

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีด้านอัคคีภัยและธรรมชาติของไฟ

ไฟเป็นปฏิกิริยาทางเคมีในการเติมออกซิเจนของสารใดสารหนึ่งแล้วให้พลังงานความร้อน พลังแสงสว่าง และการเปลี่ยนแปลงตามมา โดยองค์ประกอบของไฟมี 3 ส่วน ดังนี้

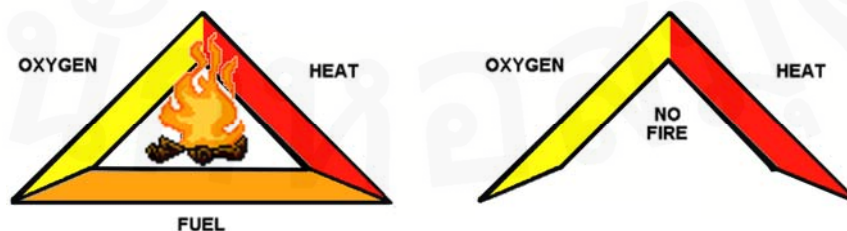
1. ออกซิเจน (oxygen) ไม่ต่ำกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ของบรรยากาศ ซึ่งปกติแล้วจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์
2. เชื้อเพลิง (fuel) ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นไอ หรือก๊าซลอยตัว ซึ่งเชื้อเพลิงที่ไม่มีไอไฟไม่ติด
3. ความร้อน (heat) เพียงพอทำให้เกิดการลุกไหม้ โดยมีอุณหภูมิถึงจุดติดไฟ

เมื่อองค์ประกอบครบ 3 ส่วน ไฟจะทำปฏิกิริยาทางเคมีต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (chain reaction) หรือเรียกว่า สามเหลี่ยมของไฟ (triangle of fire) ดังภาพที่ 2.1 ทั้งนี้ วิธีการดับไฟ สามารถทำได้ 3 วิธี ดังนี้

1. การลดอุณหภูมิ เพื่อใช้เชื้อเพลิงหยุดการคายไอ หรือทำให้เย็นตัวลงต่ำกว่าจุดวาบไฟของเชื้อเพลิงที่กำลังลุกไหม้อยู่
2. การขจัดหรือตัดการหมุนเวียนของเชื้อเพลิง
3. การคลุมดับหรือการทำให้ออกซิเจนในบริเวณที่เกิดไฟลดต่ำกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ของบรรยากาศ

ภาพที่ 2.1

สามเหลี่ยมของไฟ



ที่มา: ธนวัฒน์ ชินรัตน์, 2548. (ดัดแปลง)

2.1.1 ประเภทของไฟ

National Fire Protection Association (NFPA) แบ่งประเภทของไฟไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ไฟประเภท ก หรือ A คือ ไฟที่เกิดจากการลุกไหม้เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ไม้ กระดาษ ผ้า หญ้า ฝาง เป็นต้น ต้องใช้ความร้อนไปเพิ่มอุณหภูมิให้คายไอก่อนจึงจะติดไฟ และสามารถใช้น้ำดับได้ มีสัญลักษณ์เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า พื้นสีเขียว ตัวอักษร A อยู่ตรงกลาง ซึ่งไฟประเภท A สามารถดับโดยการใช้ น้ำ
2. ไฟประเภท ข หรือ B คือ ไฟที่เกิดจากการลุกไหม้เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมันโซลัน โซลัน พาราฟิน จารบี ทินเนอร์ เป็นต้น ซึ่งจะคายไอก่ออยู่ตลอดเวลา มีสัญลักษณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นสีแดง ตัวอักษร B อยู่ตรงกลาง ซึ่งไฟประเภท B สามารถดับโดยการใช้วิธีทำให้ อับอากาศ
3. ไฟประเภท ค หรือ C คือ ไฟที่เกิดจากการลุกไหม้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยังมีกระแสไฟฟ้า ไหลอยู่ เช่น โทรทัศน์ พัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น มีสัญลักษณ์เป็นรูปวงกลม พื้นสีฟ้า ตัวอักษร C อยู่ตรงกลาง ซึ่งไฟประเภท C สามารถดับโดยการใช้เคมีดับเพลิง
4. ไฟประเภท ง หรือ D คือ ไฟที่เกิดจากการลุกไหม้โลหะต่าง ๆ เช่น ยูเรเนียม โซเดียม แมกนีเซียม ผงเหล็ก เป็นต้น มีสัญลักษณ์เป็นรูปดาวห้าแฉก พื้นสีเหลือง ตัวอักษร D อยู่ ตรงกลาง ซึ่งไฟประเภท D สามารถดับโดยการใช้ผงเฉพาะอย่างหรือทรายแห้งกลบ

2.1.2 การแบ่งประเภทของอาคารตามระดับความเสี่ยง

การแบ่งประเภทของอาคารตามระดับความเสี่ยง โดยแบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (เกชา ชีระโกเมน, 2542)

ประเภทที่ 1 สถานที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างเบา ได้แก่ ที่พักอาศัย สำนักงาน สถานศึกษา สโมสร โรงภาพยนตร์ โรงพยาบาล และสถานที่ไฟไหม้อย่างช้ามีควันน้อย หรือไม่ระเบิด

ประเภทที่ 2 สถานที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างปานกลาง ได้แก่ โรงงาน ร้านค้า ร้านซักรีด เวทีการแสดง ห้องสมุดขนาดใหญ่ ตู้ซ่อมรถ และสถานที่ไฟไหม้อย่างปานกลาง มีควัน ปานกลางหรือมาก แต่ไม่เป็นพิษหรือไม่ระเบิดได้

ประเภทที่ 3 สถานที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างร้ายแรง ได้แก่ โรงเลื่อย โรงงาน เฟอร์นิเจอร์ โรงทอผ้า อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมพลาสติก และสถานที่ไฟไหม้อย่างรวดเร็ว หรือมีควัน ซึ่งเป็นพิษหรือระเบิดได้

2.1.3 ระยะและขั้นตอนของการเกิดเพลิงไหม้

ระยะการเกิดไฟไหม้ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ (คณาทัต จันทศิริ, 2549) ดังนี้

1. ไฟไหม้ขั้นต้น คือ ตั้งแต่เห็นเปลวไฟ จนถึง 4 นาที สามารถดับได้ โดยใช้เครื่องดับเพลิงเบื้องต้น แต่ผู้ใช้งานจะต้องเคยฝึกอบรวมการใช้เครื่องดับเพลิงมาก่อน จึงจะมีโอกาสระงับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ไฟไหม้ขั้นปานกลางถึงรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ไปแล้ว 4 - 8 นาที อุณหภูมิสูงมากเกินกว่า 400 องศาเซลเซียส หากจะใช้เครื่องดับเพลิงเบื้องต้น ต้องมีความชำนาญ และต้องมีอุปกรณ์จำนวนมากเพียงพอ จึงควรใช้ระบบดับเพลิงขั้นสูง มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพมากกว่า

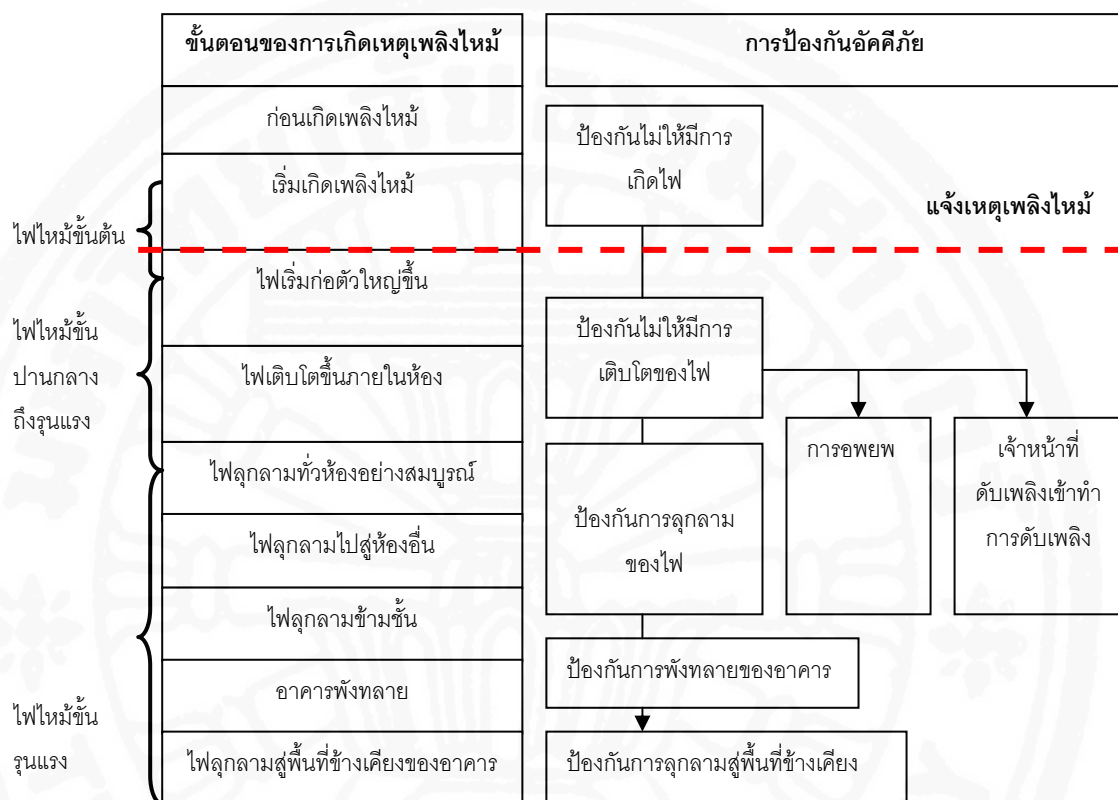
3. ไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และมีเชื้อเพลิงอีกมากมาย อุณหภูมิจะสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส ไฟจะลุกลามขยายตัวไปทุกทิศทางอย่างรวดเร็ว การดับเพลิงจะต้องใช้ผู้ที่ได้รับการฝึก พร้อมอุปกรณ์ในการระงับเหตุขั้นรุนแรง

เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในอาคาร ตั้งแต่ไฟเริ่มก่อตัวขนาดเล็กจนกระทั่งลุกลามใหญ่โตไปยังส่วนอื่น ๆ ของอาคารนั้น การแบ่งระบบการป้องกันอัคคีภัยจะแบ่งตามขั้นตอนการเกิดเพลิงไหม้ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 7 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงเริ่มเกิดเพลิงไหม้
2. ไฟเริ่มก่อตัวใหญ่ขึ้น
3. ไฟลามไปยังพื้นที่อื่น ๆ
4. เริ่มอพยพผู้คนออกจากอาคาร
5. พนักงานดับเพลิงทำการดับเพลิง
6. อาคารเริ่มทรุดและพังทลาย
7. เพลิงลุกลามออกมาภายนอก

ภาพที่ 2.2

ขั้นตอนการเกิดเพลิงไหม้ และระบบป้องกันอัคคีภัย



ที่มา: ประทีป แสงนิล, 2547, น. 14. (ดัดแปลง)

2.2 สาเหตุของความเสียหายและผลกระทบที่เกิดจากอัคคีภัย

เมื่อเกิดอัคคีภัยขึ้นจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยความเสียหายต่อชีวิตของประชาชนและผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

2.2.1 สาเหตุของการเสียชีวิตจากอัคคีภัย

ส่วนใหญ่มิผู้เสียชีวิตเนื่องจากการสูดควันไฟที่ประกอบด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์คลอรีน และสารพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ เนื่องจากอพยพไม่ทัน เกิดการกระจุกตัวของการอพยพ และเกิดความเบียดเสียด และได้รับผลกระทบจากความร้อนจนอาจถูก

ไฟครอกถึงขั้นเสียชีวิต นอกจากนี้ ความร้อนแรงของไฟจะทำลายสิ่งที่อยู่ล้อมรอบที่อยู่ในรัศมีของความร้อน ขอบเขตของการแตกระเบิดและการหลุดพังของอาคารที่เกิดจากการระเบิดหรือถูกความร้อนจนแปรสภาพ ไม่สามารถคงทนอยู่ได้ หรือการดับเพลิงที่ใช้น้ำฉีดไปชั้นบนของอาคาร ถ้าระบายน้ำไม่ทันน้ำจะขังอยู่เป็นจำนวนมาก และจะเพิ่มการรับน้ำหนักมากขึ้นจนไม่สามารถทานได้ ทำให้เกิดการหลุดพังของตัวพื้นอาคารลงมาได้ ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตจากอัคคีภัย

2.2.2 ผลกระทบที่เกิดจากอัคคีภัย

ผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากอัคคีภัยทำให้เกิดการบาดเจ็บและสูญเสียชีวิต อันเนื่องมาจากความร้อน เกิดความเสียหายแก่อาคารสถานที่ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างขึ้นมาใหม่ ทำให้เสียเวลาในการทำงาน และขาดรายได้ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาจากน้ำที่ใช้ในการดับเพลิง เช่น กรณีของการเกิดการไหลนองของน้ำจากชั้นของอาคารในระดับที่เหนือกว่าลงมาจะทำให้ความเสียหายแก่วัตถุสิ่งของที่น้ำไหลผ่าน และทำให้เสียชื่อเสียงต่อสถานประกอบการ ซึ่งหากเกิดไฟไหม้ขึ้นชื่อเสียงของสถานประกอบการนั้นจะตกต่ำลง สาธารณชนจะไม่ให้ความเชื่อถือ ขาดความไว้วางใจต่อสถานชุมชนนั้น สร้างความสูญเสียแก่ธุรกิจการค้า เศรษฐกิจและสังคมของประชาชนและประเทศ โดยรัฐบาลจะขาดรายได้จากภาษีที่สถานประกอบการนั้นจะต้องเสีย รัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านสวัสดิการและด้านสาธารณสุขโรค ทำให้เกิดภาวะการว่างงานของผู้ปฏิบัติงาน

2.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กฎหมายที่เกี่ยวข้องนั้น สามารถแบ่งลักษณะของข้อกฎหมายตามวัตถุประสงค์ของการป้องกันและระงับอัคคีภัยออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. เพื่อประโยชน์ในการแจ้งเตือนและระงับอัคคีภัยขั้นต้น
2. เพื่อประโยชน์ในการอพยพ
3. เพื่อประโยชน์ในการเข้าระงับอัคคีภัยของเจ้าหน้าที่
4. เพื่อประโยชน์ในการป้องกันการลุกลามของไฟ

โดยกฎหมายที่เกี่ยวข้องและกฎหมายว่าด้วยเรื่องของการความปลอดภัยจากอัคคีภัย ในการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. กฎกระทรวงฉบับที่ 18 (พ.ศ. 2530) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ สาระในส่วนที่ว่าด้วยการเพิ่มเติมข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของอาคารในข้อ 21 ทวิ ซึ่งมีสาระว่าต้องมีช่องทางออกสู่ภายนอกขนาดกว้าง 0.60 เมตร ยาว 0.80 เมตร ในกรณีที่มีการติดตั้งลูกกรงเหล็กดัด หรือสิ่งอื่นใดกีดขวางประตูหน้าต่าง ตั้งแต่ชั้นที่ 2 เป็นต้นไป

2. กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ สาระในส่วนที่ว่าด้วยแบบและวิธีการเกี่ยวกับการติดตั้งระบบการป้องกันอัคคีภัย ซึ่งกล่าวถึงลักษณะและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ของอาคาร ป้ายบอกทางหนีไฟ และระบบไฟฉุกเฉินของอาคาร

3. กฎกระทรวงฉบับที่ 47 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้คือสาระในส่วนที่ว่าด้วยแบบและวิธีการเกี่ยวกับการให้อำนาจแก่เจ้าพนักงานท้องถิ่นในการปรับแก้ไขอาคารซึ่งมีลักษณะขัดต่อพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ในมาตรา 8 ไม่ว่าอาคารนั้นจะเป็นการดัดแปลงก่อสร้างก่อนหรือหลัง วันที่พระราชบัญญัติใช้บังคับก็ตามซึ่งสาระการปรับแก้ไขนั้น ว่าด้วยการติดตั้งระบบการป้องกันอัคคีภัย ซึ่งกล่าวถึงลักษณะตำแหน่งของบันไดหนีไฟ ลักษณะการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ของอาคาร ป้ายบอกทางหนีไฟ และระบบไฟฉุกเฉินของอาคาร

ซึ่งหากอาคารดังกล่าวเป็นอาคารที่มีลักษณะผิด ม.8 เจ้าพนักงานสามารถสั่งให้ทำการแก้ไขได้โดยอาศัยอำนาจตาม ข้อ 3 4 และ 5 ของกฎกระทรวงฉบับนี้

4. กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ สาระในส่วนที่ว่าด้วยการกำหนดลักษณะของช่องทางเดินภายในอาคาร บันไดของอาคาร บันไดหนีไฟ ในเรื่องลักษณะ ขนาด ตำแหน่งของบันไดหนีไฟ และที่ว่างภายนอกอาคารในเรื่องระยะเว้นว่างโดยรอบของอาคาร

5. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 มีสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้คือสาระในส่วนที่ว่าด้วยลักษณะของอาคารและการติดตั้งและจัดการระบบต่าง ๆ ซึ่งมีการปรับความเหมาะสมของพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ให้เหมาะสมกับ

ลักษณะกายภาพของอาคารในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ในเรื่องลักษณะของอาคาร เส้นทางการหนีไฟลักษณะตำแหน่งของบันไดหนีไฟ ลักษณะการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ของอาคาร บ้ายบอกทางหนีไฟ และระบบไฟฉุกเฉินของอาคาร

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการหนีไฟ

2.4.1 พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในสถาปัตยกรรม

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการหนีไฟ ซึ่งเป็นสิ่งที่สถาปนิกต้องพิจารณาในการออกแบบ เพื่อความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากที่สุด อันดับแรกสุด คือ ในเรื่องพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในสถาปัตยกรรมนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประการด้วยกัน (Bechtel, 1990 อ้างถึงใน อภิชาติ คุ่มรำไพ, น. 41) คือ การเคลื่อนที่ด้วยความเคยชิน (habitually movement) และการเคลื่อนที่แบบค้นหา (exploratory movement) โดยการเคลื่อนที่ทั้งสองรูปแบบนั้น ในการเคลื่อนไหวอพยพออกจากอาคารผู้ใช้น้อยคนนักที่จะมีสติรู้ถึงการเคลื่อนที่ของตนเอง และแนวคิดด้านพลศาสตร์ฝูงชน (crowd dynamics) โดยการศึกษาของ Still, K. (อ้างถึงใน ณัฐกรณ์ เสฎฐิตต์, 2546, น. 22) กล่าวว่า การเคลื่อนที่ของฝูงชนถูกอธิบายให้เหมือนกับ การไหลไปเหมือนสายน้ำ นอกจากนี้ เส้นทางการออกจากอาคารและการออกแบบตั้งอยู่บนสมมติฐานของกลศาสตร์ของไหลดังนี้

$$\text{ปริมาณการไหล} = \text{ความเร็วเฉลี่ย} \times \text{ความหนาแน่นเฉลี่ย}$$

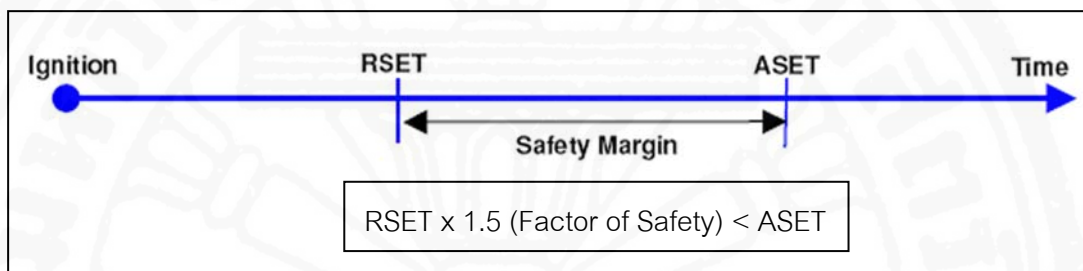
โดยสามารถวัดค่าประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ในการอพยพออกจากอาคารนั้น ได้จากเวลาที่ใช้ในการอพยพ โดยจำแนกค่าเวลาที่เกี่ยวข้องในการอพยพ ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เวลาซึ่งใช้ในการอพยพผู้คนที่ทั้งหมดออกจากอาคาร หรือพื้นที่เกิดอัคคีภัยมายังพื้นที่ปลอดภัย เรียกว่า RSET (Required Safe Egress Time)
 2. เวลาของความร้อนที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มนุษย์ไม่อาจอยู่ได้ และเวลาซึ่งกลุ่มควันขยายตัวขึ้นภายในห้องจนถึงจุดอันตราย เรียกว่า ASET (Available Safe Egress Time)
- ซึ่งค่าเวลา RSET ต้องมีค่าน้อยกว่าค่า ASET จึงจะถือว่าอาคารมีนั้นมีประสิทธิภาพในการอพยพ และมีระดับความปลอดภัยผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ประเทศที่ใช้การวิเคราะห์เชิง

พฤติกรรม ในการออกแบบอาคารเช่น ประเทศออสเตรเลีย จะกำหนดความต่างของเวลาที่ใช้ในการคำนวณขั้นต้นของการออกแบบอาคาร ว่าจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์แห่งความปลอดภัย (safety factor) ไว้ถึง 1.5 ตั้งแต่ในช่วงต้นของการออกแบบ ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3

ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความปลอดภัย



ที่มา: The Council of the City of Sydney, 2006.

2.4.2 ขีดความสามารถของทางหนีไฟ

ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการหนีไฟที่ต้องพิจารณาอีกประการ คือ ขีดความสามารถของทางหนีไฟ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องของความสามารถในการจุคนของอาคารที่มีประสิทธิภาพในการสร้างความปลอดภัยของอาคาร ซึ่งสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2545) ได้กำหนดขนาดพื้นที่ต่อคนไว้สำหรับอาคารชุมนุมดังนี้

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. ห้องเอนกประสงค์ | ต้องมีขนาดพื้นที่ต่อคนไม่น้อยกว่า 1.0 ตารางเมตร |
| 2. ห้องประชุม ห้องสัมมนา | ต้องมีขนาดพื้นที่ต่อคนไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางเมตร |
| 3. พื้นที่แสดงสินค้า | ต้องมีขนาดพื้นที่ต่อคนไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางเมตร |
| 4. สถานที่ชุมนุม | ต้องมีขนาดพื้นที่ต่อคนไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางเมตร |
| 5. พื้นที่หรือห้องเอนกประสงค์ | ต้องมีขนาดพื้นที่ต่อคนไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางเมตร |

ในขณะที่ The Building Center of Japan (2001) ได้กำหนดพื้นที่ต่อคนไว้ว่า อาคารแสดงและโรงชุมนุมควรมีความหนาแน่น 1.5 คนต่อตารางเมตร

2.4.3 ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2545) ได้กำหนดค่าความกว้างของเส้นทางหนีไฟ โดยความกว้างของเส้นทางหนีไฟ ต้องกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และความกว้างสุทธิ ต้องไม่น้อยกว่าค่าในตารางที่ 2.1 คูณกับความจุรวมสำหรับเส้นทางหนีไฟนั้น ทั้งนี้ ขนาดของทางหนีไฟควรมีความสัมพันธ์กับจำนวนทางหนีไฟ

ตารางที่ 2.1

ความกว้างต่อคนเพื่อคำนวณความกว้างของเส้นทางหนีไฟ

กิจกรรมที่ใช้	บันได (มิลลิเมตรต่อคน)	ประตูและทางราบ (มิลลิเมตรต่อคน)
กิจกรรมเสี่ยงอันตรายสูง	18	10
กิจการสวัสดิการสังคม	15	13
กิจกรรมอื่น ๆ	8	5

2.4.4 จำนวนทางหนีไฟ

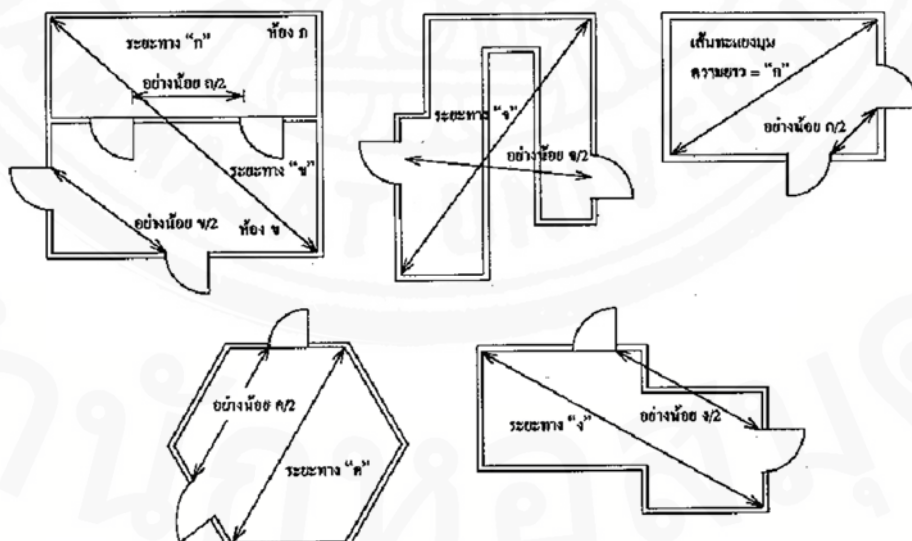
อาคารหรือส่วนของอาคารที่สามารถเข้าใช้งานได้ทุกชั้น หรือทุกห้องต้องจัดให้มีทางหนีไฟอย่างน้อย 1 ทาง และหากเป็นอาคารใดหรือห้องใดที่มีความจุคนตั้งแต่ 500 ถึง 999 คน จะต้องมียังหนีไฟไม่น้อยกว่า 3 ทาง หรือหากเป็นอาคารใดหรือห้องใดที่มีความจุคนตั้งแต่ 1,000 คน ขึ้นไป จะต้องมียังหนีไฟไม่น้อยกว่า 4 ทาง โดยคำนึงถึงการจัดวางเส้นทางหนีไฟ

2.4.5 การจัดวางเส้นทางหนีไฟ

1. เส้นทางไปสู่ทางหนีไฟและช่องทางหนีไฟ ต้องจัดวางในตำแหน่งที่คนสามารถหนีไฟได้ตลอดเวลา
2. พื้นที่ซึ่งไม่สามารถเข้าสู่ทางหนีไฟได้โดยตรง ต้องจัดให้มีทางไปสู่ทางหนีไฟอย่างน้อย 2 ทางจากพื้นที่ดังกล่าวไปสู่ทางหนีไฟโดยไม่ผ่านห้องอื่นใด ยกเว้นช่องทางเดิน ห้องโถงและทางตันหรือทางบังคับที่ยอมให้ตามมาตรฐานนี้

3. พื้นที่ที่มีทางหนีไฟมากกว่า 1 ทาง ทางหนีไฟแต่ละทางต้องอยู่ห่างกัน เพื่อป้องกันกรณีเกิดเพลิงลุกไหม้หรือเหตุฉุกเฉินไปกันทางหนีไฟมากกว่า 1 ทาง
4. พื้นที่ซึ่งต้องมีทางหนีไฟ หรือทางไปสู่ทางหนีไฟ 2 ทาง ระยะระหว่างกันต้องเท่ากับหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเส้นทะแยงมุมสูงสุดของพื้นที่หรือห้องนั้น ๆ โดยวัดจากขอบของทางหนีไฟ หรือทางไปสู่ทางหนีไฟด้านใกล้กัน กรณีทางหนีไฟถูกเชื่อมต่อกันด้วยช่องทางเดินที่ปิดล้อมด้วยวัสดุทนไฟ ระยะห่างระหว่างกันของทางหนีไฟให้วัดตามแนวช่องทางเดินนั้น
5. การจัดวางทางหนีไฟและทางไปสู่ทางหนีไฟต้องไม่ให้เกิดทางตัน ยกเว้นทางตันหรือทางบังคับที่ยอมให้ตามมาตรฐานนี้
6. ทางไปสู่ทางหนีไฟต้องไม่ผ่านครัว ห้องเก็บของ ห้องน้ำ ตู้เก็บเสื้อผ้า ห้องทำงาน ห้องนอน หรือพื้นที่ใช้งานในลักษณะเดียวกัน หรือห้องอื่น ๆ ที่อาจมีการลือคประตุ
7. ทางหนีไฟและทางไปสู่ทางหนีไฟต้องออกแบบและจัดวางในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่าย มองเห็นได้ชัดเจน ไม่ซับซ้อนทำให้สับสน ห้ามติดตั้งม่านหรือแผงบังตาปิดบังทางหนีไฟ และห้ามไม่ให้ติดตั้งกระจกบนประตูทางหนีไฟและบริเวณใกล้เคียง

ภาพที่ 2.4
การจัดวางเส้นทางหนีไฟ



ที่มา: เกชา ธีระโกเมน, 2542.

2.4.6 ระยะเวลา

ระยะเวลาคือระยะทางจากพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งไปยังทางหนีไฟอย่างน้อย 1 ทางที่ใกล้ที่สุด โดยอาคารชุมนุมคนต้องมีระยะเวลาคงสูงสุด 45 เมตร ในกรณีที่ไม่ได้ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ส่วนในกรณีที่มีการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัตินั้นให้มีระยะเวลาคงสูงสุดได้ 60 เมตร โดยมีระยะทางปลายตันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 6 เมตร

การวัดระยะเวลาคง ให้วัดที่ระดับพื้นตรงกลางทาง โดยเริ่มจากตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่อาจมีคนอยู่ไปจนถึงกลางประตูทางออก กรณีเป็นบันได การวัดระยะให้วัดบนสันของจุกบันได

กรณีบันไดหรือทางลาดเอียงแบบเปิดโล่ง ยอมให้ใช้เป็นส่วนหนึ่งของระยะทางคงรวม คือระยะทางของบันไดหรือทางลาดเอียงจนถึงประตูทางออกภายนอกอาคารรวมกับระยะทางจากตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด ที่อาจมีคนอยู่จนถึงทางลงบันได

กรณีให้มีส่วนปิดล้อมทวนไฟในแนวระดับเชื่อมต่อกับบันไดด้านทางเข้า ระยะเวลาคงเท่ากับระยะทางจากตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่อาจมีคนอยู่จนถึงส่วนปิดล้อม

กรณีบันไดภายนอกอาคารแบบเปิดโล่งไม่มีผนังทวนไฟกันแยก หรือไม่มีการป้องกันช่องเปิดในระยะ 3 เมตร วัดตามแนวระดับ ระยะเวลาคงรวม ต้องรวมระยะทางของบันไดจนถึงระดับชั้นพื้นดินกับระยะทางจากตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่อาจมีคนอยู่จนถึงทางลงบันได

การวัดระยะเวลาคงจากจุดใด ๆ ถึงทางหนีไฟ ประกอบด้วย

1. จากจุดเริ่มต้นภายในพื้นที่หรือห้องใด ๆ ของอาคารที่ใกล้ที่สุด
2. หลังจากออกจากพื้นที่หรือห้องใด ๆ วัดระยะไปตามแนวเส้นทางเดินที่จะนำไปสู่ทางหนีไฟหากมีอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางใด ๆ จะต้องวัดระยะโดยอ้อมหลบสิ่งกีดขวางนั้นไปบนทางเดิน
3. ในกรณีที่บันไดหรือทางลาดเอียงใด ๆ ที่ไม่มีการปิดล้อม เพื่อป้องกันควันและไฟ หรือการปิดล้อมไม่สมบูรณ์ ระยะทางภายในเส้นทางเดินส่วนนี้ จะถูกรวมเป็นระยะเวลาคงด้วย
4. จุดสิ้นสุดจะอยู่ ณ ตำแหน่งที่เข้าสู่ทางหนีไฟหรือพื้นที่ปลอดภัย หรือที่สาธารณะระดับพื้นดิน

ภาพที่ 2.5
การวัดระยะสัญญาณของบันได



ที่มา: อัสวิน นววงศ์, 2546, น. 17.

2.5 ทฤษฎีพื้นฐานในการคำนวณ

หลักการเบื้องต้นสำหรับการออกแบบในเรื่องการหนีไฟ (อัสวิน นววงศ์, 2546) จะต้องคำนวณเวลาใน 2 องค์ประกอบต่อไปนี้

1. การคิดเวลาที่ออกจากห้องในแต่ละห้อง
2. การคิดเวลาที่ออกจากห้องแต่ละห้องไปถึงบันไดหนีไฟ หรือบริเวณนิรภัยของอาคาร หรือพื้นที่ปลอดภัยภายนอกอาคาร

2.5.1 หลักในการคำนวณเวลาที่ใช้ในการหนีไฟออกจากแต่ละห้อง

1. ในแต่ละชั้นจะต้องทำการคำนวณทุกห้องถึงเวลาที่เกิดขึ้น แต่ยกเว้นกรณีที่ ห้องนั้นเป็นห้องเครื่อง ห้องปั๊มน้ำ ห้องเย็น ห้องแช่แข็งและอาคารจอดรถแบบใช้เครื่องกล (อาคารจอดรถที่ใช้ลิฟต์ในการจอดรถ) หรือเป็นห้องที่ไม่มีคนอยู่ในห้องนั้นเป็นเวลานาน เช่น ทางเดิน บันได ห้องน้ำ ทางเข้า โถงหน้าลิฟต์หนีไฟ ทางรถยนต์ผ่าน ห้องทำความสะอาด บันไดเลื่อน ห้องอาบน้ำ ห้องต้มน้ำ เป็นต้น

2. เวลาซึ่งใช้ในการอพยพผู้คนที่ทั้งหมดออกจากอาคารหรือพื้นที่เกิดอัคคีภัยมายังพื้นที่ปลอดภัย เรียกว่า RSET (Required Safe Egress Time) โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา ดังสมการที่ 2.1

$$RSET = T \text{ Start} + T \text{ Travel} + T \text{ Queue} \quad \text{สมการที่ 2.1}$$

T Start คือ เวลาตั้งแต่เกิดไฟลุกไหม้จนกระทั่งมนุษย์เริ่มรับรู้ได้ ซึ่งในแต่ละห้องมีค่าเวลาไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของห้อง

T Travel คือ เวลาที่ใช้เดินทางจากตำแหน่งมุมที่ไกลที่สุดในห้องไปสู่ประตูทางออก

T Queue คือ เวลาที่ใช้กระจุกตัวกันที่หน้าทางออกประตูห้อง

3. เวลาของความร้อนที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มนุษย์ไม่อาจอยู่ได้ และเวลาซึ่งกลุ่มควันขยายตัวขึ้นภายในห้องจนถึงจุดอันตราย เรียกว่า ASET (Available Safe Egress Time)

4. เปรียบเทียบค่าเวลา RSET และ ASET โดยค่าเวลา RSET จะต้องมีย่าน้อยกว่า ASET ในระดับที่ยอมรับได้จึงจะถือว่ามีความปลอดภัย

2.5.2 การคำนวณเวลาที่ใช้ในการหนีไฟออกจากแต่ละห้อง

1. การคำนวณ T Start ดังสมการที่ 2.2

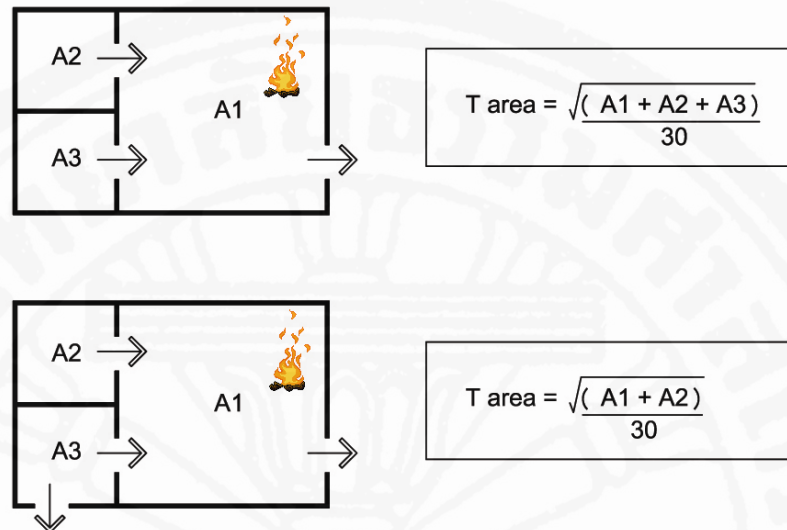
$$T \text{ Start} = \sqrt{\frac{\sum \text{Area}}{30}} \quad \text{สมการที่ 2.2}$$

Area คือ พื้นที่ทั้งหมดภายในห้อง (ตารางเมตร)

สำหรับการคิดพื้นที่ให้พิจารณาตำแหน่งที่ประตูทางออกที่ติดกับโถงทางเดินเป็นหลัก โดยยึดหลักที่ว่าหากห้องใดที่ไม่มีประตูทางออกติดกับโถงทางเดินให้รวมคิดพื้นที่ห้องนั้นรวมกับห้องที่มีประตูออกสู่ทางเดิน ดังภาพที่ 2.6

ภาพที่ 2.6

หลักการคิดเวลาของทุกห้องออกไปยังบันไดหนีไฟ



2. การคำนวณ T Travel ดังสมการที่ 2.3

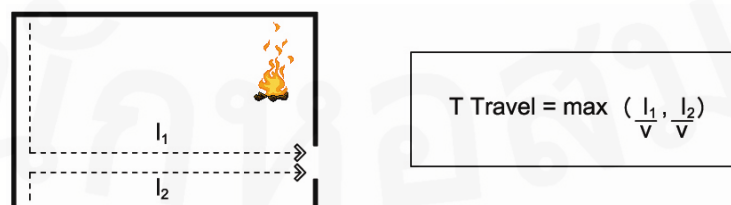
$$T \text{ Travel} = \max \left(\frac{l_1}{V}, \frac{l_2}{V} \right)$$

สมการที่ 2.3

จากสมการที่ 2.3 เป็นการหาเวลาจากระยะทางที่ไกลที่สุดจากมุมห้องมายังตำแหน่งของประตูห้อง โดยเอาตำแหน่งที่ไกลที่สุด มาพิจารณาหาเวลาที่เกิดขึ้น

ภาพที่ 2.7

การคิดหาระยะทางไกลที่สุดออกจากห้อง



l = ระยะทางจากมุมห้องมายังกึ่งกลางประตูหนีไฟ (หน่วยต่อเมตร)

V = ความเร็วในการเดินของคน (หน่วยต่อเมตรต่อวินาที)

จากภาพที่ 2.7 จะได้ค่า $T_{Travel} = l/v$ และอัตราการเดินของคนสำหรับอาคารชุมนุม
มีค่าดังตารางที่ 2.2

3. การคิด T_{Queue} ดังสมการที่ 2.4

$$T_{Queue} = \frac{\sum P_{Area}}{\sum N_{eff} B_{eff}}$$

สมการที่ 2.4

จากสมการที่ 2.4 เป็นเวลาที่ใช้ในการออกจากห้องของกลุ่มคนที่กระจุกตัวกันที่หน้า
ปากประตูทางออกห้อง

ตาราง ที่ 2.2

ค่าความเร็วของคน (v) ในกรณีต่าง ๆ กัน

ลักษณะกิจกรรม	ส่วนของอาคาร	ทิศทางการหนีไฟ	ความเร็วในการเดิน (เมตรต่อนาที)
อาคารชุมนุม	บันได	เดินขึ้น	27
		เดินลง	36
	ที่นั่ง		30
	พื้นที่ราบอื่น ๆ		60

T_{Queue} คือ เวลาที่ใช้ทั้งหมดของกลุ่มคน (นาที)

P คือ ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (คนต่อตารางเมตร)

$Area$ คือ พื้นที่ของห้อง (ตารางเมตร)

N_{eff} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนไหลผ่านช่องเปิด (คนต่อนาที-เมตร)

B_{eff} คือ ความกว้างของประตูทางออกที่เหมาะสม (เมตร)

ภาพที่ 2.8

การคิดหาเวลาการกระจุกตัวของกลุ่มคนที่ประตูทางออก



$$T_{\text{Queue}} = \frac{\sum P_{\text{Area}}}{\sum N_{\text{eff}} B_{\text{eff}}}$$

โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนไหลผ่านช่องเปิด (N_{eff} Effective Flow Factor (eff)) และ crowd flow factor คือ จำนวนคนที่ผ่านช่องกว้าง 1 หน่วย ใน 1 หน่วยเวลา

ตารางที่ 2.3

การหาค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนไหลของช่องเปิด

ทางเดินที่ใช้หนี	ความสามารถในการรองรับ จำนวนคน	ค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนไหลผ่านช่องเปิด
กรณีที่ทางออกของห้องติด กับระดับพื้นภายนอกอาคาร		$N_{\text{eff}} = 90$
กรณีอื่น ๆ	$\sum \frac{A_{\text{co}}}{a_n} > \sum p A_{\text{load}}$ $\sum \frac{A_{\text{co}}}{a_n} < \sum p A_{\text{load}}$	$N_{\text{eff}} = 90$ $N_{\text{eff}} = \max \left(\frac{80 B_{\text{neck}} \sum A_{\text{co}} / a_n}{B_{\text{room}} \sum p A_{\text{load}}}, \frac{80 B_{\text{neck}}}{B_{\text{load}}} \right)$

การคำนวณจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการรองรับจำนวนคนของทางเดินที่ติดกับทางออกของห้องนั้น ๆ ดังตารางที่ 2.3

N_{eff} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนไหลของช่องเปิด (จำนวนคนต่อนาที-เมตร)

สำหรับค่าปกติของ คือ 90 คนต่อนาที-เมตร

A_{co} คือ พื้นที่ของทางเดิน (ตารางเมตร)

a_n คือ พื้นที่ของคน 1 คน (ตารางเมตรต่อ 1 คน)

ค่าในทางเดิน 0.3 ตารางเมตรต่อคน

ค่าในบันได 0.2 ตารางเมตรต่อคน

p	คือ ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (คนต่อตารางเมตร)
A _{load}	คือ พื้นที่รวมของห้องที่มีทางออกติดทางเดิน (ตารางเมตร)
B _{neck}	คือ ค่าที่น้อยกว่าระหว่าง ความกว้างของทางออกของห้องกับทางออกทางเดิน เฉพาะทางออกไปสู่บันไดหนีไฟ หรือระดับพื้นนอกอาคาร (เมตร)
B _{room}	คือ ความกว้างของทางออกห้อง (เมตร)
B _{load}	คือ ความกว้างรวมของห้องที่มีทางออกติดทางเดิน (เมตร)

2.5.3 เวลาปลอดภัยในการอพยพออกจากอาคาร

ในงานวิจัยครั้งนี้ เรียกว่า ASET (Available Safe Egress Time) คือ เวลาที่มีให้ในการอพยพอย่างปลอดภัย โดยคำนวณจากค่าการลุกลามของควันและไฟ โดยการคำนวณ ASET ต้องพิจารณา

1. กำหนดกรณีการเกิดเพลิงไหม้ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติการลุกไหม้ของวัสดุในแต่ละพื้นที่ รูปร่างของพื้นที่ จำนวนช่องเปิด การเชื่อมต่อการป้องกันเพลิงไหม้ และผลกระทบต่อการเกิดเพลิงไหม้
2. กำหนดรูปแบบเพลิงไหม้ โดยการกำหนดประเภทของเพลิงไหม้และพิจารณาผลกระทบจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ระหว่างเพลิงไหม้

2.6 การเข้าระงับเหตุและการเข้าช่วยเหลือโดยเจ้าหน้าที่

จากการสอบถามและสัมภาษณ์ นายธนาพันธ์ ชินรัตน์ (2549) ผู้เชี่ยวชาญด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัยสามารถสรุปลักษณะข้อมูลด้านระยะ และการเข้าระงับเหตุเพลิงไหม้ได้ดังต่อไปนี้

2.6.1 การเข้าระงับเหตุเพลิงไหม้

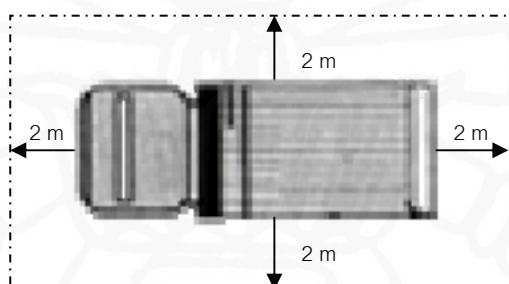
การเข้าระงับเหตุเพลิงไหม้หลังจากได้รับแจ้งเหตุแล้ว เจ้าหน้าที่จะใช้เวลาในการเดินทางเวลาจนถึงที่เกิดเหตุในระยะทางต่าง ๆ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพการจราจรในขณะเกิดเหตุดังต่อไปนี้

1. ระยะทาง 1 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง ประมาณ 1 นาที
2. ระยะทาง 3 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง ประมาณ 1 นาที 30 วินาที
3. ระยะทาง 5 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง ประมาณ 2 นาที 30 วินาที

พื้นที่รอบระดับเพลิงที่ใช้เข้าจุดขณะปฏิบัติงานระดับอัคคีภัยควรมีพื้นที่อย่างน้อย ด้านละ 2 เมตรรอบตัวรถ เพื่อความคล่องตัวในการปฏิบัติหน้าที่

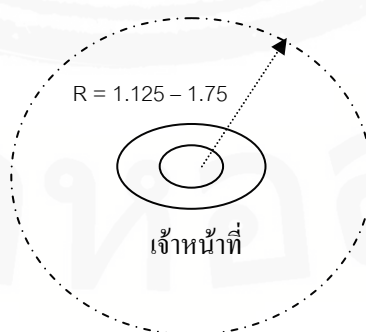
พื้นที่ซึ่งใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ รัศมีรอบตัวที่น้อยและสะดวกที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.125 – 1.75 เมตร ดังภาพที่ 2.10 โดยทีมหัวฉีดน้ำ (hose team) ปกติ จะมีพนักงานดับเพลิง ตั้งแต่ 3 คน หรือมากกว่าในการควบคุมการปฏิบัติการ

ภาพที่ 2.9
พื้นที่รอบตัวรถขณะปฏิบัติงาน



หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย, 24 กรกฎาคม 2549.

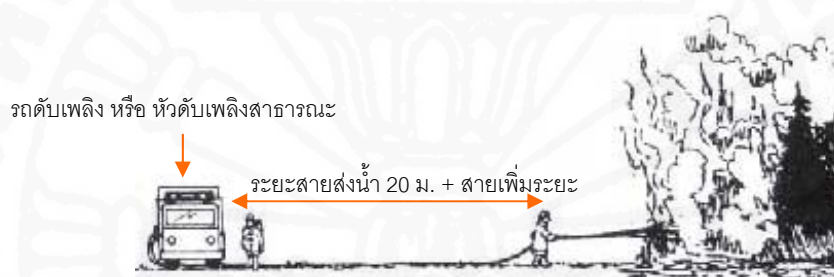
ภาพที่ 2.10
ภาพแสดงพื้นที่ขณะปฏิบัติงานรอบตัวเจ้าหน้าที่



หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย, 24 กรกฎาคม 2549.

ความยาวของสายส่งน้ำดับเพลิงตามมาตรฐานประเทศไทย มีความยาวอยู่ที่ 20 -30 เมตร โดยความยาวของสายส่งน้ำที่เจ้าหน้าที่ใช้ปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่จะมีความยาวอยู่ที่ 20 เมตร ซึ่งระยะของการต่อสายส่งน้ำดับเพลิงจากหัวดับเพลิงสาธารณะ (hydrant) หรือรถดับเพลิงถึงหัวฉีดขึ้นอยู่กับสภาพที่เกิดเหตุ หากหัวดับเพลิงสาธารณะอยู่ไกลเกินกว่าระยะของสายดับเพลิงนั้น สามารถต่อสายส่งน้ำเพิ่มระยะออกไปอีกได้

ภาพที่ 2.11
ระยะการต่อสายส่งน้ำ

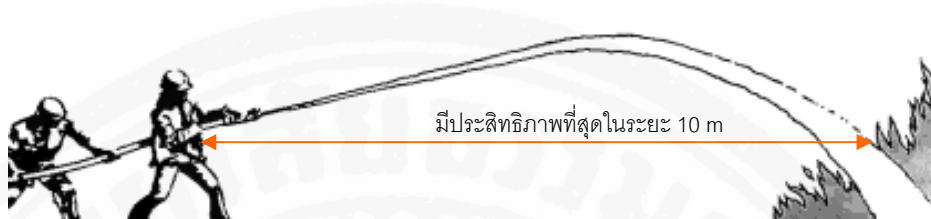


หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย, 24 กรกฎาคม 2549.

ลักษณะการปรับหัวฉีดน้ำมี 3 ลักษณะ ดังนี้

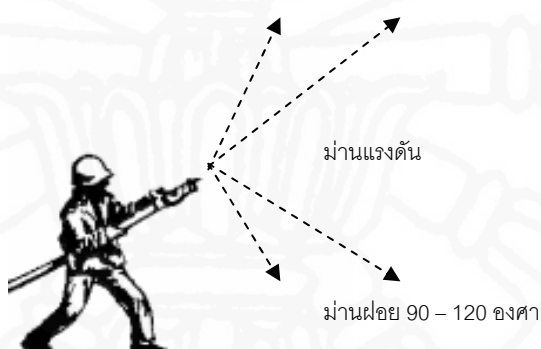
1. ชีดตรง เพื่อฉีดในระยะไกล ลดความร้อนให้กับบริเวณใกล้เคียง โดยระยะการฉีดน้ำเพื่อทำการดับเพลิงในลักษณะการฉีดตรงนั้นที่ความดัน 100 PSI สามารถฉีดได้ไกล 35 เมตร ระยะหวังผลที่มีประสิทธิภาพที่สุดในระยะ 10 เมตร และระยะการฉีดโฟมเพื่อทำการดับเพลิงในลักษณะการฉีดตรงที่ความดัน 100 PSI สามารถฉีดได้ไกล 25 เมตรและมีประสิทธิภาพที่สุดในระยะ 10 เมตร
2. ม่านแรงดัน เพื่อใช้ทำเป็นที่กำบัง ผลักความร้อน เปลวไฟ และควันไฟออกเมื่อเริ่มเข้าทำการดับเพลิง
3. ม่านฝอย ม่านน้ำจะฉีดออกทำมุมประมาณ 90-120 องศา ประโยชน์เพื่อป้องกันความร้อน และเปลวควันไฟให้กับพนักงานดับเพลิงที่เข้าทำการดับเพลิง

ภาพที่ 2.12
การฉีดน้ำในลักษณะการฉีดตรง



หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย, 24 กรกฎาคม 2549.

ภาพที่ 2.13
การฉีดน้ำในลักษณะการฉีดม่านแรงดันและม่านฝอย



หมายเหตุ: จำลองภาพโดยผู้วิจัย, 24 กรกฎาคม 2549.

2.6.2 การเข้าช่วยเหลือโดยเจ้าหน้าที่

เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จนถึงระยะไฟไหม้ปานกลาง คือ หลังจากเริ่มเกิดเหตุเพลิงไหม้ไปแล้วประมาณ 4 - 8 นาที ซึ่งมีลักษณะการเกิดไฟไหม้ที่ยากเกินกว่าที่จะทำการดับเพลิงขั้นต้น เจ้าหน้าที่ดับเพลิงหรือเจ้าหน้าที่ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจะเข้ามามีบทบาทในการเข้าระงับเหตุ และเข้าช่วยเหลือในขั้นต่อมา ซึ่งต้องอาศัยอุปกรณ์และความเชี่ยวชาญในการเคลื่อนย้ายที่ถูกต้อง เจ้าหน้าที่จะทำการคัดแยกผู้ป่วยตามลักษณะอาการ พร้อมทั้งทำการช่วยเหลือตามลักษณะอาการป่วยและอุปกรณ์ (ดังภาคผนวก ข.) ซึ่งขนาดช่องทางในการเข้าช่วยเหลือนี้ ควรขอให้ทำการช่วยเหลือทุกรูปแบบ เมื่อเทียบลักษณะการช่วยเหลือกับค่ามาตรฐานแล้วช่องทางการ

เข้าทำการช่วยเหลือ ควรมีความกว้างอย่างน้อย 1 - 1.7 เมตร เพื่อให้การเข้าช่วยเหลือในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 การติดต่อลุกลามของอัคคีภัยและการป้องกัน

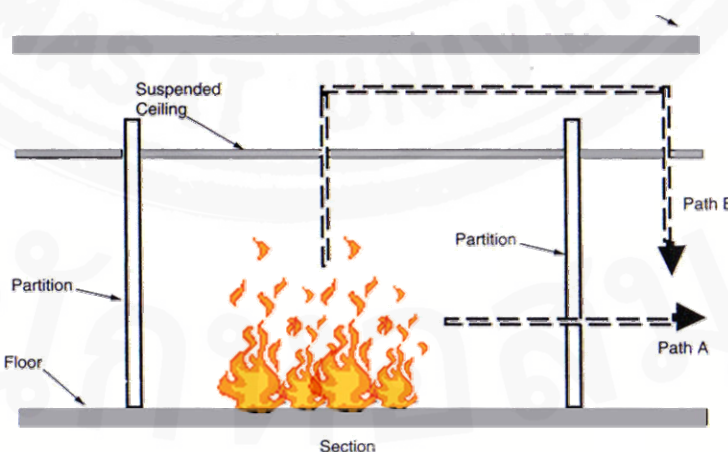
2.7.1 การติดต่อลุกลาม

อาคารเป็นการรวมหน่วยของที่ว่างเข้าไว้ด้วยกัน โดยมีลักษณะการใช้งานแต่ละพื้นที่แตกต่างกันออกไป โดยลักษณะการใช้งานเป็นตัวกำหนดการกีดกันที่ว่างส่วนต่าง ๆ ให้ออกมาเป็นปริมาตร วัสดุที่กีดกันที่ว่างสามารถหน่วงเวลาหรือหยุดการติดต่อลุกลามของอัคคีภัยได้ การติดต่อลุกลามของไฟจากห้องหนึ่งไปยังห้องอีกห้องหนึ่ง เกิดจากการเคลื่อนที่ผ่านผนังและช่องว่างได้ไฟ ดังภาพที่ 2.14 ซึ่งการติดต่อลุกลามสามารถจำแนกออกเป็น 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การนำความร้อน (conduction)
2. การพาความร้อน (convection)
3. การส่งรังสีความร้อน (radiation)
4. การกระเด็นหรือลอยไปตกของลูกไฟ

ภาพที่ 2.14

การติดต่อลุกลามของอัคคีภัยผ่านผนังและฝ้าเพดาน



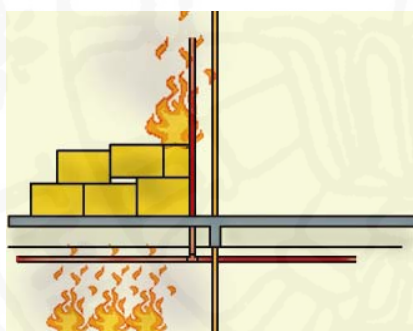
ที่มา: Fitzgerald, Robert W., 2004, p. 20. (ดัดแปลง)

2.7.2 การป้องกันการติดต่อกลulam

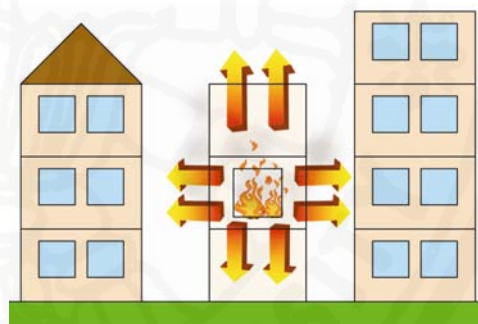
การป้องกันการติดต่อกลulamในเบื้องต้นสามารถทำได้โดยการใช้วัสดุของอาคารซึ่งเป็นวัสดุทนไฟ ในส่วนของพื้น ผนัง เสา คาน บันได และฝ้าเพดาน ซึ่งมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง โดยหากสร้างติดต่อกันต้องมีผนังทนไฟทุกระยะ 5 คูหา หรืออย่างน้อยทุกระยะ 20 เมตร ซึ่งเป็นลักษณะของการแบ่งพื้นที่ป้องกัน และการแบ่งพื้นที่ป้องกันควรทำในอาคารชุมนุม โดยใช้การจัดแบ่งโซนความเสี่ยงในการเกิดอัคคีภัย เพื่อกระทำการป้องกัน ดังภาพที่ 2.16 และ การใช้การปิดล้อมเพื่อป้องกันไม่ให้ช่องเปิดระหว่างชั้นหรือระหว่างห้องของอาคารเป็นช่องทางการแพร่กระจายของควันไฟ เปลวไฟ และความร้อน ดังภาพที่ 2.17

ภาพที่ 2.15

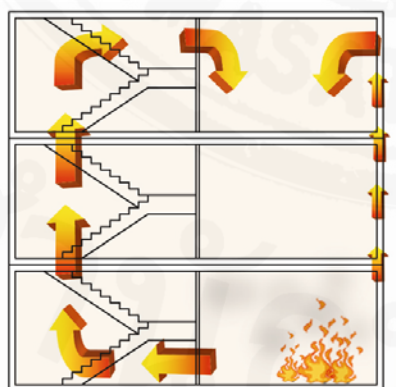
การติดต่อกลulamของอัคคีภัยโดยวิธีการต่างๆ



1. การนำความร้อน



3. การส่งรังสีความร้อน



2. การพาความร้อน



4. การกระเด็นหรือลอยไปตกของลูกไฟ

ที่มา: ธนวัฒน์ ชินรัตน์, 2548. (ดัดแปลง)

ภาพที่ 2.16

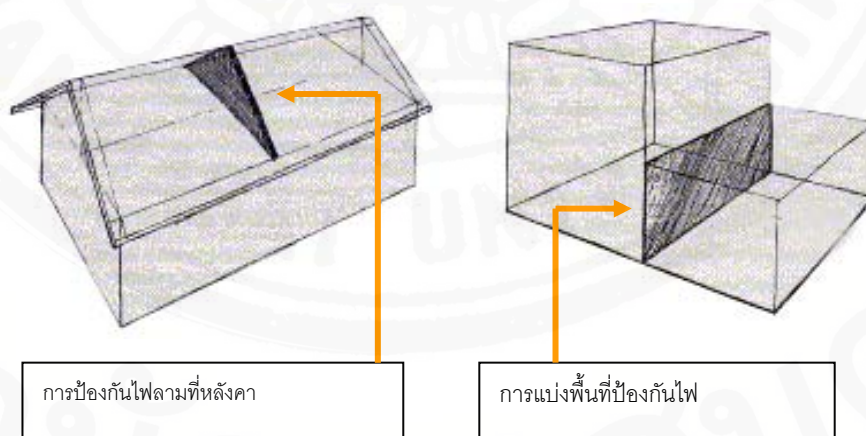
การป้องกันติดต่อกลุลามของอัคคีภัยโดยใช้การจัดแบ่งโซนความเสี่ยง



ที่มา: Fitzgerald, Robert W., 2004, p. 21

ภาพที่ 2.17

การป้องกันติดต่อกลุลามของอัคคีภัย



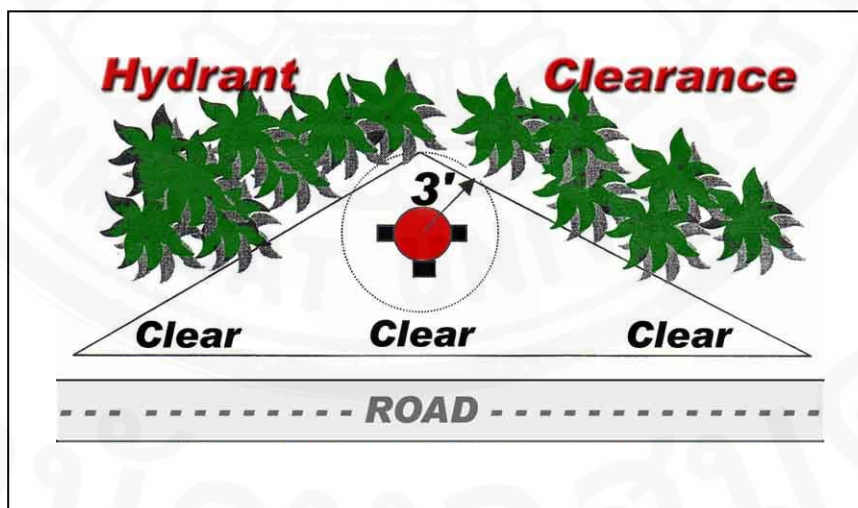
ที่มา: เกชา ชีระโกเมน, 2542.

2.8 องค์ประกอบเสริมเพื่อป้องกันการติดต่อกลุลามของอัคคีภัยและการระงับเหตุ

องค์ประกอบอื่น ๆ ในการเสริมสร้างความปลอดภัยแก่อาคารชุมนุม ได้แก่ หัวดับเพลิงสาธารณะ และการจัดวางตำแหน่งหัวดับเพลิง (hydrant) เพื่อความปลอดภัยเจ้าของอาคารชุมนุม ควรกำหนดตำแหน่งหัวดับเพลิง และประสานงานกับการประปาฯ การติดตั้งหัวดับเพลิงเพื่อใช้ในการส่งน้ำดับเพลิงให้กับอาคาร โดยตำแหน่งที่ติดตั้งหัวดับเพลิงต้องห่างจากอาคารที่ป้องกันไม่น้อยกว่า 12 เมตร (50 ฟุต) ซึ่งการวางระยะห่างนี้หากมาสามารถทำได้ อนุโลมให้ติดตั้งใกล้อาคารได้โดยให้พิจารณาติดตั้งใกล้กับส่วนที่เป็นผนังทึบของอาคารหรือใกล้กับส่วนที่เป็นบันได หรือ มุมอาคาร ซึ่งผนังดังกล่าวในส่วนนี้ต้องไม่พังลงมาโดยง่ายเมื่อถูกไฟเผาไหม้ ซึ่งระยะห่างระหว่างหัวดับเพลิงแต่ละหัวจะต้องห่างกันไม่เกินกว่า 150 เมตร (500 ฟุต) โดยจัดสภาพแวดล้อมรอบหัวดับเพลิง ให้โล่งปราศจากสิ่งกีดขวางและกีดขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ 3 ฟุต หรือ 90 เซนติเมตร ในมุมมองจากถนนหน้าหัวดับเพลิงสาธารณะนั้น ดังภาพที่ 2.18

ภาพที่ 2.18

การจัดสภาพแวดล้อมเปิดโล่งบริเวณหัวดับเพลิงสาธารณะ



ที่มา: Miami Township, 2006.

2.9 แบบจำลองการอพยพหนีไฟ

แบบจำลองการอพยพหนีไฟ (Erica Kuligowski, 2005) เป็นเครื่องมือที่ช่วยคำนวณเวลาที่ใช้ในการอพยพ ให้มีความสมจริง และเห็นภาพรวมของการอพยพที่เกิดขึ้น โดยแบบจำลองอพยพทั้งหมดที่มีการวิจัยและพัฒนานั้น มีอยู่ทั้งสิ้น 30 แบบจำลอง โดยแบบจำลองทั้งหมดประกอบด้วย แบบจำลองที่เล็กใช้แล้ว และกำลังจะเลิกใช้ จำนวน 6 แบบจำลอง ได้แก่ E-SCAPE, Magnetic Model, VEGAS, BFIRE- 2, EgressPro และ Takahashi's Fluid แบบจำลองที่ยังไม่ได้รับอนุญาตให้นำออกมาใช้งานในขณะนี้ จำนวน 5 แบบ จำลอง ได้แก่ SGEM, Egress Complexity, EXIT89, BGRAF และ EvacSim นอกจากนี้ยังเป็นแบบจำลองที่อยู่ระหว่างการพิจารณาอนุญาตให้ใช้งานได้ จำนวน 6 แบบจำลอง ได้แก่ PathFinder, EESCAPE, Myriad, ALLSAFE, CRISP และ EGRESS 2002 ทำให้เหลือแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการใช้งานในปัจจุบันเพียง 13 แบบจำลองเท่านั้น ซึ่งใน 13 แบบจำลองนี้มีความเหมาะสมกับอาคารแต่ละประเภทแตกต่างกันไป โดยแบบจำลองที่มีความเหมาะสมต่ออาคารชุมนุมในงานวิจัยนั้น มีอยู่ 7 แบบจำลอง ได้แก่ STEPS, PedGo, Simulex, GridFlow, ASERI, BidEXO และ Legion

แบบจำลองที่มีอยู่ทั้งหมดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันโดยสามารถแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีการจำลอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

- 1) แบบจำลองที่พิจารณาพฤติกรรมของผู้อพยพ เพิ่มเติมจากการเคลื่อนที่ไปสู่ทางออก รวมทั้งการตัดสินใจ และตอบสนองต่อสภาวะการณ์ภายในอาคาร
- 2) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของผู้อพยพจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งทางออกหรือบริเวณที่ปลอดภัย ซึ่งถือเป็นกุญแจสำคัญในการแสดงพื้นที่แออัด การเกิดคิว หรือบริเวณคอขวดในอาคาร
- 3) แบบจำลองที่คำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพเป็นหลักมีการจำลองพฤติกรรมบางส่วน เช่น การคำนวณเวลาก่อนเริ่มอพยพสำหรับผู้อพยพรายบุคคล หรือการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของผู้อพยพ

2. การแบ่งกริดโครงสร้าง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะได้แก่

- 1) แบบจำลองที่แบ่งพื้นที่อาคารออกเป็นกริดขนาดเล็ก โดยผู้อพยพเคลื่อนที่ระหว่างกริด และสามารถจำลองสิ่งกีดขวางได้

2) แบบจำลองที่แบ่งพื้นที่อาคารออกเป็น ส่วน เช่น ห้อง ระเบียง บันได โดยผู้อพยพ เคลื่อนที่ระหว่างส่วน

3) แบบจำลองที่พิจารณาพื้นที่อาคารเป็นพื้นที่ต่อเนื่องในระนาบ 2 มิติ โดยผู้อพยพสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และสามารถจำลองสิ่งกีดขวางได้

3. มุมมองของแบบจำลองและผู้อพยพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะได้แก่

1) มุมมองของแบบจำลองต่อผู้อพยพ ได้แก่

(1) แบบจำลองมองผู้อพยพเป็นกลุ่มเคลื่อนที่สู่ทางออก

(2) แบบจำลองติดตามข้อมูลการเคลื่อนที่ของผู้อพยพรายบุคคลตลอดช่วง

เวลา

2) มุมมองของผู้อพยพต่ออาคาร ได้แก่

(1) ผู้อพยพทราบข้อมูลทางหนีทั้งหมดของอาคาร รวมทั้งทางออกที่ดีที่สุด

(2) ผู้อพยพไม่ทราบข้อมูลทางหนีทั้งหมดของอาคาร และต้องตัดสินใจเลือก

ทางหนีจากข้อมูลเฉพาะหน้า

4. พฤติกรรมของผู้อพยพ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ลักษณะได้แก่

1) แบบจำลองพิจารณาเฉพาะการเคลื่อนที่เท่านั้น

2) แบบจำลองสามารถพิจารณาพฤติกรรมของผู้อพยพบางส่วน เช่น เวลาล่าช้า

เป็นต้น

3) แบบจำลองสามารถกำหนดเงื่อนไขของพฤติกรรมของผู้อพยพต่อสภาพแวดล้อม

4) แบบจำลองที่พยายามจำลองพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้อพยพ

5) แบบจำลองสามารถกำหนดความน่าจะเป็นสำหรับเงื่อนไขของพฤติกรรม

5. การเคลื่อนที่ของผู้อพยพ สามารถแบ่งการพิจารณาได้เป็น 11 ลักษณะได้แก่

1) แบบจำลองคำนวณความเร็วและการไหลของผู้อพยพจากความหนาแน่นของ

พื้นที่

2) แบบจำลองซึ่งให้ผู้ใช้งานกำหนดค่าความเร็ว การไหล และความหนาแน่น ของแต่ละพื้นที่อาคาร

3) แบบจำลองที่พิจารณาให้ผู้อพยพเป็นวงกลมที่มีระยะน้อยที่สุดจากสิ่งกีดขวางและผู้อพยพบุคคลอื่น

4) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพตามค่าศักย์ของแต่ละกริด โดยผู้ใช้ สามารถกำหนดค่าศักย์ได้

- 5) แบบจำลองที่พิจารณาให้ผู้อพยพสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งกริดที่ว่างอยู่
- 6) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพตามเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม

ในอาคาร

- 7) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพตามสมการการเคลื่อนที่เช่น การเคลื่อนที่ของของไหล หรือสนามแม่เหล็ก
- 8) แบบจำลองที่อาศัยแบบจำลองอื่นคำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพ
- 9) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่จากสิ่งที่เรียนรู้ระหว่างการอพยพ ซึ่งสามารถแสดงเพียงบริเวณพื้นที่ที่ติดขัด หรือบริเวณคอขวดเท่านั้น
- 10) แบบจำลองที่พิจารณาการเคลื่อนที่ของผู้อพยพแบบปราศจากอุปสรรคเท่านั้น
- 11) แบบจำลองที่คำนวณการเคลื่อนที่ของผู้อพยพระหว่างกริดโดยอาศัยการทยอย

ถูกเต่า

6. การพิจารณาผลจากเพลิงไหม้ มีทั้งแบบจำลองที่สามารถจำลองการเกิดเพลิงไหม้ได้ แบบจำลองที่ไม่พิจารณาผลจากการเกิดเพลิงไหม้ หรือดึงข้อมูลเพลิงไหม้จากแบบจำลองอื่น และแบบจำลองที่ให้ผู้ใช้อป้อนข้อมูลเพลิงไหม้ที่เวลาต่าง ๆ ระหว่างการอพยพ

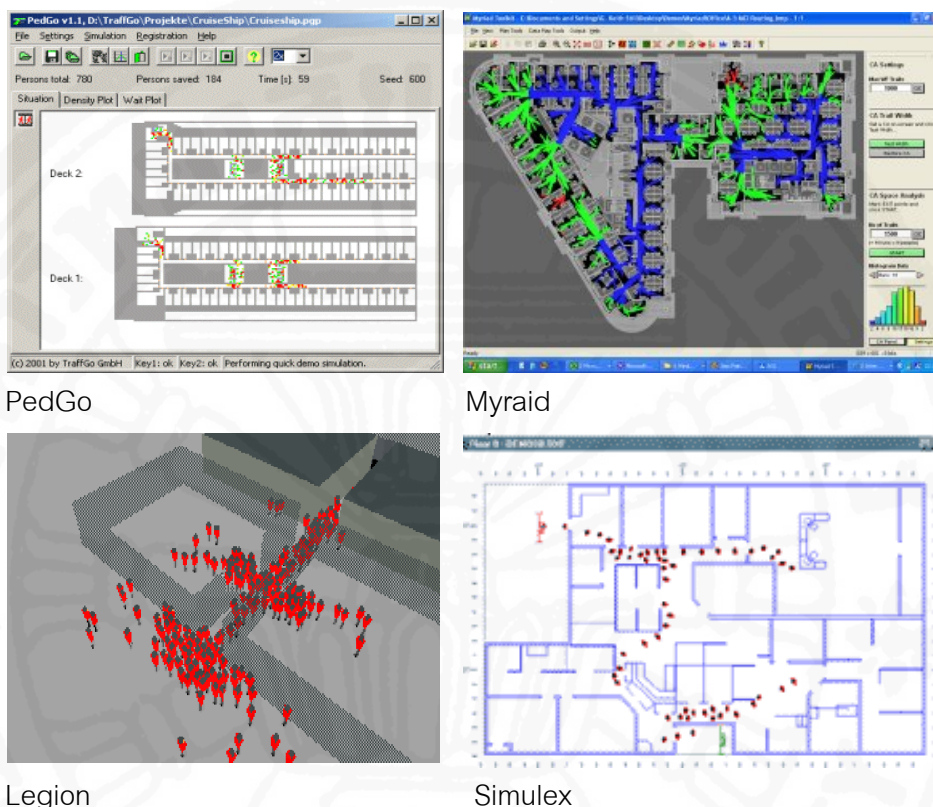
7. การใช้งานร่วมกับโปรแกรม CAD โดยมีทั้งแบบจำลองที่สามารถดึงข้อมูลจากไฟล์ CAD ได้ และแบบจำลองที่ไม่สามารถดึงข้อมูลจากไฟล์ CAD ได้ นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองที่อยู่ระหว่างการพัฒนาให้สามารถดึงข้อมูลจากไฟล์ CAD ได้

8. การแสดงผลในแบบจำลองมีลักษณะแตกต่างกัน โดยสามารถแสดงผลแบบกราฟิกใน 2 หรือ 3 มิติได้ ดังภาพที่ 2.19 และแบบจำลองที่ไม่สามารถแสดงผลแบบกราฟิกได้ โดยให้ผลเป็นตัวเลข

9. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง มีหลายลักษณะเช่นแบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องกับข้อกำหนดทางกฎหมาย หรือเปรียบเทียบกับผลการทดลองอพยพ เทียบเคียงกับงานวิจัยในอดีต เปรียบเทียบความถูกต้องกับแบบจำลองอื่น หรือมีการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้ตรวจสอบ

ภาพที่ 2.19

การแสดงผลของแบบจำลองการอพยพหนีไฟ



หมายเหตุ: เปรียบเทียบโดยผู้วิจัย, 7 พฤษภาคม 2550.

จากข้อจำกัดด้านงบประมาณของผู้วิจัย จึงเลือกแบบจำลอง Simulex ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่ออาคารชุมนุม เพื่อเป็นเครื่องมือในการทำวิจัย โดยแบบจำลอง Simulex ที่นำมาใช้งานมีข้อจำกัดภายใต้สมมติฐานดังต่อไปนี้

1. ลักษณะผู้ใช้งานอาคารเป็นเพียงตัวบุคคล ไม่มีการถือสัมภาระขณะทำการอพยพ
2. ความเร็วในการอพยพ แปรตามระยะห่างของผู้อพยพ
3. ผู้อพยพตัดสินใจเลือกทางออกจากทิศทางที่สั้นที่สุด จากแผนที่ระยะทาง โดยผู้อพยพเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องไม่ย้อนกลับ หรือตัดสินใจไปยังทิศทางอื่นหลังจากตัดสินใจเลือกเส้นทางไปแล้ว โดยการคำนวณไม่รวมเวลาก่อนเริ่มการอพยพ
4. ช่องเปิดที่สามารถจำลองได้ต้องมีขนาดใหญ่มากกว่า 0.6 เมตร ขึ้นไป เนื่องจากร่างกายเป็นวัตถุไม่มีความยืดหยุ่นในการเคลื่อนผ่านช่องเปิดขนาดเล็ก