ 2 ช่อง ในกรณีที่ 2 ประตูหนีไฟเปิดค้างไว้ที่ชั้น 1 จากนั้น ทำการ Simulation ในโปรแกรม CONTAM

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะการใช้งานอาคาร

อาคารสำนักงานสูง 22 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 16,520 m^2 ความสูง 67 m กรอบอาคารเป็นกระจกทั้งหมด ส่วนชั้นหลังคาจะเป็นห้องเครื่องพัดลมอัดอากาศและห้องเครื่องลิฟต์ ซึ่งอาคารนี้มีระบบแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งได้มีการเชื่อมต่อกับระบบอัดอากาศบันไดหนีไฟของอาคารสำนักงานสูง 22 ชั้น และมีห้องน้ำในแต่ละชั้นในลักษณะเช่นเดียวกัน ชั้นล่างจะเป็นส่วนนิติบุคคลและร้านค้า ภายในอาคารมีประตูจำนวน 3 ประตู ประกอบด้วยประตูทางเข้าอาคารบานคู่ 1 ประตู และบันไดหนีไฟจำนวน 2 ช่องบันได และลิฟต์ผจญเพลิง สำหรับการอพยพเมื่อเกิดเหตุ เพลิงไหม้ มีการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้

4.2 การวิเคราะห์การไหลที่ของอากาศประตูบันไดหนีไฟกรณีเปิดประตู 1 บาน

การศึกษาวิจัยเรื่องการจำลองระบบอัดอากาศหนีไฟด้วยโปรแกรม CONTAM : กรณีศึกษา อาคารสำนักงานสูง 22 ชั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาด้วยระเบียบวิธีการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจอาคารที่เกิดขึ้นภายในอาคาร แบ่งออกเป็น 3 กรณี มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 กรณีที่ 1 ใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดของอาคารลงโปรแกรม CONTAM

จากการวิเคราะห์จากกรณีที่ 1 พบว่าอาคารที่ใช้ทำการศึกษามีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟที่ 1 บันไดหนีไฟที่ 2 และโถงลิฟต์ดับเพลิง ต่ำมาก ซึ่งค่าต่ำสุด ที่พบอยู่ที่ ชั้น 2-22 มีค่าเท่ากับ 15.67 Pa ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 - 90 Pa กรณีนี้ค่าความแตกต่างของความดันที่ตกคร่อมประตูหนีไฟทำให้แรงดันไม่สามารถต้านการไหลของควันไฟเข้าไปได้ ซึ่งเกิดจากอากาศชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 22 นั้นอากาศที่จากบันไดหนีไฟไม่สามารถไหลออกจากอาคารได้ จึงทำให้ความดันตกคร่อมของอากาศระหว่างบันไดหนีไฟกับภายนอกบันไดหนีไฟมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน จึงทำให้ควันไฟสามมารถไหลเข้าบันไดหนีไฟได้อาจเกิดอันตรายต่อผู้อพยพหนีไฟ และนักผจญเพลิงเมื่อใช้ช่องทางเหล่านี้ขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งมีรายละเอียดตำแหน่ง และความดันตกคร่อมของอากาศ กรณีที่ 1 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ กรณี 1

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Pa	**Pa**	**Pa**
ชั้น 1	89.65	89.63	87.63
ชั้น 3	18.02	17.99	15.67
ชั้น 6	18.02	17.99	15.67
ชั้น 9	18.02	17.99	15.67
ชั้น 12	18.02	17.99	15.67
ชั้น 15	18.02	17.99	15.67
ชั้น 18	18.02	17.99	15.67
ชั้น 20	18.02	17.99	15.67
ชั้น 22	18.02	17.99	15.67

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันของอากาศจะมากในชั้นที่ 1 เกิดจากการไหลของอากาศที่ออกในชั้นที่ 1 เป็นจำนวนมาก ทำให้จึงทำให้ค่าแรงดันระหว่างช่องบันไดหนีไฟที่ 1 ช่องบันไดหนีไฟที่ 2 และโถงลิฟต์ผจญเพลิง มีค่าแรงดันของอากาศมากกว่าอากาศภายนอก ส่วนชั้นที่ 2 - 22 นั้น มีค่าแรงดันที่ต่ำ เนื่องจากอากาศที่ไหลผ่านออกภายนอกอาคารได้ทัน จึงทำให้ค่าแรงดันของอากาศ ตั้งแต่ชั้นที่ 2- 22 นั้น มีค่าแรงดันอากาศต่ำกว่ามาตราฐานที่กำหนด ซึ่งมีความเร็วลมที่ผ่านประตูหนีไฟโดยที่ชั้นที่ 1 เปิดประตูค้างไว้ ในขณะเดียวกัน ชั้นที่ 2 – 22 ได้ทำการปิดประหนีไฟแล้วบันทึกค่าลม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความเร็วลมประตูหนีไฟ กรณี 1

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	m3/hr.	**m3/hr.**	**m3/hr.**
ชั้น 1	15,917	15,915	15,736
ชั้น 3	773	772	532
ชั้น 6	773	772	532

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	m3/hr.	**m3/hr.**	**m3/hr.**
ชั้น 9	773	772	532
ชั้น 12	773	772	532
ชั้น 15	773	772	532
ชั้น 18	773	772	532
ชั้น 20	773	772	532
ชั้น 22	773	772	532
ชั้น 12	773	772	532

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าค่าความร็วของลมที่ชั้นที่ 1 จะมีประมาณมากกว่าชั้น 2-22 เนื่องจากชั้นที่ 1 เปิดประตูหนีไฟค้างไว้เพื่อสำหรับการอบพยบจึงต้องเปิดค้างไว้ ดังนั้นความเร็วลมของชั้นที่ 1 จึงมีมากกว่าชั้นอื่น

4.2.2 กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ จำนวน 1 ช่อง ในชั้นที่ 2- 22 ลงโปรแกรม CONTAM

จากการวิเคราะห์กรณีที่ 2 พบว่าอาคารที่ใช้ทำการศึกษามีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟที่ 1 บันไดหนีไฟที่ 2 และโถงลิฟต์ ดับเพลิง เริ่มสูงขึ้นในชั้นที่ 2-22 ซึ่งค่าต่ำสุดที่พบอยู่ที่บันไดหนีไฟที่ 1 ชั้น 1 มีค่าเท่ากับ 29.13 Pa กรณีนี้ค่าความแตกต่างของความดันที่ตกคร่อมประตูหนีไฟอยู่ในช่วงค่าแนะนำจึงทำให้สามารถต้านการไหลของควันไฟให้ไม่สามารถผ่านประตูหนีไฟได้ ซึ่งจะทำให้ เป็นผลดีต่อผู้อพยพหนีไฟ และนักผจญเพลิงเมื่อใช้ช่องทางเหล่านี้ขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ เมื่อทำการปรับปรุงการออกแบบช่องทางหนีไฟด้วยการจำลองว่ามีระบบอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟ ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลบันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ กรณี 2

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Pa	**Pa**	**Pa**
ชั้น 1	29.13	29.07	30.86
ชั้น 3	40.93	40.86	43.25
ชั้น 6	40.93	40.86	43.25
ชั้น 9	40.93	40.86	43.25
ชั้น 12	40.93	40.86	43.25
ชั้น 15	40.93	40.86	43.25
ชั้น 18	40.93	40.86	43.25
ชั้น 20	40.93	40.86	43.25
ชั้น 22	40.93	40.86	43.25

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันของอากาศในชั้นที่ 1 เริ่มมีแรงดันอากาศลดลง เนื่องจากชั้นที่ 2- 22 ได้เพิ่มช่องระบายอากาศทุกชั้น จึงทำให้อากาศที่ไหลมาชั้นที่ 1 มีปริมาณน้อยลง จึงทำให้ตั้งแต่ชั้นที่ 2 – 22 มีแรงดันอากาศ ระหว่าง บันไดหนีไฟที่1 ที่2 และโถงลิฟต์ผจญเพลิง เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ผลของแรงดันอากาศอยู่ในมาตราฐานกำหนดกำหนด ซึ่งมีความเร็วลมที่ผ่านประตูหนีไฟโดยที่ชั้นที่ 1 เปิดประตูค้างไว้ ในขณะเดียวกันชั้นที่ 2 – 22 ปิดประหนีไฟแล้ว บันทึกค่าลม ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความเร็วลมประตูหนีไฟ กรณี 2

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Sm3/hr.	**Sm3/hr.**	**Sm3/hr.**
ชั้น 1	9,074	9,064	9,339
ชั้น 3	1,165	1,164	884
ชั้น 6	1,165	1,164	884

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Sm3/hr.	Sm3/hr.	Sm3/hr.
ชั้น 9	1,165	1,164	884
ชั้น 12	1,165	1,164	884
ชั้น 15	1,165	1,164	884
ชั้น 18	1,165	1,164	884
ชั้น 20	1,165	1,164	884
ชั้น 22	1,165	1,164	884

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่าความเร็วของลมที่ชั้นที่ 1 เริ่มมีปริมาณมากลดน้อยกว่ากรณีที่ 1 เนื่องจากลมได้กระจายไปในชั้นที่ 2- 22 จากาการเพิ่มช่องระบายอากาศในแต่ละชั้นจำนวน 1ช่อง ซึ่งส่งผลให้ชั้นที่ 2 – 22 มีปริมาณลมเพิ่มขึ้นมากกว่า กรณีที่ 1

4.2.3 กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศชั้นที่ 2- 22 จำนวน 2 ช่อง ลงโปรแกรม CONTAM

จากการวิเคราะห์จากกรณีที่ 3พบว่าอาคารที่ใช้ทำการศึกษามีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟที่ 1 บันไดหนีไฟที่ 2 โถงลิฟต์ ดับเพลิง เริ่มสูงขึ้นในชั้นที่ 2-22 ซึ่งค่าต่ำสุดที่พบอยู่ที่บันไดหนีไฟ 1 ชั้น 1 มีค่าเท่ากับ 25.57 Paใน กรณีนี้ค่าความแตกต่างของความดันที่ตกคร่อมประตูหนีไฟในช่วงค่าแนะนำ ซึ่งมีพบว่าการปรับปรุงที่ทำให้ค่าความ แตกต่างของความดันในทุกช่องทางการไหลที่ทำการวิเคราะห์ยกเว้นในชั้นที่ประตูเปิด ซึ่งมีรายละเอียดตำแหน่ง และอัตราการไหลของอากาศ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลบันทึกผลการทดสอบแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ กรณี 3

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Pa	Pa	Pa
ชั้น 1	25.63	25.57	27.69
ชั้น 3	42.89	42.82	45.61
ชั้น 6	42.89	42.82	45.61

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Pa	**Pa**	**Pa**
ชั้น 9	42.89	42.82	45.61
ชั้น 12	42.89	42.82	45.61
ชั้น 15	42.89	42.82	45.61
ชั้น 18	42.89	42.82	45.61
ชั้น 20	42.89	42.82	45.61
ชั้น 22	42.89	42.82	45.61

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันของอากาศในชั้นที่ 1 ลดลง กว่ากรณีที่ 2 ซึ่งมีผลมาจากการเพิ่มช่องของระบายอากาศของชั้นที่ 2- 22 ทำให้อากาศที่ไหลมาชั้นที่ 1 มีปริมาณที่น้อยลง ซึ่ง อยู่ ในช่วงค่าแนะนำ จึงทำให้ควันไฟไม่สามารถไหลเข้าไปในช่อง บันไดหนีไฟ ได้ ซึ่งมีความเร็วลมที่ผ่านประตูหนีไฟโดยที่ชั้นที่ 1 เปิดประตูค้างๆไว้ ในขณะเดียวกันชั้นที่ 2 – 22 ปิดประหนีไฟแล้วบันทึกค่าลม ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความเร็วลมประตูหนีไฟ กรณี 3

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Sm3/hr.	**Sm3/hr.**	**Sm3/hr.**
ชั้น 1	8,511	8,501	8,847
ชั้น 3	1,192	1,191	908
ชั้น 6	1,192	1,191	908
ชั้น 9	1,192	1,191	908
ชั้น 12	1,192	1,191	908
ชั้น 15	1,192	1,191	908
ชั้น 18	1,192	1,191	908

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ชั้น	บันไดหนีไฟ 1	บันไดหนีไฟ 2	โถงลิฟต์ผจญเพลิง
	Sm3/hr.	Sm3/hr.	Sm3/hr.
ชั้น 20	1,192	1,191	908
ชั้น 22	1,192	1,191	908

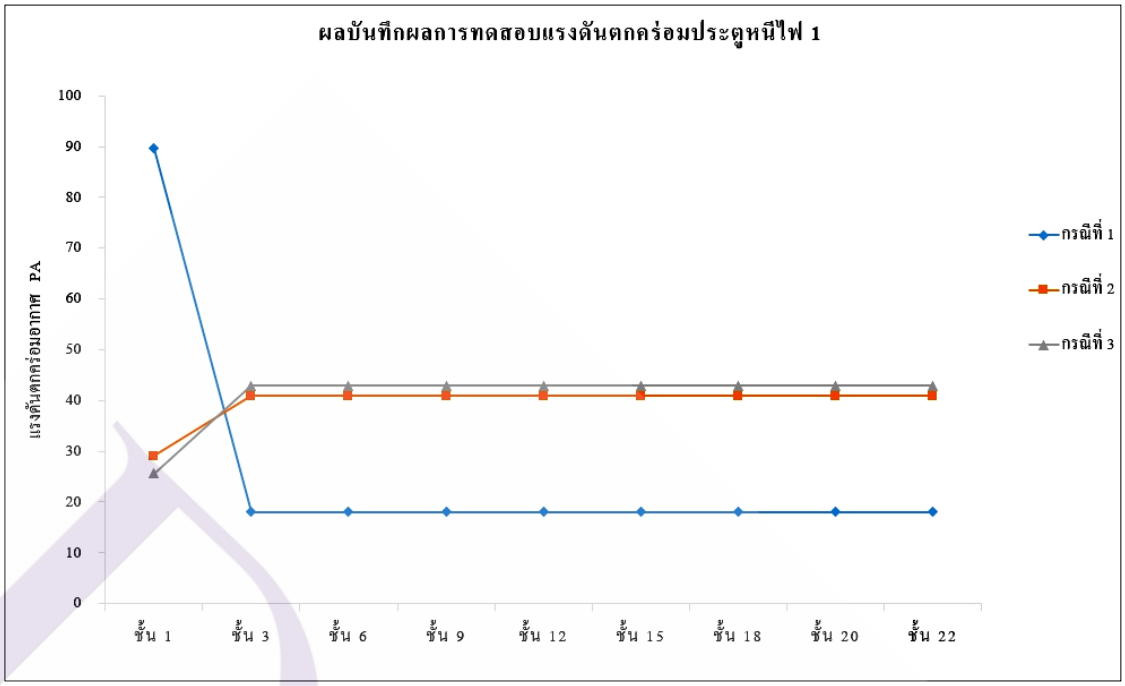
จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าความร็วของลมที่ชั้นที่ 1 เริ่มมีประมาณมากลดน้อยกว่ากรณีที่ 1 เนื่องจากลมได้กระจายไปในชั้นที่ 2- 22 จากาการเพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่อง ในแต่ละชั้น ซึ่งทำให้ชั้นที่ 2 – 22 มีปริมาณลมเพิ่มขึ้นมากกว่า กรณีที่ 2 ในปริมาณเล็กน้อย

4.3 วิเคราะห์ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ

จากการออกแบบระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟทั้ง 3 กรณี เมื่อตั้งสมมติฐานสถานการณ์เลวร้าย (Worst Case) ให้มีเหตุการณ์เพลิงไหม้แล้วผู้ใช้อาคารอพยพออกจากอาคารโดยบันไดหนีไฟที่ 1 และบันไดหนีไฟที่ 2 ซึ่งมี การเปิดประตูทิ้งไว้ที่ชั้นล่างสุด พบว่าในกรณีที่ 1 มีค่าความแตกต่างของความดันในช่องโถงลิฟต์ผจญเพลิงชั้นที่ 2-22 เมีค่าต่ำมีค่าต่ำสุด 15.67 Pa จึงทำให้ไม่สามารถต้านการไหลของควันไฟเข้าไปโถงลิฟต์ผจญเพลิงได้

เมื่อทำการปรับปรุงการออกแบบระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟใหม่ พบว่าการปรับปรุงที่ทำให้ค่าความ แตกต่างของความดันในทุกช่องทางการไหลที่ทำการวิเคราะห์ยกเว้นในชั้นที่ประตูเปิด มีค่าอยู่ในช่วง 25.0 – 90 Pa และมีค่าไม่ต่ำสุด 25.57 Pa ในชั้น ที่ติดกันกับชั้นที่มีประตูเปิดค้างไว้ ยกเว้นช่องบันไดหนีไฟที่ 2 ชั้นที่ 1 ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างของความดันที่สามารถต้านทานให้ควันไหลเข้ามาในช่องทางอพยพ และผู้อพยพยังสามารถเปิดประตูออกไปสู่ภายนอกอาคารได้อย่าง ปลอดภัย คือการปรับเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่จ่ายเข้าในชั้นต่างๆ

จากการวิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี พบว่า ในกรณีที่ 1 ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟที่ 1 ชั้นที่ 1 มีค่าสูงกว่าชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 22 เนื่องจากไม่มีช่องระบายอากาศของระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ จึงทำให้ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟต่ำ กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ 1 ช่อง เพิ่มทุกชั้น ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงขึ้นและชั้น 1 ยังมีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่องเพิ่มทุกชั้น ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงขึ้นชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 22 ส่วนชั้นที่ 1 ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ ต่ำลง ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ตามภาพที่ 4.1

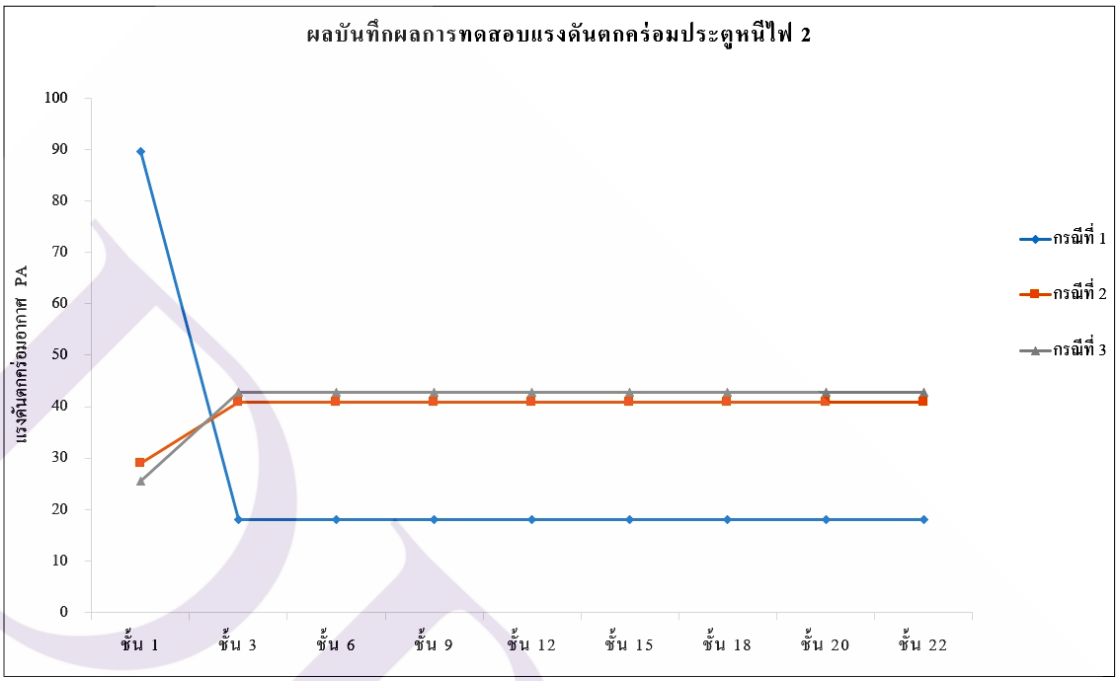


ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ 1

จากภาพที่ 4.1การวิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี ของโถงบันไดหนีไฟที่ 1 พบว่า ในกรณีที่ 1 ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟชั้นที่ 1 มีความดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงกว่าชั้นที่ 2 - 22 เนื่องจากในชั้นไม่มีช่องระบายอากาศออกนอกอาคาร จึงทำให้ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟต่ำ กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ 1 ช่องเพิ่มทุกชั้นในโปรแกรม ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟชั้นที่ 1 ยังมีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ส่วนชั้นที่ 2-22 ความดันตกคร่อมประตูหนีไฟเพิ่มขึ้นเนื่องจากในแต่ละชั้นได้เพิ่มช่องระบายอากาศออกนอกอาคาร กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่องเพิ่มทุกชั้นในโปรแกรม ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ ชั้นที่ 2 - 22 มีค่าแรงดันของอากาศสูงขึ้น เนื่องจากอากาศในแต่ละชั้นสามารถไหลออกนอกอาคารได้สะดวก ส่วนชั้น 1 มีค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟลดลง อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีไม่ค่าต่ำกว่ามาตราฐาน

จากการวิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี พบว่า ในกรณีที่ 1 ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟที่ 1 ชั้นที่ 1มีค่าสูงกว่าชั้น 2 ถึง ชั้น 22 เนื่องจากไม่มีช่องระบายอากาศของระบบพัดลมอัดอากาศบันไดหนีไฟ จึงทำให้ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟต่ำ กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ 1 ช่องเพิ่มทุกชั้น ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงขึ้นและชั้น 1 ยังมีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีอยู่ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่องเพิ่มทุกชั้น ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงขึ้นชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 22 ส่วนชั้นที่

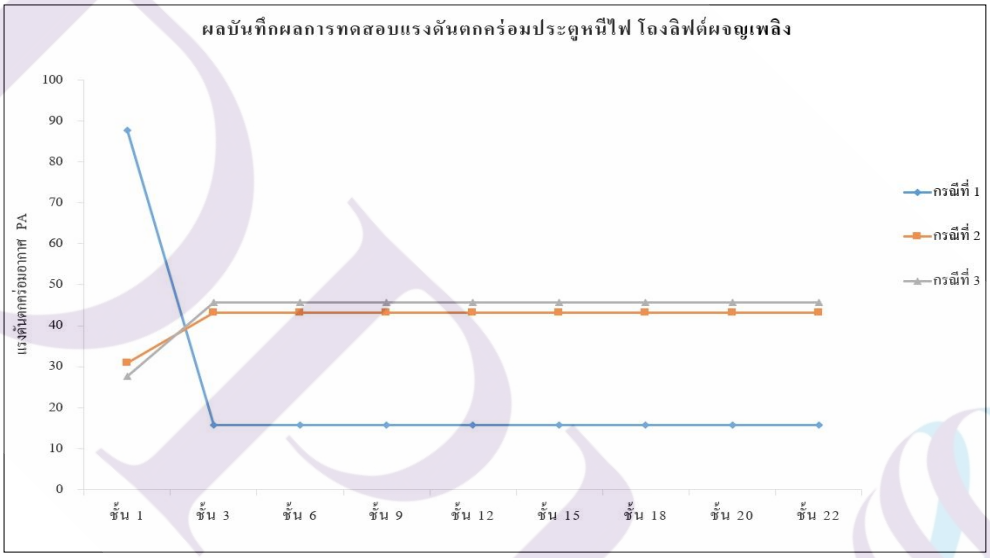
1 ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟอยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Paตาม ภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความดันตกคร่อมบันไดหนีไฟ 2

จากภาพที่ 4.2 การวิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี ของโถงบันไดหนีไฟที่ 2 พบว่า ในกรณีที่ 1 ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟชั้นที่ 1 มีความดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงกว่าชั้นที่ 2 - 22 เนื่องจากในชั้นไม่มีช่องระบายอากาศออกนอกอาคาร จึงทำให้ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟต่ำ กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ 1 ช่องเพิ่มทุกชั้นในโปรแกรม ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟชั้นที่ 1 ยังมีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Paในกรณีชั้นที่ติดกับประตูหนีไฟเปิดค้างไว้ ส่วนชั้นที่ 2-22 ความดันตกคร่อมประตูหนีไฟเพิ่มขึ้นเนื่องจากในแต่ละชั้นได้เพิ่มช่องระบายอากาศออกนอกอาคาร กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่องเพิ่มทุกชั้นในโปรแกรม ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ ชั้นที่ 2 - 22 มีค่าแรงดันของอากาศสูงขึ้น เนื่องจากอากาศในแต่ละชั้นสามารถไหลออกนอกอาคารได้สะดวก ส่วนชั้นที่ 1 มีค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟลดลง อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ตามมาตราฐาน

จากการวิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี พบว่า ในกรณีที่ 1 ค่าความดันตกคร่อมโถงลิฟต์ผจญเพลิง ชั้นที่ 1มีค่าสูงกว่าชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 22 เนื่องจากไม่มีช่องระบายอากาศของระบบพัดลมอัดอากาศโถงลิฟต์ผจญเพลิง จึงทำให้ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟต่ำ กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ 1 ช่องเพิ่มทุกชั้น ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงขึ้นและชั้นที่ 1 ยังมีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่องเพิ่มทุกชั้น ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงขึ้นชั้น 2 ถึง ชั้น 22 ส่วนชั้น 1 ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ตามภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟโถงลิฟต์ผจญเพลิง

จากภาพที่ 4.2 การวิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี ของโถงลิฟต์ผจญเพลิง พบว่า ในกรณีที่ 1 ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟชั้นที่ 1 มีความดันตกคร่อมประตูหนีไฟสูงกว่าชั้นที่ 2 - 22 เนื่องจากในชั้นไม่มีช่องระบายอากาศออกนอกอาคาร จึงทำให้ค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟต่ำ กรณีที่ 2 เพิ่มช่องระบายอากาศ 1 ช่องเพิ่มทุกชั้นในโปรแกรม ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟชั้นที่ 1 ยังมีค่าความดันตกคร่อมประตูหนีไฟ อยู่ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ส่วนชั้นที่ 2-22 ความดันตกคร่อมประตูหนีไฟเพิ่มขึ้นเนื่องจากในแต่ละชั้นได้เพิ่มช่องระบายอากาศออกนอกอาคาร กรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศ 2 ช่องเพิ่มทุกชั้นในโปรแกรม ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟ ชั้นที่ 2 - 22 มีค่าแรงดันของอากาศสูงขึ้น เนื่องจากอากาศในแต่ละ

ชั้นสามารถไหลออกนอกอาคารได้สะดวก ส่วนชั้นที่ 1 มีค่าแรงดันตกคร่อมประตูหนีไฟลดลง อยู่ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ตามมาตราฐาน

4.4 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์จากกรณีที่ 3พบว่าอาคารที่ใช้ทำการศึกษามีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟ 1 บันไดหนีไฟ 2 โถงลิฟต์ ดับเพลิง เริ่มสูงขึ้นในชั้น 2-22 ซึ่งค่าต่ำสุดที่พบอยู่ที่บันไดหนีไฟ 1 ชั้น 1 มีค่าเท่ากับ 10.36 Paใน กรณีนี้ค่าความแตกต่างของความดันที่ตกคร่อมประตูหนีไฟ ในช่วงค่าแนะนำคือค่าอยู่ในช่วง 25 – 90 Pa ซึ่งมีพบว่าการปรับปรุงที่ทำให้ค่าความแตกต่างของความดันในทุกช่องทางการไหลที่ทำการวิเคราะห์ยกเว้นในชั้นที่ประตูเปิด ซึ่งมีรายละเอียดตำแหน่ง และอัตราการ ไหลของอากาศ

ซึ่งผลจาการจำลองใช้โปรแกรม CONTAM มีข้อจำกัดของการใช้โปรแกรม จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้โปรแกรม CONTAM ในการจำลองการเคลื่อนที่ของควันในอาคารสูงในสถานการณ์ที่ไม่มีวิธีทางกลในการควบคุมควันในบันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคาร มีแต่วิธีธรรมชาติโดยช่องระบายอากาศ ที่มีพื้นที่อย่างน้อย 1.4 m^2 ไม่สามารถที่จะป้องกันให้ควันเคลื่อนเข้าสู่ช่องบันไดหนีไฟได้ เนื่องจากค่าความแตกต่าง ของความดันสูงสุดมีค่าเพียง 2.66 Pa และทิศทางการเคลื่อนที่ของควันนั้นมีลักษณะเคลื่อนเข้าในช่องบันไดหนีไฟด้วย อิทธิพลของค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร ตามทฤษฎี Stack effect เมื่อทำการจำลองการเคลื่อนที่ของควันในสถานการณ์ที่มีวิธีทางกลโดยระบบอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟ และลิฟต์ดับเพลิง พบว่าค่าความแตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นสามารถต้านการไหลของควันเข้าสู่ช่องบันไดหนีไฟและลิฟต์ดับเพลิงได้ ซึ่งยังพบอีกว่าเมื่อมีการกำหนดสถานการณ์ให้มีการปิดประตูของบันไดหนีไฟทุกประตู ค่าอัตราการ ไหลของอากาศที่จ่ายเข้าสู่ระบบอัดอากาศที่สามารถสร้างระดับความดันในช่องบันไดหนีไฟและลิฟต์ดับเพลิงให้อยู่ ในช่วง 38.6 – 90 Pa ซึ่งเป็นค่าการออกแบบที่ปลอดภัย นั้นมีค่าน้อยกว่าอัตราการไหลของอากาศที่ต้องจ่ายเข้าสู่ ระบบอัดอากาศในสถานการณ์ที่มีการเปิดประตูบันไดหนีไฟค้างไว้เพื่อให้มีค่าความแตกต่างของความดันในช่วง 38.6 – 90 Pa และมีค่าไม่ตำกว่า 12.5 Pa ในชั้นที่ติดกันกับชั้นที่มีประตูเปิดค้างไว้

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้โปรแกรม CONTAM ในการจำลองระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟและโถงลิฟต์ดับเพลิง เป็นวิธีที่ทำได้สะดวก และให้ผลการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว แม้จะปรับปรุงค่าการออกแบบของระบบหลายครั้ง ก็สามารถที่จะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าความแตกต่างของความดันได้ในทุก ๆ ขั้นตอนของการปรับปรุงการออกแบบด้วยระยะเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งผลจากการจำลองโดยใช้โปรแกรม CONTAM นั้น สามารถนำเสนอต่อผู้ดูแลอาคารเพื่อนำไปปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้โปรแกรม CONTAM ในการจำลองการเคลื่อนที่ของควันในอาคารสูง ในสถานการณ์ที่ไม่มีวิธีทางกลในการควบคุมควันในบันไดหนีไฟที่อยู่ภายในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้โปรแกรม CONTAM ในการจำลองระบบอัดอากาศและปรับปรุง การออกแบบระบบอัดอากาศในบันไดหนีไฟของอาคารสูง 22 ชั้น โดยโปรแกรม CONTAM เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของควันในช่องบันไดหนีไฟและอัตราการไหลของอากาศที่ต้องจ่ายให้กับระบบอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าอาคารสูง 22 ชั้น ทำการศึกษามีค่าความแตกต่างของความดันในช่องบันไดหนีไฟทั้ง 3 กรณี โดยกรณีที่ 1 เป็นการจำลองโดยใช้ของมูลของอาคารสูง 22 ชั้น ส่วนกรณีที่ 2 เป็นการปรับปรุงเพิ่มช่องระบายอากาศในแต่ละชั้น จำนวน 1 ช่อง และกรณีที่ 3 เพิ่มช่องระบายอากาศเป็น 2 ช่อง ผลการวิเคราะห์พบว่าในกรณีที่ 2 มีค่าความตกคร่อมประตูหนีไฟดีที่สุด โดย บันไดหนีไฟที่ 1 มีค่าเท่า 40.93 Pa บันไดหนีไฟที่ 2 มีค่าเท่า 40.86 Pa และโถงลิฟต์ผจญเพลิง มีค่าเท่า 43.25 Pa

เมื่อทำการจำลองการเคลื่อนที่ของควันในสถานการณ์ที่มีวิธีทางกลโดยระบบอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟ และลิฟต์ดับเพลิง พบว่าค่าความแตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นสามารถต้านการไหลของควันเข้าสู่ช่องบันไดหนีไฟและ ลิฟต์ดับเพลิงได้ ซึ่งยังพบอีกว่าเมื่อมีการกำหนดสถานการณ์ให้มีการปิดประตูของบันไดหนีไฟทุกประตู ค่าอัตราการไหลของอากาศที่จ่ายเข้าสู่ระบบอัดอากาศที่สามารถสร้างระดับความดันในช่องบันไดหนีไฟและลิฟต์ดับเพลิงให้อยู่ในช่วง 38.6 – 90 Pa ซึ่งเป็นค่าการออกแบบที่ปลอดภัย นั้นมีค่าน้อยกว่า อัตราการไหลของอากาศที่ต้องจ่าย

เข้าสู่ระบบอัดอากาศในสถานการณ์ที่มีการเปิดประตูบันไดหนีไฟค้างไว้เพื่อให้มีค่าความแตกต่างของความดันในช่วง 38.6 – 90 Pa และมีค่าไม่ต่ำกว่า 12.5 Pa ในชั้นที่ติดกันกับชั้นที่มีประตูเปิดค้างไว้

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับศึกษาต่อไป

5.2.1 ควรนำปัจจัยเรื่อง wind effect หรือผลกระทบจากแรงลมมาพิจารณาในการออกแบบระบบควบคุมควันในอาคารด้วย

5.2.3 ในการวิจัยนี้ไม่ได้ออกแบบพัดลมอากาศให้กับช่องบันไดหนีไฟ ทำแต่เพียงหาค่าอัตราการไหลของ อากาศที่ชั้นต่างๆของอาคารเท่านั้น ควรพิจารณาถึงเรื่องความสูญเสียความดัน ในระบบท่อจ่ายอากาศร่วมด้วยเพื่อที่จะ สามารถหาขนาดของพัดลมที่เหมาะสมในการควบคุมควันไฟในช่องบันไดหนีไฟ

5.2.4 ควรพิจารณาเรื่องต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ในการที่จะออกแบบระบบควบคุมควันให้ได้ผลดีและประหยัดงบในการลงทุนและบำรุงรักษา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

คณะอนุกรรมาการมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล พ.ศ. 2547 – 2550. (2559). มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย EIT Standard 3002-51 . กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ตุลย์ มณีวัฒนา. (2546). *การออกแบบระบบอัดอากาศช่องบันไดหนีไฟ.* บทความวิชาการ, 4(4), 58-87. สืบค้น จาก http://www.acat.or.th/download/acat_or_th/journal-4/04%20-%2004.pdf

ธนาชัย จงสมชัย และ พิชัย กฤชไมตรี. (2555). *โปรแกรมช่วยออกแบบระบบควบคุมควันไฟภายในอาคาร*. [ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์]. วิศวกรรมสาร มก., 25(79), 65-71.

สาริณี ชมภู และคณะ. (2561). *การจำลองระบบอัดอากาศของบันไดหนีไฟด้วยโปรแกรม CONTAM.* (การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 5 ประจำปี 2561). นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2555). ข้อกำหนดในการป้องกันอัคคีภัย เล่ม 2 ประตูทนไฟและชุดแผ่นปรับลมสำหรับช่องเปิด. มอก.2541 เล่ม 2 - 2555.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 44407 (2555) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2551. เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดในการป้องกันอัคคีภัย เล่ม 6 ระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟ.

ภาษาต่างประเทศ

John H. Klote and James A. Milke. (2002). Principles of Smoke Management. Georgia : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 63-86.

NFPA. (2000). Recommended Practice for Smoke Control System. NFPA 92A,Massachusetts: National Fire Protection Association.

NFPA. (2000). NFPA 101 Life Safety Codes. Massachusetts: National Fire Protection Association.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ประชา กิ่งมณี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยปทุมธานี ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2556
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	เจ้าของกิจการรับเหมาก่อสร้าง ประชาการช่าง

DPU