

การตรวจเอกสาร

กฎหมายเกี่ยวกับการป้องกันอัคคีภัย

1. พระราชบัญญัติโรงงาน

พระราชบัญญัติโรงงานมีกฎหมายที่เกี่ยวกับอัคคีภัยที่มีผลบังคับใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

1.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2513) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512

1.3 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2514) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512

1.4 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2530) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512

1.5 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

2. พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย

พระราชบัญญัติวัตถุอันตรายมีกฎหมายที่เกี่ยวกับอัคคีภัยที่มีผลบังคับใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1.1 กฎกระทรวง พ.ศ. 2537 ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

3. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัยในการทำงานสำหรับลูกจ้าง

4. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

พระราชบัญญัติควบคุมอาคารมีกฎหมายที่เกี่ยวกับอัคคีภัยที่มีผลบังคับใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

4.1 กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

4.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

4.3 กฎกระทรวงฉบับที่ 47 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

4.4 กฎกระทรวงฉบับที่ 48 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 เพิ่มเติมความในกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527)

4.5 กฎกระทรวงฉบับที่ 50 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ปรับปรุงกฎกระทรวงฉบับที่ 33

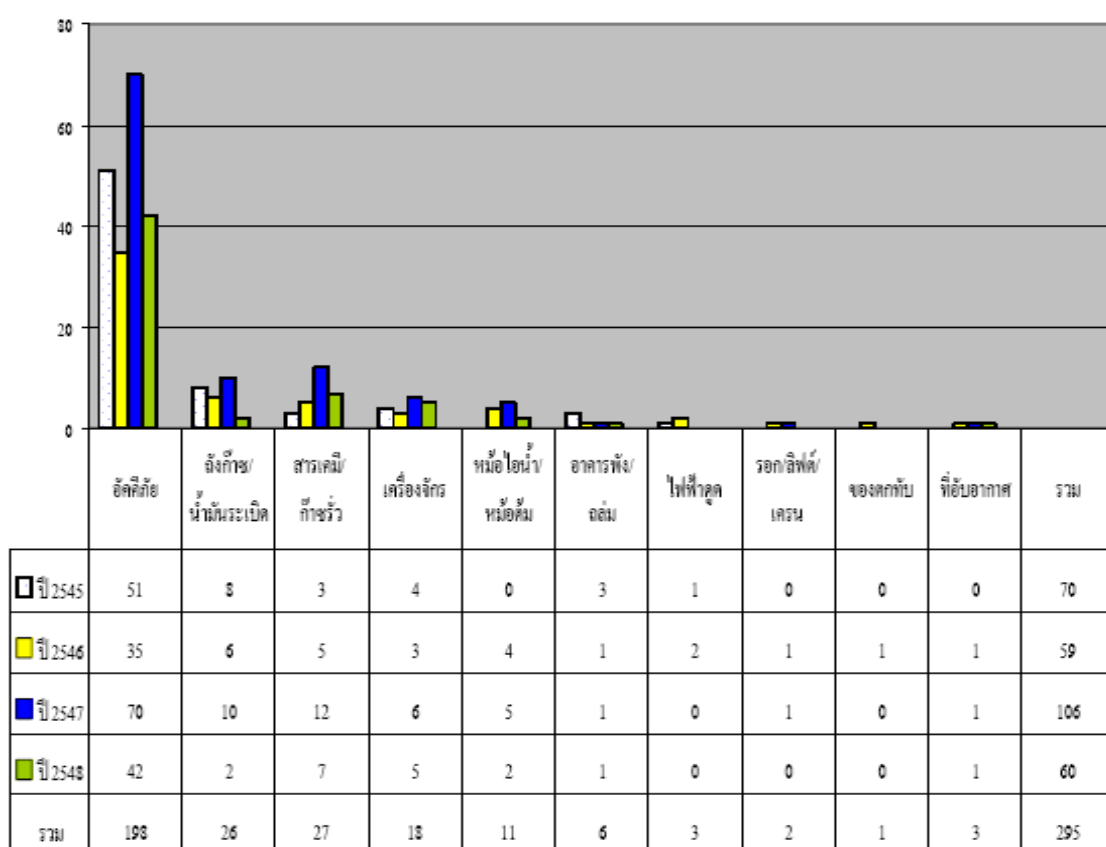
4.6 กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

5. กฎกระทรวงมหาดไทย เรื่องการกำหนดเงื่อนไขในการใช้ การเก็บรักษาและการมีไว้ในครอบครอง ซึ่งสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายและกิจการอันอาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายและการจัดให้มีบุคคลและสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2548

สถิติการเกิดอัคคีภัย

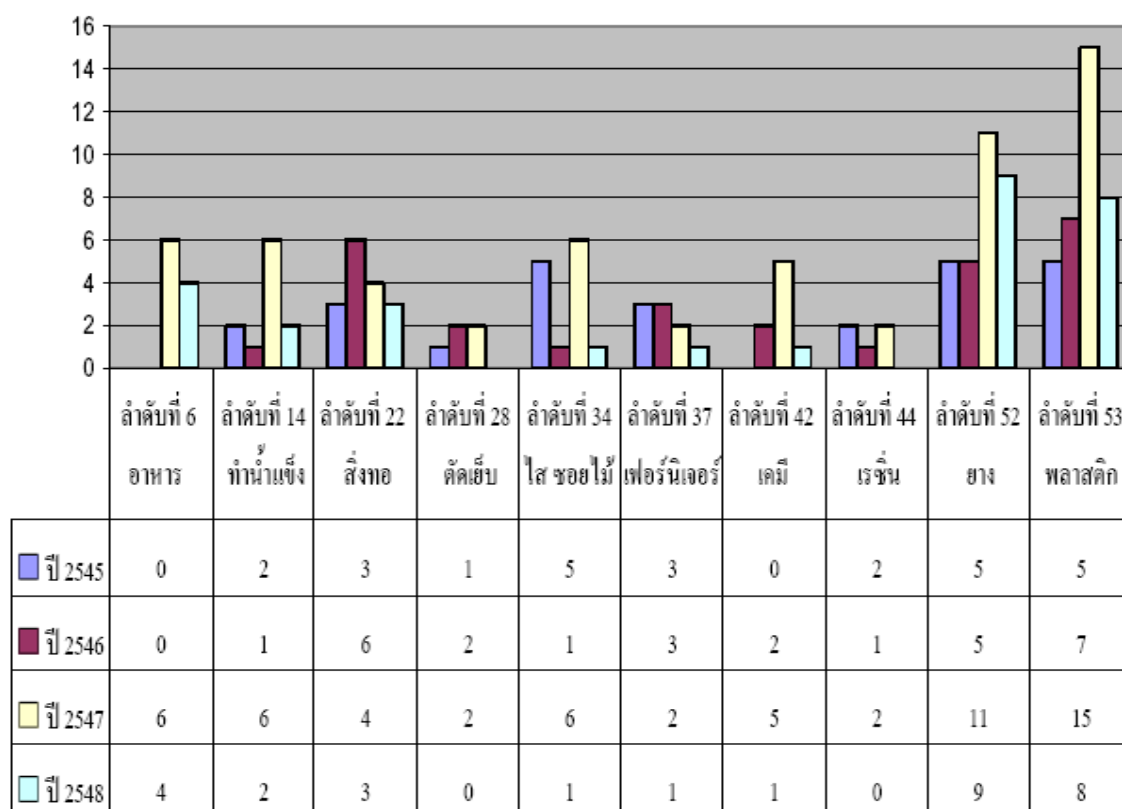
สรุปรายงานอุบัติเหตุและอุบัติภัยในโรงงานอุตสาหกรรม สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย
กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

การเกิดอุบัติเหตุและอุบัติภัยในโรงงานอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี 2545 – 2548 มีทั้งหมด 295 ครั้ง ซึ่งจากทั้งหมดนี้พบว่าอันตรายจากการเกิดอัคคีภัยมีสถิติการเกิดสูงสุด 198 ครั้ง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงสถิติอุบัติเหตุและอุบัติภัยในโรงงานอุตสาหกรรมปี 2545 – 2548
ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2549)

การเกิดอัคคีภัยในโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ปี 2545 – 2548 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม
ลำดับที่ 53 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก มีสถิติการเกิดอัคคีภัยสูงสุด จำนวน 35 ครั้ง
ดังภาพที่ 2



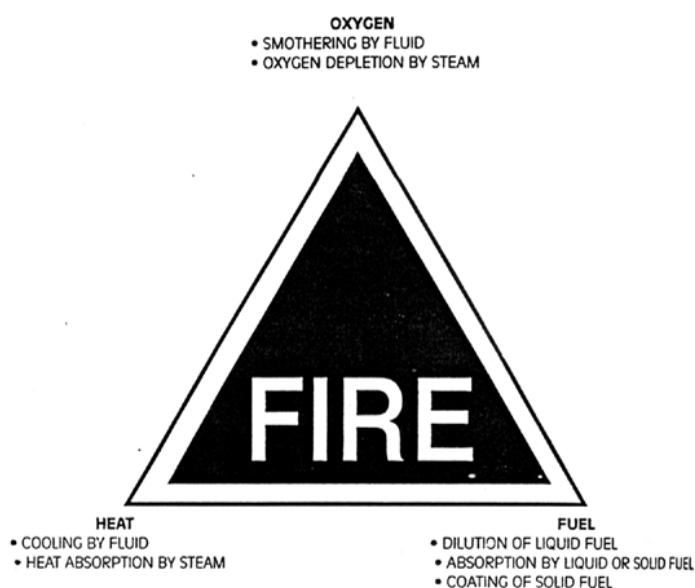
ภาพที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดอัคคีภัย ปี 2545 -2548

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2549)

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอัคคีภัย

Quintiere (1998) อธิบายว่า การเกิดเพลิงไหม้ หรือการเผาไหม้ เป็นปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างเชื้อเพลิง และสารปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิสูง (สารปฏิกิริยาออกซิเดชันที่พบ โดยทั่วไปคือ ออกซิเจนในอากาศ) ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งในระหว่างกระบวนการนั้น จะเกิดการสลายตัวของพันธะเคมี ทำให้เกิดการสร้างอนุใหม่ จากสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิง และออกซิเจน และปลดปล่อยพลังงานออกมาจำนวนหนึ่ง

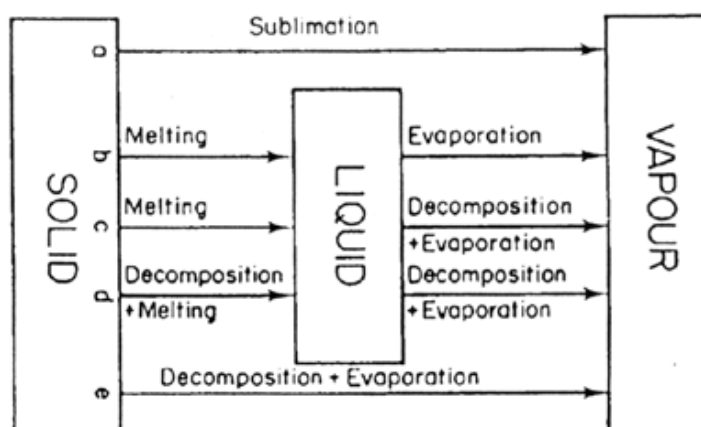
Ladwig (1991) อธิบายว่าสิ่งที่สำคัญต่อการจุดติดไฟ ประกอบไปด้วย ออกซิเจน เชื้อเพลิง และความร้อน ซึ่งทั้งสามสิ่งเปรียบเสมือนกับด้านทั้งสามด้านของสามเหลี่ยม หากมีองค์ประกอบ ที่เหมาะสม ก็จะทำให้เกิดการเผาไหม้ขึ้น แต่หากขาดองค์ประกอบเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ก็จะไม่สามารถทำให้เกิดการเผาไหม้ขึ้นได้ ซึ่งสามารถแสดงถึงการจุดติดไฟ ในรูปสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Triangle) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สามเหลี่ยมของไฟ (Fire Triangle)

ที่มา: Gagnon (1998)

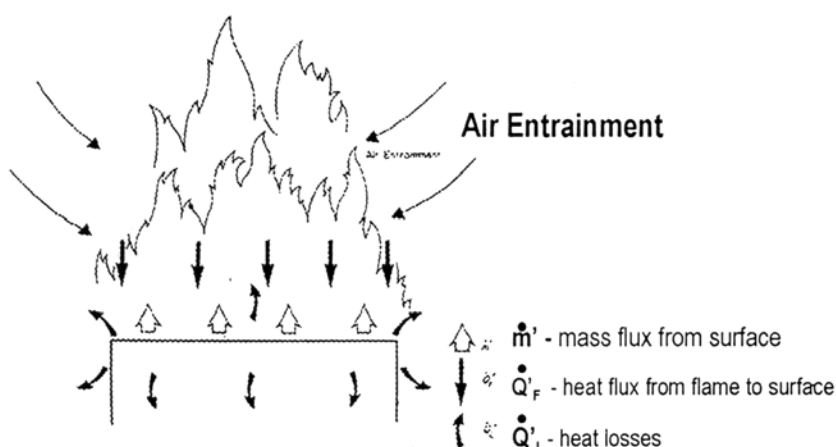
Drysdale (1999) ได้กล่าวว่า ในกรณีที่เชื้อเพลิงอยู่ในสถานะของแข็ง และของเหลว พลังงานความร้อนจะทำให้เชื้อเพลิงเกิดการสลายตัว และเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอเชื้อเพลิง ดังภาพที่ 4 เมื่อไอเชื้อเพลิงได้ถูกผสมเข้ากับอากาศในสัดส่วนที่เหมาะสม ตามความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อใช้ในการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดแล้ว จึงทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นตามที่กล่าวมา



ภาพที่ 4 การเกิดไอเชื้อเพลิงจากเชื้อเพลิงแข็ง ในรูปแบบต่างๆ

ที่มา: Drydale (1999)

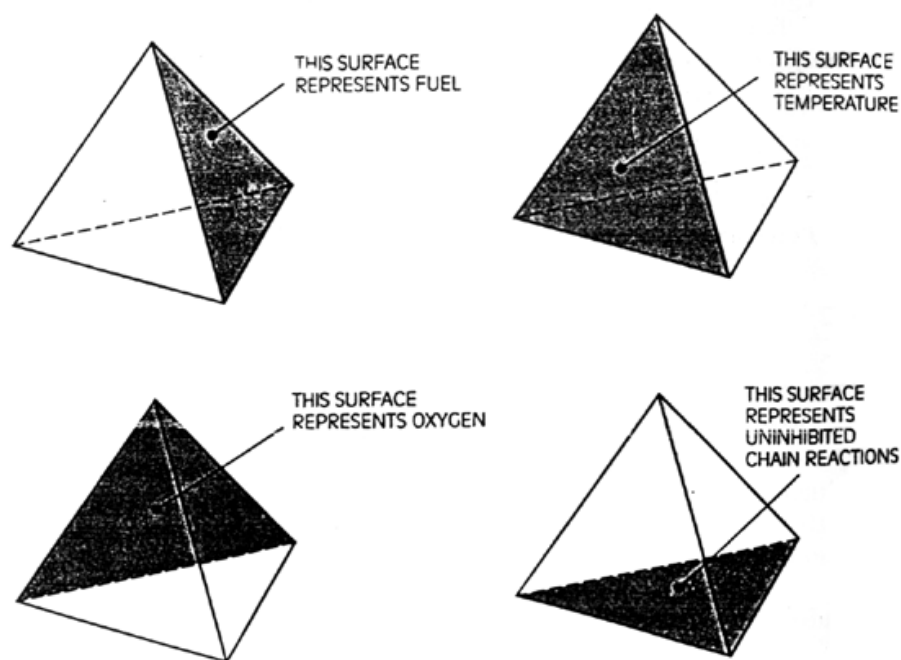
ความร้อนจากเปลวไฟจำนวนหนึ่ง จะถูกถ่ายเทกลับมาสู่ผิวหน้าของเชื้อเพลิง ซึ่งหากความร้อนดังกล่าวมีปริมาณที่มากพอ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของเชื้อเพลิง กลายเป็นไอเชื้อเพลิงอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การถ่ายเทความร้อน และมวลของเชื้อเพลิง ในการเผาไหม้ที่ผิวหน้าของเชื้อเพลิง

ที่มา: Drydale (1999)

Cote and Bugbee (1995) ได้อธิบายว่า การเกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องนั้น จะต้องมีการปลดปล่อยพลังงานความร้อน อย่างรวดเร็วพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ซึ่งสามารถแสดงถึงการเติบโตของเพลิง ในรูปของ ปริซึมของไฟ (Fire Tetrahedron) โดยด้านแต่ละด้านของปริซึม แทนส่วนประกอบที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปริซึมของไฟ (Fire Tetrahedron)

ที่มา: Gagnon (1998)

Hall and Cote (1997) กล่าวว่า นอกจากอัคคีภัยที่เกิดขึ้นทุกครั้ง จะประกอบไปด้วย แหล่งความร้อน เชื้อเพลิง ออกซิเจน และการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่อย่างต่อเนื่องแล้ว ยังประกอบไปด้วย ปัจจัยที่ทำให้เกิดสถานะที่มีแหล่งความร้อนและเชื้อเพลิง ในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้เกิดอัคคีภัยขึ้น โดยปัจจัยดังกล่าวอาจเกิดจากสภาวะร่างกายของคน หรืออาจเป็นปัจจัยอื่นเนื่องมาจากความผิดพลาดจากการออกแบบหรือการติดตั้งอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่างๆ เป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์หาวิธีป้องกันไม่ให้เกิดอัคคีภัย สามารถทำได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอัคคีภัยจากปัจจัยทั้งสาม อันได้แก่ แหล่งความร้อน เชื้อเพลิง และปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการจุดติดไฟ

Ladwig (1991) อธิบายว่า ทฤษฎีปริซึมสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Tetrahedron Theory) เป็นทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้อธิบายหลักการเกิดของไฟ โดยไฟจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง คือ ออกซิเจน เชื้อเพลิง และ ความร้อน เพื่อให้ติดขึ้นเป็นไฟ และสามารถอธิบายด้วยรูปสามเหลี่ยมง่ายๆ ได้ โดยการแทนด้านแต่ละด้านของสามเหลี่ยมด้วยองค์ประกอบแต่ละตัวของไฟ หากสามเหลี่ยมนี้ขาดองค์ประกอบอันใดอันหนึ่งไปทำให้ไม่ครบเป็นรูปสามเหลี่ยม มีความหมายว่าไม่สามารถเกิดการติดไฟขึ้นมาได้นั่นเอง ออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศแล้ว จะทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงซึ่งโดยมากก็จะเป็นสารที่มีธาตุคาร์บอน (C) หรือ ไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบ (แต่ไม่จำเป็นต้องเสมอไป) เกิดเป็นการเผาไหม้ติดไฟขึ้นมาได้เมื่อเป็นการทำปฏิกิริยากันที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงต้องมีความร้อนหรือแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อทำให้เกิดเป็นไฟที่สมบูรณ์ได้ สำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะสามารถกระตุ้นตัวเองหรือเกิดได้ต่อเนื่องโดยปราศจากแหล่งความร้อนจากภายนอกจะต้องมีปริมาณเชื้อเพลิงและออกซิเจนอย่างเหมาะสมและทำปฏิกิริยาในอัตราที่สามารถให้พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้มากระตุ้นปฏิกิริยาของตัวมันเองอย่างต่อเนื่องได้ เรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดก็รวมกันเป็นปริซึมสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Tetrahedron) นั่นเอง

Ladwig (1991) แบ่งกลุ่มของเชื้อเพลิงตามชนิดขององค์ประกอบได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักหรือสารอื่นที่พร้อมและสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ โดยที่ไม่ใช่ธาตุในกลุ่มโลหะ เช่น วัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักทั่วๆ ไป Sulfur, Phosphorus, Arsenic เป็นต้น
2. กลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) เป็นสารที่มีปริมาณคาร์บอนกับไฮโดรเจนอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น Methane, Ethane เป็นต้น
3. กลุ่มสารผสมของคาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน เป็นสารที่รวมเอาสารทั้งสามเอาไว้ด้วยกัน เช่น แอลกอฮอล์ Aldehydes, Organic Acids เป็นต้น
4. กลุ่มโลหะ มีโลหะหรือโลหะผสมจำพวก Sodium, Potassium, Magnesium, Aluminum, Zinc, Titanium และ Uranium จัดเป็นเชื้อเพลิงในกลุ่มนี้

Ladwig (1991) อธิบายว่า การที่เราพยายามดับไฟ คือ การที่พยายามตัดองค์ประกอบอันใดอันหนึ่งของปฏิกิริยาสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Tetrahedron) ออกไปนั่นเอง สารเคมีที่ใช้ดับเพลิงแต่ละชนิดจึงมุ่งที่จะทำลายองค์ประกอบเหล่านั้น ในการเลือกใช้งาน นอกจากจะต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับชนิดของเชื้อเพลิงแล้ว ต้องมีความปลอดภัยในการใช้งานดับเพลิงในแบบนั้นๆ ไม่มีอันตรายอื่นที่เกิดจากการดับไฟ ดังนั้นนอกจากจะต้องทราบข้อกำหนดเบื้องต้นเหล่านี้ เราต้องรู้ถึงชนิดของเปลวไฟด้วยเช่นกัน โดย Ladwig (1991) ได้อธิบายถึงชนิดของไฟที่ถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภท (Class) เอาไว้ดังนี้

Class A เกิดจากเชื้อเพลิงพื้นฐานทั่วไปจำพวก ไม้ กระดาษ เสื้อผ้า พลาสติก ซึ่งเมื่อติดไฟจะสามารถดับได้ด้วยการทำให้เย็นลง (Cooling) หรือ การชুব่น้ำ (Quenching) หรือ สารเคมีแห้งชนิดต่างๆได้

Class B เกิดจากของเหลวไวไฟ (Flammable และ Combustible Liquid) จำพวกสารไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) แอลกอฮอล์ สี สารทำละลาย น้ำมันชนิดต่างๆ สามารถดับไฟได้ด้วยการปกคลุม (Blanketing) ทำให้จุกุ่น (Smothering) หรือ การใช้สารทำลายการเกิดปฏิกิริยา

Class C เป็นไฟที่เกิดขึ้นและมีกระแสไฟฟ้ารวมอยู่ด้วย จึงต้องการสารดับเพลิงที่ไม่นำไฟฟ้ามาทำอันตรายกับผู้ทำการดับเพลิง สามารถดับไฟโดยการทำให้เย็นลง (Cooling), Smothering หรือ การใช้สารทำลายการเกิดปฏิกิริยา

Class D เกิดจากการที่เชื้อเพลิงในกลุ่มโลหะเกิดการติดไฟ ซึ่งต้องการการดับด้วยสารเคมีแห้งชนิดพิเศษที่สามารถปกคลุมและทนต่อความร้อนสูงที่เกิดจากเปลวไฟของเชื้อเพลิงในกลุ่มนี้

คุณสมบัติสำคัญของเชื้อเพลิงที่ถูกนำมาใช้พิจารณาแยกประเภทของสารไวไฟ คือ จุดเดือด (Boilingpoint) และ จุดวาบไฟ (Flashpoint) ส่วนมากแล้วเชื้อเพลิงจะไม่สามารถเผาไหม้ได้ในสถานะของแข็งหรือของเหลว ต้องสลายตัวให้อยู่ในสถานะไอก่อน ภายใต้การกระทำจากความร้อน ในสถานะของแข็งกระบวนการสลายตัวดังกล่าว เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ส่วนสถานะของเหลวเรียกว่ากระบวนการเกิดไอ (Vaporization) ของของเหลวนี้ทำให้เกิดเป็นไอของของผสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ(ออกซิเจน) ที่พร้อมจะติดไฟได้ ณ อุณหภูมิหนึ่ง อุณหภูมินี้จะเรียกว่า จุดวาบไฟ (Flashpoint) และเป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่ทำให้เกิดกลุ่มไอผสมพร้อมติดไฟได้ตลอดบริเวณผิวของของเหลว

การเกิดเพลิงไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีการให้ความร้อนล่วงหน้า (Preheated Fuel) จะใช้แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดการลุกติดไฟในปริมาณที่น้อยกว่า การเกิดเพลิงไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่ได้ให้ความร้อนล่วงหน้า เช่น น้ำมันเบนซินรั่วไหลลงบนพื้นปูนในบริเวณที่มีอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส จะเกิดการลุกติดไฟยากกว่าน้ำมันเบนซินที่เกิดการรั่วไหลในลักษณะเดียวกันแต่เกิดในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียสในบริเวณที่มีก๊าซออกซิเจนอยู่หนาแน่น (Oxygen-Enriched Atmosphere) เชื้อเพลิงจะสามารถเกิดการลุกติดไฟได้ง่ายกว่า บริเวณที่มีออกซิเจนอยู่เบาบางกว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณขององค์ประกอบในการเกิดเพลิงไหม้ องค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบที่เหลือเสมอ

นอกจากออกซิเจน (Oxygen) ที่เป็นองค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้จะเกิดจากก๊าซออกซิเจนแล้ว ยังสามารถพิจารณาสารเคมีอื่นหรือออกซิเจนจากแหล่งอื่นเป็นออกซิเจนได้ด้วย สารเคมีบางตัวจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับออกซิเจน เช่น คลอรีน (Chlorine) ซึ่งเมื่อคลอรีนเป็นส่วนประกอบของสารใด ก็จะเป็นสาเหตุที่ทำให้สารนั้นเกิดเพลิงไหม้ได้ง่าย เนื่องจาก คลอรีนจะเป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer) กล่าวคือเมื่อมีการลุกติดไฟเกิดขึ้นกับสารเคมีกลุ่มนี้ จะทำให้เกิดออกซิเจนขึ้นในกระบวนการเผาไหม้ ดังนั้นในการลุกไหม้กับสารเคมีกลุ่มนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ยังมีสารบางชนิด เช่น แอมโมเนียมไนเตรด (Ammonium Nitrate) จะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากเพียงพอที่จะไม่ต้องพึ่งออกซิเจนจากภายนอกในการทำให้เกิดเพลิงไหม้

ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดเพลิงไหม้ด้วย เช่น จี๊เหล็ยจะลุกติดไฟได้ง่ายกว่าแผ่นไม้ เนื่องจากจี๊เหล็ยมีพื้นที่ผิวมากกว่าแผ่นไม้ทำให้ความร้อนสามารถกระจายตัวได้อย่างรวดเร็วและเกิดเพลิงไหม้ได้ง่ายกว่าแผ่นไม้ ฝุ่นเป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนซึ่งฝุ่นมีมวลเล็กแต่มีพื้นที่ผิวรวมกันมาก เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจะสามารถทำให้เกิดระเบิดขึ้นได้ ฝุ่นที่มักมีการระเบิดเกิดขึ้นบ่อยครั้ง เช่น ฝุ่นของเมล็ดพืชและฝุ่นถ่านหิน

ในการเกิดเพลิงไหม้ เพลิงจะลุกไหม้ที่ไอของเชื้อเพลิงไม่ว่าเชื้อเพลิงที่เกิดการลุกไหม้นั้นจะมีสถานะใดเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของเหลวจะติดไฟได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของแข็ง ส่วนเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซก็จะติดไฟได้ง่ายกว่าเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของเหลว ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงจะมีผลต่อลักษณะและพฤติกรรมของการลุกไหม้โดยตรง

Cote and Bugbee (1995) ได้อธิบายองค์ประกอบที่สำคัญเบื้องต้นสำหรับการป้องกัน อัคคีภัยพอสรุปได้เป็นหัวข้อดังนี้

1. ชนิดของเพลิงไหม้

เพลิงไหม้จะถูกแบ่งตามชนิดของเชื้อเพลิงที่กำลังลุกไหม้ การแบ่งชนิดของเชื้อเพลิง จะช่วยให้สามารถประเมินถึงอันตราย และกำหนดวิธีการดับเพลิงไหม้ รวมถึงการเลือกใช้สาร ดับเพลิงได้อย่างเหมาะสม

1.1 ไฟประเภท ก (Class A)

ไฟประเภท ก จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงชนิดทั่วไป เช่น ไม้ กระดาษ และ เสื้อผ้า เป็นต้น การลุกไหม้ของไฟประเภท ก ในตอนเริ่มต้นมักจะเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจาก เชื้อเพลิงมีสถานะเป็นของแข็งทำให้สามารถกักเก็บเชื้อเพลิงชนิดนี้ได้ง่าย เมื่อเชื้อเพลิงของไฟ ประเภท ก ถูกเผาไหม้ไปหมดจะเหลือเป็นเถ้าถ่าน

1.2 ไฟประเภท ข (Class B)

ไฟประเภท ข จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) ของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) และเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซ ตัวอย่างของ เชื้อเพลิงของไฟประเภท ข ได้แก่ น้ำมันเบนซิน โพรเพน และแอลกอฮอล์ เป็นต้น โดยปกติแล้ว เชื้อเพลิงชนิดนี้จะลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็วเชื้อเพลิงของไฟประเภท ข จะเป็นของเหลว (Fluid) ซึ่งจะ ทำให้เชื้อเพลิงของไฟประเภทนี้เกิดการไหลหรือการเคลื่อนที่ได้ทำให้การจัดการกับเชื้อเพลิงของ ไฟประเภท ข ยากกว่าการจัดการกับเชื้อเพลิงของไฟประเภท ก เชื้อเพลิงของไฟประเภท ข เมื่อ เผาไหม้แล้วจะไม่เหลือเถ้าถ่าน

1.3 ไฟประเภท ค (Class C)

ไฟประเภท ค จะมีเชื้อเพลิงเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ และเครื่องจักรที่ใช้ ไฟฟ้า เป็นต้น ไฟประเภท ค นี้จะเป็นไฟประเภทเดียวที่ถูกจำแนก โดยที่ไม่เกี่ยวกับชนิดเชื้อเพลิง โดยตรง แต่ใช้กระแสไฟฟ้าที่อยู่ในเชื้อเพลิงเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยที่เชื้อเพลิงที่เกิดการลุกไหม้

อยู่อาจจะเป็นไฟประเภทอื่น ๆ เมื่อใดที่กระแสไฟฟ้าถูกตัดออกจากเชื้อเพลิง ก็จะไม่พิจารณาไฟที่กำลังลุกไหม้อยู่เป็นไฟประเภท ค อีกต่อไป ในการพิจารณาถึงเพลิงไหม้ประเภท ค จะไม่สนใจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นอยู่ในสถานะที่เปิดหรือปิดอยู่แต่จะพิจารณาว่ามีการต่อกระแสไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ไฟฟ้างดงกล่าวหรือไม่ ถ้าหากว่ามีการต่อกระแสไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ไฟฟ้างดงกล่าวก็จะพิจารณาว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านี้เป็นเชื้อเพลิงของไฟประเภท ค

1.4 ไฟประเภท ง (Class D)

ไฟประเภท ง จะเป็นไฟที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่เป็นโลหะที่สามารถติดไฟได้ เช่น แมกนีเซียม (Magnesium) ไททานเนียม (Titanium) และเซอโคเนียม (Zirconium) เป็นต้น โดยปกติแล้วเชื้อเพลิงประเภทนี้จะติดไฟยาก แต่เมื่อเกิดการลุกไหม้ขึ้นแล้วจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ที่มีความรุนแรงมาก เพลิงไหม้ประเภท ง จะทำการดับเพลิงค่อนข้างยากแต่เชื้อเพลิงของไฟประเภท ง จะไม่มีใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป

2. แหล่งกำเนิดความร้อนที่ทำให้เกิดการลุกติดไฟ

แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ของไฟสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามที่มาของแหล่งกำเนิดความร้อน คือ

2.1 แหล่งความร้อนที่เกิดจากระบวนการเชิงกล

แหล่งความร้อนที่เกิดจากระบวนการเชิงกลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

2.1.1 การเสียดสี

การเสียดสีจะเกิดการสัมผัสกันระหว่างพื้นผิวสองพื้นผิว โดยที่พื้นผิวอย่างน้อยหนึ่งพื้นผิวต้องมีการเคลื่อนที่ การเสียดสีจะทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งความร้อนดังกล่าวสามารถทำให้อวัตถุที่สามารถติดไฟได้เกิดการลุกติดไฟขึ้น ตัวอย่างของความร้อนที่เกิดจากการเสียดสี คือ ความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีของสายพานบนมู่เล่ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้สายพานซึ่งเป็นวัตถุที่สามารถติดไฟได้เกิดการลุกติดไฟขึ้นนอกจากนี้การเสียดสียังสามารถทำให้เกิดการลุกติดไฟได้ หากว่าการเสียดสีนั่นทำให้เกิดประกายไฟขึ้น ตัวอย่างเช่น การเกิดประกายไฟในเครื่องขัด ทำให้เกิดการลุกติดไฟกับวัตถุที่สามารถติดไฟได้ในบริเวณนั้น

2.1.2 การอัดตัว

การอัดตัวเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความร้อนในการลวกตัดไฟที่ได้ จากกฎของก๊าซ (Gas Law) ตามหลักทางเคมี เมื่อก๊าซถูกอัดตัวจะทำให้ก๊าซนั้นมีความดันเพิ่มขึ้นและอุณหภูมิของก๊าซก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในระหว่างที่ก๊าซถูกอัดตัว มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความร้อนที่สูงเพียงพอที่เป็นสาเหตุที่ทำให้วัตถุที่สามารถติดไฟได้เกิดการลวกตัดไฟ หลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลก็จะใช้หลักการของการอัดตัวของก๊าซในการจุดระเบิดในเครื่องยนต์เช่นกัน

2.2 แหล่งความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า

แหล่งความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า จะเกิดขึ้นได้ 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ความต้านทานในวงจรไฟฟ้า

ความต้านทานในวงจรไฟฟ้าจะมีลักษณะคล้ายกับแรงเสียดทานที่ทำให้เกิดความร้อน ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า (Conductor) จะต้องใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่สามารถดึงเอาแรงเสียดทานระหว่างอะตอมในขณะที่กระแสไฟฟ้าเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง ซึ่งสาเหตุนี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความต้านทานในการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า โดยความต้านทานนี้จะเปลี่ยนเป็นความร้อน ปริมาณของความร้อนที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ตัวนำไฟฟ้านั้นมีการหุ้มฉนวนหรือไม่ ขนาดของตัวนำไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ผลิตตัวนำไฟฟ้า และความไวในการกระจายตัวของความร้อนที่เกิดขึ้น เป็นต้น ตัวอย่างของการเกิดเพลิงไหม้ในลักษณะนี้ คือ การเกิดเพลิงไหม้ในแผงวงจรไฟฟ้า เนื่องจากตัวนำไฟฟ้ารับกระแสไฟฟ้ามากกว่าที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดความร้อนสูงมาก

2.2.2 ประกายไฟ

ประกายไฟสามารถเกิดได้ตลอดเวลาและถ้าหากวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่อยู่ถูกกีดขวางจะทำให้เกิดประกายไฟขึ้นเนื่องจากกระแสไฟฟ้าพยายามเคลื่อนที่ ความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดจากประกายไฟจะเกิดจากปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ถูกนำพาและลักษณะของการกีดขวางกระแสไฟฟ้าการเปิดสวิตช์ไฟจะทำให้เกิดประกายไฟขนาดเล็ก

2.2.3 ไฟฟ้าสถิตย์

ไฟฟ้าสถิตย์ จะทำให้เกิดการเรียงตัวของประจุไฟฟ้าบนพื้นผิวของวัตถุ 2 วัตถุ โดยที่วัตถุหนึ่งมีลักษณะเป็นขั้วบวก อีกวัตถุที่เหลือเป็นขั้วลบ และถ้าวัตถุทั้งสองอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ประจุไฟฟ้าที่อยู่บนพื้นผิวของวัตถุทั้งสอง จะทำให้เกิดประกายไฟระหว่างพื้นผิวทั้งสองขึ้น และในกรณีที่วัตถุทั้งสองเป็นน้ำมันเบนซินและพื้นผิวของถังเก็บ เมื่อมีการถ่ายเทน้ำมันเบนซินเข้าออกจากถัง ก็สามารถจะเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ เนื่องจากว่าเวลาที่วัตถุต่างชนิดกัน เคลื่อนที่ใกล้กันจะทำให้มีไฟฟ้าสถิตย์เกิดขึ้น ตัวอย่างของพื้นที่ที่มีไฟฟ้าสถิตย์เกิดขึ้นอย่างรุนแรงได้แก่ พื้นที่ที่มีการถ่ายเทของของเหลวไวไฟผ่านท่อ เม็ดพลาสติกถูกขนถ่ายด้วยลมผ่านทางท่อ และแผ่นฟิล์มพลาสติกถูกดึงเข้าไปในแท่นพิมพ์

2.2.4 ไฟผ่า

ไฟผ่า จะเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ที่ไม่สามารถควบคุมได้ ไฟผ่าจะเกิดจากการก่อตัวของประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆกับพื้นโลก เมื่อประจุไฟฟ้าก่อตัวถึงจุดที่มีพลังงานที่เพียงพอจะเกิดการปล่อยประจุไฟฟ้าและทำให้เกิดไฟผ่าขึ้น ซึ่งไฟผ่านี้จะทำให้เกิดความร้อนในปริมาณที่สูงมาก

2.3 แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี

แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี จะเกิดขึ้นได้ 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.3.1 กระบวนการเผาไหม้

กระบวนการเผาไหม้จะเกิดเมื่อมีการลุกไหม้เกิดขึ้น และในการลุกไหม้ก็ย่อมมีความร้อนเกิดขึ้นความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้การลุกไหม้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

2.3.2 กระบวนการสลายตัว

ในกระบวนการสลายตัว ความร้อนจะเกิดขึ้นจากวัตถุที่กำลังสลายตัว กระบวนการสลายตัวจะเหมือนกระบวนการเผาไหม้ที่ต้องอาศัยความร้อนในการเริ่มต้น

กระบวนการ แต่กระบวนการนี้จะเกิดช้ากว่ากระบวนการเผาไหม้มาก แหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จะสร้างปัญหาเฉพาะกับวัตถุที่จัดเก็บในลักษณะที่เป็นกองขนาดใหญ่

2.3.3 กระบวนการย่อยสลาย

ความร้อนที่เกิดจากการทับถมจะมีลักษณะใกล้เคียงกับความร้อนที่เกิดจากการสลายตัวอย่างมากแต่จะต่างกันคือ การย่อยสลายไม่ต้องอาศัยความร้อนจากภายนอก สำหรับวัตถุบางชนิดที่อุณหภูมิห้องจะมีอัตราการออกซิเดชันที่รวดเร็วเพียงพอที่จะทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้น

2.4 แหล่งความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์

แหล่งความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เกิดขึ้นโดยการทำปฏิกิริยากันของอะตอมในสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ยูเรเนียม (Uranium) หรือ พลูโตเนียม (Plutonium) เป็นต้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมี 2 ลักษณะ คือ กระบวนการฟิชชัน (Fission) เป็นกระบวนการทำให้เกิดความร้อนจากการแตกตัวของอะตอมกระบวนการนี้สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น ส่วนกระบวนการฟิวชัน (Fusion) เป็นกระบวนการทำให้เกิดความร้อนจากการรวมตัวของอะตอม แต่กระบวนการนี้ยังไม่สามารถนำมาใช้ในกิจการเชิงพาณิชย์ได้

3. การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนเป็นคุณสมบัติที่ทำให้ไฟลุกลาม การควบคุมความสูญเสียเนื่องจากเพลิงไหม้จะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกในการลุกลามของไฟ เพื่อที่จะได้หาแนวทางในการควบคุมการลุกลามนั้น

ไฟจะสามารถลุกลามผ่านทางกลไกในการถ่ายเทความร้อนได้ 4 ทาง ประกอบด้วย

3.1 การสัมผัสกับเปลวไฟโดยตรงคือ การที่เพลิงไหม้ลุกลามจากจุดหนึ่งไปยังพื้นที่ข้างเคียงโดยอาศัยเปลวไฟ การถ่ายเทความร้อนจากการสัมผัสเปลวไฟโดยตรง จะเป็นวิธีการถ่ายเทความร้อนที่สำคัญในช่วงเริ่มต้นของการลุกลาม (Incipient Stage)

3.2 การพาความร้อน (Convection) คือการถ่ายเทความร้อนที่อาศัยของไหลที่มีการเคลื่อนที่เป็นตัวกลาง ซึ่งสำหรับการเกิดเพลิงไหม้ตัวกลางในการพาความร้อนคือ อากาศ การพาความร้อนจะเป็นวิธีการหลักที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนในช่วงขยายตัวของเพลิงไหม้ (Developed Stages) การพาความร้อนสามารถถ่ายเทความร้อนได้ในปริมาณมากไปยังจุดที่อยู่ห่างจากเพลิงไหม้ แต่อยู่ภายในอาคารเดียวกันได้

ตัวกลางในการพาความร้อนจะเคลื่อนที่ขึ้นสู่ที่สูง เนื่องจากก๊าซร้อนที่เกิดจากการลุกไหม้จะเบากว่าอากาศที่อยู่รอบข้าง และถ้าหากว่าการเคลื่อนที่ของตัวกลางในลักษณะที่ลอยขึ้นข้างบนถูกปิดกั้น การเคลื่อนที่ของตัวกลางจะเปลี่ยนทิศทางเป็นเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (เคลื่อนที่ขนานกับพื้น) และถ้าการเคลื่อนที่ในแนวระนาบถูกปิดกั้นอีก การเคลื่อนที่ของก๊าซร้อนจะเคลื่อนที่ลง โดยความหนาของชั้นก๊าซร้อนจะเพิ่มขึ้น และเมื่อก๊าซร้อนที่เกิดจากการลุกไหม้เคลื่อนที่ไปปกคลุมอยู่เหนือทุกพื้นที่ของอาคาร ทุกพื้นที่ก็จะได้รับความร้อนที่เกิดจากเพลิงไหม้

3.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) คือวิธีการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยคลื่นความร้อน การแผ่รังสีความร้อนจะเกิดในปริมาณที่เท่ากันในทุกทิศทาง และการเคลื่อนที่ของก๊าซร้อนที่เกิดการลุกไหม้จะไม่มีผลกับการแผ่รังสีความร้อน รวมถึงวัตถุโปร่งแสง เช่น กระดาษ ก็ไม่สามารถปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีได้ การถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีจะทำให้เพลิงไหม้ลุกลามในลักษณะที่เหมือนกระโดดข้ามจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่แยกออกจากกันได้ เช่น อาคารที่อยู่ข้างเคียง (มีช่องว่างระหว่างอาคาร) กับอาคารที่เกิดเพลิงไหม้ สามารถเกิดการลุกติดไฟขึ้นมาโดยไฟยังลุกลามไปไม่ถึงอาคารนั้น

การแผ่รังสีความร้อนจะมีผลกับการลุกลามของเพลิงไหม้มากหรือน้อย จะขึ้นอยู่กับแหล่งที่ทำให้เกิดการแผ่รังสีความร้อน แหล่งกำเนิดของการแผ่รังสีความร้อนที่มีลักษณะเป็นจุด จะมีการแผ่รังสีความร้อนที่เท่ากันในทุกทิศทาง ซึ่งทิศทางของการแผ่รังสีนี้จะช่วยให้รังสีความร้อนไม่ตกกระทบไปที่จุดหนึ่งจุดใดเพียงจุดเดียว แต่ในกรณีที่จุดกำเนิดของการแผ่รังสีความร้อนมีลักษณะยาว จะทำให้ความร้อนพุ่งไปยังจุดใดจุดหนึ่งเพียงจุดเดียว ทำให้ความเข้มข้นของพลังงานที่พุ่งไปยังจุดนั้นสูง ตัวอย่างของการแผ่รังสีในลักษณะนี้คือ การแผ่รังสีในขณะที่มีเพลิงไหม้เกิดขึ้นในโกดังเก็บสินค้า โดยเมื่อสินค้ากองใดเกิดเพลิงไหม้ การแผ่รังสีก็จะทำให้กองสินค้าที่อยู่ข้างเคียงเกิดการลุกติดไฟขึ้นด้วย

3.4 การนำความร้อน (Conduction) คือการถ่ายเทความร้อนผ่านวัตถุที่มีสถานะเป็นของแข็ง โดยทั่วไปแล้วการนำความร้อนจะไม่ใช้วิธีการถ่ายเทความร้อนที่ทำให้ไฟลุกไหม้ แต่สำหรับการเกิดเพลิงไหม้บางลักษณะ การนำความร้อนจะมีผลทำให้ไฟลุกไหม้ เช่น ความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังห้องที่มีเพลิงไหม้ไปยังอีกฝั่งหนึ่งของผนัง และทำให้วัตถุที่อยู่ติดกับผนังห้องอีกฝั่งหนึ่งเกิดการลุกติดไฟขึ้น

4. ผลผลิตที่เกิดจากการลุกไหม้

ผลผลิตหลักที่เกิดจากการเผาไหม้จะมี 4 อย่าง คือ เปลวไฟ ความร้อน คาร์บอน และก๊าซที่สามารถลุกติดไฟได้ ซึ่งผลผลิตจากการเผาไหม้แต่ละชนิดจะมีอันตรายที่เกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินในลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป

4.1 เปลวไฟ

เปลวไฟเป็นผลผลิตของการเกิดเพลิงไหม้ที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายที่สุดและถูกกำหนดให้เป็นเครื่องหมายที่แสดงถึงการลุกไหม้ โดยปกติแล้วเปลวไฟมีผลกระทบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเพลิงไหม้น้อยกว่าความร้อนและคาร์บอนไฟ

4.2 ความร้อน

ความร้อนจะเกิดจากเพลิงไหม้ในทุกลักษณะ แต่ปริมาณของความร้อนที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงที่ลุกไหม้ และลักษณะของการลุกไหม้ ในบริเวณที่มีเพลิงไหม้และมีการลุกไหม้เกิดขึ้น ความร้อนจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดอันตรายมากที่สุด ถ้าหากอุณหภูมิที่เกิดจากการลุกไหม้นั้นสูงเพียงพอจะสามารถทำให้มนุษย์เสียชีวิตได้ทันที โดยความร้อนจะทำให้ระบบทางเดินหายใจเสียหาย ซึ่งการเกิดเพลิงไหม้ในอาคารทั่วไปก็สามารถทำให้เกิดอุณหภูมิสูงถึงระดับดังกล่าวได้ นอกจากนี้ความร้อนยังเป็นตัวการหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นในบริเวณที่เปลวไฟยังไม่ลุกลามไปถึง

4.3 ควันไฟ

ควันไฟจะเป็นอนุภาคที่มองเห็นได้ที่ลอยอยู่ในอากาศ ควันไฟสามารถบดบังการมองเห็นและทำให้การอพยพหนีไฟเป็นไปอย่างยากลำบาก นอกจากนี้ควันไฟยังสามารถสร้างความเสียหายให้กับอาคารเนื่องจากควันไฟที่ลอยตัวจะมีความร้อนสูงและมีคราบเขม่าของการเผาไหม้รวมตัวอยู่ในควันไฟด้วย

4.4 ก๊าซที่เกิดจากการลุกไหม้

ก๊าซที่เกิดจากการลุกไหม้ จะหมายถึงก๊าซที่เกิดในปฏิกิริยาการเผาไหม้ ก๊าซที่มองไม่เห็นเหล่านี้จะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต โดยทั่วไปแล้วก๊าซเหล่านี้จะไม่สามารถตรวจพบด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ ในการเกิดเพลิงไหม้ทั่วไปจะมีก๊าซเหล่านี้เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

4.4.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide, CO₂)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดในปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้อัตราการหายใจและความลึกของการหายใจเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจจะทำให้โอกาสที่จะได้รับก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ชนิดอื่นๆ มีมากขึ้น นอกจากนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังทำให้เกิดอาการมึนงง ปวดศีรษะ และหมดสติ ซึ่งอาการเหล่านี้จะมีผลกระทบทำให้ความสามารถในการหนีไฟลดลง

4.4.2 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide, CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตมากที่สุด ตามที่มักจะกล่าวกันว่าเสียชีวิตเนื่องจากสูดควันไฟ จะหมายถึงการที่ผู้เสียชีวิตสูดดมก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากเกินไป ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะเกิดเมื่อวัตถุถูกเผาไหม้ในลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นลักษณะเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อความหนาแน่นของออกซิเจนในพื้นที่ที่มีการลุกไหม้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าความหนาแน่นของออกซิเจนที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ก็จะเกิดขึ้นจากการเผาไหม้

เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีหน้าที่ในการพาออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ได้ดีกว่าออกซิเจนมาก ทำให้เม็ดเลือดแดงที่เคยดูดซับออกซิเจนและพาออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดูดซับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์แทน ดังนั้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จึงเป็นอุปสรรคต่อการอพยพหนีไฟอย่างมาก เนื่องจากการที่ปริมาณออกซิเจนในเลือดมีระดับต่ำจะมีผลโดยตรงกับการทำงานทุกส่วนของร่างกาย ทำให้เกิดอาการมึนงงไม่สามารถควบคุมตัวเองและหมดสติได้

นอกจากนี้แล้วยังมีก๊าซที่เกิดจากการลุกไหม้ชนิดอื่น เช่น ก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen Cyanide, HCN) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide, SO₂) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen Dioxide, NO₂) ที่สามารถเกิดขึ้นในการเผาไหม้ได้ โดยขึ้นอยู่กับว่าเชื้อเพลิงที่มีการลุกไหม้นั้นเป็นเชื้อเพลิงชนิดใด ซึ่งก๊าซที่เกิดจากการลุกไหม้ที่กล่าวมามีความเป็นพิษมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ แต่สำหรับการลุกไหม้เชื้อเพลิงทั่ว ๆ ไป จะมีก๊าซเหล่านี้เป็นองค์ประกอบน้อยมาก

ปริมาณออกซิเจนที่ลดลงเนื่องมาจากการเผาไหม้จะทำให้มีอันตรายเกิดขึ้นใน 2 ลักษณะ คือปริมาณออกซิเจนในอากาศที่ลดลงอย่างมาก จะทำให้คนที่อยู่ในพื้นที่นั้นไม่มีออกซิเจนที่จะใช้ในการหายใจ และการลดลงของออกซิเจนจะทำให้ปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เพิ่มมากขึ้น

5. กลไกในการดับไฟ

การลุกไหม้ของไฟและปฏิกิริยาที่เกิดในระหว่างที่มีการลุกไหม้ของไฟ จะพบว่าเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นจะดับลงหากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งของการลุกไหม้ถูกตัดออกไปเพราะฉะนั้นกลไกที่ใช้ในการดับไฟนั้นจะสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลไกดังนี้

5.1 การดับไฟโดยการลดอุณหภูมิ

การลดอุณหภูมิจะสามารถลดหรือหยุดอัตราการเกิดของไอเชื้อเพลิงได้ และในกรณีที่เชื้อเพลิงเป็นของแข็งจะทำให้กระบวนการสลายตัว จะถูกยับยั้ง สำหรับเชื้อเพลิงชนิดที่เป็นของเหลวไวไฟและของเหลวที่ติดไฟได้ การลดอุณหภูมิลงต่ำกว่าจุดวาบไฟ (Flashpoint) ก็จะสามารถดับไฟได้ การลดอุณหภูมิของเชื้อเพลิงทำได้โดยการใช้ น้ำ หรือสารดับเพลิงเข้าไปดูดซับความร้อนจากเชื้อเพลิงในบริเวณที่มีการลุกไหม้จนกระทั่งอุณหภูมิของเชื้อเพลิงนั้นต่ำลงจนไม่

สามารถทำให้เกิดไอเชื้อเพลิงในปริมาณที่เพียงพอที่จะลุกไหม้ต่อไป ตัวอย่างของวิธีการดับเพลิงที่อาศัยกลไกในการลดอุณหภูมิที่เห็นได้ทั่วไปคือการใช้น้ำในการดับเพลิง

5.2 การดับไฟโดยการกำจัดออกซิเจน

การกำจัดออกซิเจนเพื่อดับไฟจะสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การเจือจางออกซิเจนและการปิดกั้นออกซิเจน การเจือจางออกซิเจนทำได้โดยการปล่อยก๊าซชนิดอื่นเข้าไปในบริเวณที่มีเพลิงไหม้ เพื่อให้สัดส่วนของออกซิเจนในอากาศลดลง เมื่อสัดส่วนของออกซิเจนในอากาศลดลงไปถึงระดับหนึ่งไฟก็จะดับซึ่งระดับของออกซิเจนที่ทำให้ลดลงเพื่อดับไฟจะแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อเพลิง ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อองค์ประกอบในการลุกไหม้ของไฟ ตัวอย่างของวิธีการดับเพลิงที่ใช้กลไกในการเจือจางออกซิเจนที่เห็นได้ทั่วไปคือการใช้ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการดับไฟ

การปิดกั้นออกซิเจนทำได้โดยใช้สารดับเพลิงที่มีความเหมาะสมไปปิดกั้นที่ผิวหน้าของเชื้อเพลิงไม่ให้ไอเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นสัมผัสกับอากาศ ทำให้ออกซิเจนที่อยู่ในอากาศไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาในกระบวนการเผาไหม้ในบริเวณที่มีการลุกไหม้ได้ จึงทำให้ไฟดับลง ตัวอย่างของวิธีการดับเพลิงที่ใช้กลไกในการปิดกั้นออกซิเจนคือการใช้โฟมในการดับไฟ

5.3 การดับไฟโดยการกำจัดเชื้อเพลิง

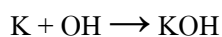
การกำจัดเชื้อเพลิงสามารถทำได้โดยนำเชื้อเพลิงออกไปจากบริเวณที่มีการลุกไหม้ เมื่อไม่มีเชื้อเพลิงให้ลุกไหม้ไฟก็จะดับลง หรือสามารถทำได้โดยใช้สารดับเพลิงไปเคลือบที่ผิวของเชื้อเพลิงและกั้นไม่ให้ไอเชื้อเพลิงที่ลอยขึ้นมาไปยังบริเวณที่มีการลุกไหม้ ตัวอย่างของวิธีการดับเพลิงที่ใช้กลไกในการกำจัดเชื้อเพลิง เช่น การระบายเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวออกจากถังบรรจุที่เกิดเพลิงไหม้ หรือการฉีดโฟมดับเพลิงกดทับไม่ให้ไอของเชื้อเพลิงเหลวที่ติดไฟอยู่ลอยตัวขึ้น สัมผัสกับออกซิเจนและความร้อน เป็นต้น

5.4 การดับไฟโดยการตัดปฏิกิริยาลูกโซ่

การดับไฟโดยการตัดปฏิกิริยาลูกโซ่นั้นไม่ได้เป็นวิธีที่อาศัยกลไกในการควบคุมปัจจัยเบื้องต้น ในการเกิดการลุกไหม้ของไฟ แต่เป็นการควบคุมปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการ

เผาไหม้ซึ่งก็คือปฏิกิริยาถูกโซ่ การดับไฟโดยการตัดปฏิกิริยาถูกโซ่จะเกิดจากการที่สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของสารดับเพลิงเข้าไปจับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ และยับยั้งไม่ให้กระบวนการเผาไหม้สามารถดำเนินต่อไปได้

การจับอนุมูลอิสระของสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของสารดับเพลิงเกิดจากการที่โมเลกุลของสารเคมีนั้นได้รับความร้อน ทำให้แตกออกเป็นอะตอม และบางอะตอมมีแรงดึงดูดที่รุนแรง (Highly Affinity) กับอนุมูลอิสระ อะตอมดังกล่าวจะจับอนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ไว้ เมื่ออนุมูลอิสระทั้งหมดที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ถูกจับไว้ด้วยอะตอมของสารเคมีซึ่งเป็นส่วนประกอบในสารดับเพลิง ปฏิกิริยาถูกโซ่ก็ไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ และไฟก็จะดับลง ตัวอย่างของการจับอนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้โดยอะตอมของโพแทสเซียมที่อยู่ในสารดับเพลิงเคมีแห้ง



จากสมการทางเคมีที่เกิดขึ้น โพแทสเซียมจะเข้าทำปฏิกิริยาทางเคมีกับอนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ มีผลทำให้กระบวนการของการเผาไหม้ไม่สามารถดำเนินต่อไปได้ ดังนั้นเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นจะดับลง

หลักการป้องกันอัคคีภัย

หลักการในการป้องกันอัคคีภัยนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทที่สำคัญ ดังต่อไปนี้คือ

1. การป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรับ (Passive Fire Protection)

การป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรับเป็นการป้องกันไม่ให้ไฟและควันไฟลุกลามออกไปยังพื้นที่หรือห้องใกล้เคียง โดยการทำให้ไฟอยู่ภายในพื้นที่จำกัดและเมื่อเชื้อเพลิงที่อยู่ภายในพื้นที่นั้นหมดลงไฟก็จะดับลงไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญในการป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรับมีดังต่อไปนี้คือ

1.1 โครงสร้างทนไฟ คือการทำให้โครงสร้างมีความสามารถในการทนไฟได้ ในกรณีที่โครงสร้างนั้นไม่สามารถทนไฟได้จะต้องมีการป้องกันด้วยวิธีต่าง ๆ เหล่านี้คือ การใช้วัสดุทนไฟ ห่อหุ้ม การทาสีทนไฟ การพ่นด้วยวัสดุทนไฟ เป็นต้น การทำให้โครงสร้างทนไฟจะทำให้การอพยพคนมีความปลอดภัยและทำให้ระบบระบบอัคคีภัยมีเวลาในการดับเพลิง

การป้องกันโครงสร้างหลักของอาคาร จะสามารถกระทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้ คือ

1.1.1 กำหนดการทดสอบอัตราการทนไฟของวัสดุก่อสร้าง และส่วนประกอบ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E119, Standard Test Method for Fire Tests of Building Construction and Materials หรือ มาตรฐาน BS 476, Fire Tests on Building Materials and Structures จากห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้

1.1.2 ค่าอัตราการทนไฟของวัสดุก่อสร้างและส่วนประกอบ ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้ ให้ใช้ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบอัตราการทนไฟ และถือว่าเป็นค่าอัตราการทนไฟสูงสุดสำหรับวัสดุก่อสร้างและส่วนประกอบนั้น

1.1.3 ในกรณีที่วัสดุที่ใช้มีข้อแตกต่างจากมาตรฐานหรือผลการทดสอบ สามารถใช้ผลทดสอบนั้นได้เฉพาะในกรณีที่ส่วนที่แตกต่างนั้นมีผลในการเพิ่มอัตราการทนไฟซึ่งสามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจน และต้องมีวิศวกรโยธาผู้รับผิดชอบลงนามรับรอง การป้องกันโครงสร้างสามารถกระทำได้ตามตารางที่ 4 คือ

ตารางที่ 1 วิธีการป้องกันโครงสร้าง

ชนิดของการก่อสร้างและโครงสร้างหลัก	ความหนาแน่นสูงสุดของ คอนกรีตที่หุ้มเหล็ก เสริมหรือคอนกรีต หุ้มเหล็ก (มิลลิเมตร)
1. คอนกรีตเสริมเหล็ก	
1.1 เสาสี่เหลี่ยมที่มีด้านแคบขนาด 300 มิลลิเมตร ขึ้นไป	40
1.2 เสากลมหรือเสาดังตั้งแต่ห้าเหลี่ยมขึ้นไป ที่มีรูปทรงใกล้เคียงเสา กลมซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 300 มิลลิเมตร ขึ้นไป	40
1.3 คานและโครงข้อหมุนคอนกรีตขนาดกว้างตั้งแต่ 300 มิลลิเมตร ขึ้นไป	40
1.4 พื้นหนาไม่น้อยกว่า 115 มิลลิเมตร	20
2. คอนกรีตอัดแรง	
2.1 คานชนิดค้ำจุนล่วงหน้า	35
2.2 คานชนิดค้ำจุนภายหลัง	
1. กว้าง 200 มิลลิเมตร โดยปลายไม่เหี่ยวรั้ง	115
2. กว้างตั้งแต่ 300 มิลลิเมตร ขึ้นไป โดยปลายไม่เหี่ยวรั้ง	65
3. กว้าง 200 มิลลิเมตร โดยปลายเหี่ยวรั้ง	50
4. กว้างตั้งแต่ 300 มิลลิเมตร ขึ้นไป โดยปลายเหี่ยวรั้ง	45
2.3 พื้นชนิดค้ำจุนล่วงหน้าที่มีความหนาตั้งแต่ 115 มิลลิเมตร ขึ้นไป	40
2.4 พื้นชนิดค้ำจุนภายหลังที่มีความหนาตั้งแต่ 115 มิลลิเมตร ขึ้นไป	
1. ขอบไม่เหี่ยวรั้ง	40
2. ขอบเหี่ยวรั้ง	20
3. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	
3.1 เสาเหล็กขนาด 150 x 150 มิลลิเมตร	50
3.2 เสาเหล็กขนาด 200 x 200 มิลลิเมตร	40
3.3 เสาเหล็กขนาดตั้งแต่ 300 x 300 มิลลิเมตร ขึ้นไป	25
3.4 คานเหล็ก	50

ที่มา: NFPA 5000 Building Construction and Safety Code (2003)

ในกรณีโครงสร้างหลักก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรงที่มีขนาดหรือมีความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กหรือคอนกรีตที่หุ้มเหล็กน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางข้างต้น จะต้องใช้วัสดุอื่นหุ้มเพิ่มเติมหรือต้องป้องกันโดยวิธีอื่นเพื่อช่วยทำให้เสาหรือคานมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และคองหรือพื้นต้องมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

ในกรณีที่โครงสร้างในส่วนของเสาหรือคานที่ก่อสร้างด้วยเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ไม่ได้ใช้คอนกรีตหุ้มต้องทำการป้องกันโดยวิธีอื่นเพื่อให้มีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

การป้องกันโครงสร้างเหล็กรูปพรรณสามารถทำการป้องกันได้โดยใช้วิธีการทาด้วยสีทนไฟที่อัตราการทนไฟตามที่ระบุไว้ข้างต้น การห่อหุ้มโครงสร้างด้วยวัสดุทนไฟที่มีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าอัตราการทนไฟที่ระบุไว้ข้างต้น และวิธีการอื่นๆ ที่ผู้ผลิตได้มีการผลิตและออกแบบเพื่อใช้สำหรับการป้องกันโครงสร้าง โดยวิธีการและวัสดุทนไฟเหล่านั้นต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐานสากลและต้องมีการทดสอบที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่น่าเชื่อถือได้

1.2 การแบ่งกั้นพื้นที่ คือการแบ่งกั้นและปิดล้อมพื้นที่ต่าง ๆ ด้วยผนังทนไฟ ฝ้าเพดานทนไฟ และประตูทนไฟ เพื่อการจำกัดไฟให้อยู่ในพื้นที่จำกัด (Compartmentation) โดยการใช้ผนังทนไฟ ฝ้าเพดานทนไฟ และประตูทนไฟที่มีอัตราการทนไฟที่เหมาะสมกับการปิดล้อมพื้นที่ป้องกันนั้น ๆ เพื่อให้มีเวลาในการอพยพคนและการเข้าดับเพลิงของเจ้าหน้าที่ดับเพลิง ส่วนประกอบที่สำคัญของการแบ่งกั้นพื้นที่เพื่อการป้องกันไฟและให้ไฟอยู่ในพื้นที่ คือ

1.2.1 ผนังทนไฟ (Fire Wall)

ก. ผนังทนไฟ จะต้องใช้วัสดุที่มีความสามารถทนไฟได้ในการก่อสร้างผนังทนไฟ อัตราการทนไฟของผนังทนไฟจะถูกระบุเป็นชั่วโมงหรือนาทีของความสามารถในการทนไฟได้ เช่น อัตราการทนไฟได้ 1 ชั่วโมง หรือ 2 ชั่วโมง เป็นต้น

ข. รอยต่อระหว่างผนังทนไฟ จะต้องมีการปิดด้วยวัสดุทนไฟเพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลามผ่านรอยต่อ

สำหรับแบ่งกั้นพื้นที่กั้นไฟโดยวิธีการก่อสร้างผนังทนไฟในลักษณะต่างๆมีรายละเอียดการก่อสร้าง ดังตารางที่ 4 คือ

ตารางที่ 2 รายละเอียดการก่อสร้างผนังทนไฟ

ลักษณะการก่อสร้างของผนังทนไฟ	อัตราการณ์ทนไฟ (นาที)
ผนังทนไฟ 1	
ผนังอิฐมวลฉนวนเต็มตันก่อแบบ ½ แผ่นและฉาบปูนหนา 15-20 มม. ทั้งสองด้าน	60
ผนังทนไฟ 2	
ผนังอิฐมวลฉนวนตัน ก่อแบบเต็มแผ่น และฉาบปูนหนา 15-20 มม. ทั้งสองด้าน	120
ผนังทนไฟ 3	
ผนังอิฐบล็อกตันความหนา 140 มิลลิเมตรและฉาบปูนหนา 15-20 มม. ทั้งสองด้าน	120
ผนังทนไฟ 4	
ผนังอิฐบล็อกตัน ความหนา 190 มม. และฉาบปูนหนา 15-20 มม. ทั้งสองด้าน	180
ผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบา (ดูรายละเอียดการติดตั้งขึ้นอยู่กับผู้ผลิต)	ตามผลการ ทดสอบของ ผู้ผลิตแต่ละราย

ที่มา: NFPA 5000 Building Construction and Safety Code (2003)

1.2.2 ประตูทนไฟ (Fire Door)

ก. ประตูทนไฟ ที่ใช้ในประเทศไทยจะต้องผลิตและผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 1220 – 2537 หรือตามมาตรฐานสากล โดยการตรวจสอบนั้นสามารถดูได้จากแผ่นป้ายเพื่อแสดงรายละเอียดของประตูทนไฟบานนั้น ๆ ติดไว้ที่ขอบประตูทนไฟ

ข. อุปกรณ์ที่ใช้กับประตูทนไฟ จะต้องเป็นวัสดุที่ทนไฟได้และผลิตเพื่อใช้กับประตูทนไฟเท่านั้น

ค. ที่บานประตูทนไฟ จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ดึงบานประตูกลับอัตโนมัติ และอุปกรณ์ล็อกประตูและเปิดประตูจะต้องเป็นแบบบาร์ (Panic device) ซึ่งจะเปิดประตูได้ด้วยการผลิตหรือกดที่บาร์ของอุปกรณ์นี้

สำหรับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงด้านอัคคีภัยที่มีอยู่ในอาคาร ที่ต้องทำการป้องกันด้วยผนังทนไฟและประตูทนไฟ มีรายละเอียดตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3 การกำหนดพื้นที่และอัตราการทนไฟของประตูและผนังทนไฟ

พื้นที่ใช้งาน	อัตราการทนไฟของประตูและผนังทนไฟ(ชั่วโมง)
ห้องหม้อไอน้ำ หม้อแปลงไฟฟ้า ห้องเก็บวัสดุไวไฟ ห้องเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ห้องเครื่องลิฟต์ ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ห้องแบตเตอรี่ และห้องอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียง	2
ห้องเก็บของที่มีพื้นที่มากกว่า 12 ตารางเมตร (เหนือระดับพื้นดิน) ห้องครัว ห้องนอน และห้องอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียง	1

ที่มา: NFPA 5000 Building Construction and Safety Code (2003)

ในการก่อสร้างผนังทนไฟ สามารถเลือกใช้คอนกรีตมวลเบา ที่มีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ทนทานต่อเพลิงไหม้ และสามารถกันไฟไหม้ที่อุณหภูมิสูงได้อย่างดี จากการทดสอบความสามารถในการทนไฟของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐาน BS 476, Fire Tests on Building Materials and Structures พบว่าผนังก่อด้วยคอนกรีตมวลเบาที่ความหนาเพียง 750 มิลลิเมตร โดยการฉาบผิวทั้ง 2 ด้าน สามารถทนไฟที่ 1,100 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 4 ชั่วโมง โดยผนังมีความแข็งแรงไม่พังทลาย ในขณะที่ผนังด้านตรงข้ามมีอุณหภูมิเพียง 60 องศาเซลเซียสเท่านั้น จึงช่วยป้องกันไฟไม่ให้ลุกลามไปยังพื้นที่ใกล้เคียงได้

1.2.3 ช่องเปิดที่พื้นและที่ผนัง (Fire Penetration)

ก. ช่องเปิดที่พื้นและที่ผนัง จะต้องมีการปิดช่องเปิดเหล่านั้นด้วยวัสดุทนไฟ โดยกำหนดให้อัตราการทนไฟของวัสดุนั้นต้องไม่น้อยกว่าอัตราการทนไฟของพื้นที่ผนังนั้น ๆ การปิดช่องเปิดจะช่วยป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามไปยังพื้นที่ใกล้เคียงได้

ทุกช่องเปิดบนผนังทนไฟจะต้องทำการป้องกันเพื่อจำกัดการลุกลามของเปลวไฟและการแพร่กระจายของควันไฟจากด้านหนึ่งของผนังทนไฟไปยังอีกด้านหนึ่ง การป้องกันการลามไฟเมื่อเกิดเพลิงไหม้ สามารถทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้คือ

1) การปิดอุดช่องเปิดที่ผนัง

สามารถทำได้โดยการใช้วัสดุทนไฟพันรอบท่อทั้งสองด้านของผนังที่ท่อทะลุผ่าน โดยวัสดุทนไฟที่ใช้จะต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่าอัตราการทนไฟของผนัง เช่น ผนังมีอัตราการทนไฟ 2 ชั่วโมง วัสดุที่ใช้พันรอบๆ ท่อทั้งสองด้านจะต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เป็นต้น

การเจาะทะลุผนังกันควันไฟเพื่อติดตั้งท่อลมหรือทำช่องเปิดสำหรับถ่ายเทอากาศจะต้องติดตั้งลิ้นกันควันไฟที่ได้รับการออกแบบและติดตั้งตามข้อกำหนดในมาตรฐาน UL 555S, Standard for Safety Leakage Rated Dampers for Use in Smoke Control Systems ถ้าผนังกันควันไฟนั้นถูกสร้างให้เป็นผนังกันไฟด้วยแล้ว จะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟและควัน (Fire/Smoke Damper) ที่ได้รับการออกแบบและติดตั้งตามข้อกำหนดในมาตรฐาน UL 555, Standard for Fire Dampers และ UL 555S, Standard for Safety Leakage Rated Dampers for Use in Smoke Control Systems

2) การปิดอุดช่องเปิดที่พื้น

การปิดอุดช่องเปิดที่พื้นกั้นนั้นสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1) ท่อที่ติดไฟ เช่น ท่อพลาสติก Polyvinyl Chloride (PVC) หรือพลาสติก Polyethylene (PE) เป็นต้น สามารถทำการป้องกันได้โดยติดตั้งวัสดุทนไฟได้ที่ด้านใต้ของท่อ

2.2) ท่อที่ไม่ติดไฟ เช่น ท่อเหล็ก ท่อแดง เป็นต้น สามารถทำการป้องกันได้โดยการขึ้นรูปแบบรองพื้นจากนั้นทำการเทปิดด้วยมอลต์คาร์บอนไฟ

การเจาะทะลุผ่านกำแพง ผนัง หรือเพดานที่สร้างจากวัสดุทนไฟ เพื่อเดินสายเคเบิล สายไฟ ท่อร้อยสายไฟ ท่อน้ำ ท่อลม หรือสิ่งที่คล้ายกันนี้ที่เป็นส่วนประกอบของระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบท่อประปา หรือระบบสื่อสารนั้นจะต้องทำการป้องกันด้วยระบบกันไฟลาม (Firestop System) และวัสดุกันไฟลาม (Firestop Device) โดยระบบหรืออุปกรณ์หยุดอัคคีภัยนั้นจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E-814, Fire Tests of Through-Penetration Fire Stops หรือ ANSI/UL 1479, Fire Test of Through Penetration Fire Stops ที่ความแตกต่างของความดัน

ด้านบวกลบสุดเท่ากับ 2.5 นิวตันต่อตารางเมตร (0.01 นิวตัน) ที่คร่อมระหว่างด้านที่สัมผัสไฟและด้านที่ไม่สัมผัสไฟของอุปกรณ์ทดสอบ

ถ้าเป็นการเจาะทะลุเพื่อเดินท่อเหล็กหล่อ ท่อทองแดง หรือท่อเหล็ก แล้วรอบท่อนั้นอุดด้วยคอนกรีต ปูน หรือ มอลตาร์ (Mortar) แล้ว จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข 2 ข้อดังนี้

1. เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจะต้องไม่เกิน 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และช่องเปิดรอบท่อจะต้องมีพื้นที่ไม่เกิน 0.09 ตารางเมตร

2. จะต้องอุดคอนกรีต ปูน หรือมอลตาร์ตลอดแนวความหนาของช่องเจาะทะลุ

1.3 การควบคุมวัสดุติดไฟ ภายในพื้นที่ป้องกันจะต้องมีการควบคุมการใช้วัสดุติดไฟ ตกแต่งภายใน ตามมาตรฐานสากลวัสดุตกแต่งภายในสำหรับผนังและฝ้าเพดาน ซึ่งจะสามารถช่วยลดปริมาณเชื้อเพลิงที่สามารถติดไฟ ช่วยลดการลุกลามของไฟ ช่วยลดปริมาณของควันไฟที่เกิดขึ้นในขณะเกิดเพลิงไหม้ โดยวัสดุตกแต่งภายในสำหรับผนังและฝ้าเพดานสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.3.1 ประเภท ก (class A) คือมีการลุกลามไฟระหว่าง 26 – 75 และให้ควันไฟระหว่าง 0 – 450

1.3.2 ประเภท ข (class B) คือมีการลุกลามไฟระหว่าง 26 – 75 และให้ควันไฟระหว่าง 0 – 450

1.3.3 ประเภท ค (class C) คือมีการลุกลามไฟระหว่าง 76 – 200 และให้ควันไฟระหว่าง 0 – 450

อัตราการลุกลามไฟและอัตราการให้ควันไฟของวัสดุตกแต่งจะไม่มีกำหนดหน่วยการวัดโดยค่าที่ได้จะได้จากการทดสอบในห้องทดสอบเท่านั้น สำหรับการเลือกใช้วัสดุตามประเภทต่าง ๆ ข้างต้นจะถูกกำหนดโดยลักษณะของพื้นที่ใช้งานและความเสี่ยงของพื้นที่ เช่น ภายในเส้นทางหนีไฟจะต้องใช้วัสดุตกแต่งผนังและฝ้าเพดานเป็นประเภท ก หรือ ข เท่านั้น เป็นต้น

1.4 การจัดให้มีบันไดหนีไฟและเส้นทางหนีไฟ ภายในพื้นที่ป้องกันเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก เนื่องจากจำเป็นในการอพยพคนออกจากพื้นที่ในขณะเกิดเพลิงไหม้ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

1.4.1 บันไดหนีไฟ

ก. บันไดหนีไฟ จะต้องไม่น้อยกว่า 2 ชุด ภายในแต่ละชั้นของอาคาร โดยบันไดหนีไฟจะต้องมีระยะห่างกันไม่เกิน 60 เมตร

ข. ประตูและผนังที่ปิดล้อมบันไดหนีไฟจะต้องสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

ค. ภายในบันไดหนีไฟจะต้องมีการติดตั้งไฟส่องสว่างฉุกเฉิน เพื่อให้ส่องสว่างชั้นบันไดทำให้อพยพคนได้อย่างรวดเร็ว

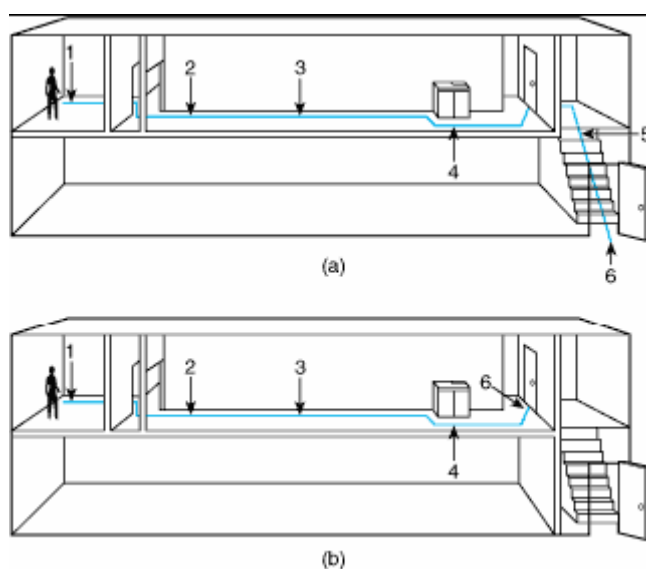
ง. ต้องจัดให้มีป้ายแสดงรายละเอียดในการหนีไฟภายในบันไดหนีไฟทุกชั้น ทุกบันไดหนีไฟ โดยรายละเอียดในป้ายนั้นจะต้องระบุชื่อชั้น ชื่อบันได และชื่อชั้นที่เป็นทางออกของบันไดหนีไฟ

จ. รายับภายในบันไดหนีไฟควรจะต้องมีทั้ง 2 ด้าน และรายับควรมีรูปร่างและขนาดที่มือสามารถยึดจับได้พอเหมาะ

ฉ. ภายในช่องบันไดหนีไฟจะต้องไม่มีการวางหรือเก็บของ ซึ่งทำให้การอพยพคนล่าช้าหรือได้รับอันตรายระหว่างการใช้บันไดหนีไฟ

1.4.2 ระยะทางของเส้นทางหนีไฟ

เส้นทางหนีไฟจะต้องมีระยะเส้นทางที่วัดตามแนวการเดินทาง โดยมีระยะห่างของวัตถุหรือสิ่งกีดขวางอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร จากตัวอย่างภาพที่ 7 แสดงแนวเส้นทางหนีไฟทั้งสองแบบซึ่งมีระยะทางในการหนีไฟที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 7 แสดงการวัดระยะทางการหนีไฟ

ที่มา: NFPA 101 Life Safety Code (2003)

ระยะทางในการหนีไฟของแบบ ก มีความยาวกว่าแบบ ข เนื่องจากบันไดหนีไฟไม่มีการปิดล้อมโดยระยะทางการหนีไฟแบบ ก จะวัดระยะจากจุดที่ 1-2-3-4-5-6 ซึ่งรวมระยะจากบันไดหนีไฟถึงประตูหนีไฟไปนอกอาคารด้วย ส่วนระยะทางการหนีไฟแบบ ข จะวัดจากระยะจุดที่ 1-2-3-4-5 เท่านั้น สำหรับระยะทางการหนีไฟ ในพื้นที่การใช้ต่างๆ กันจะมีระยะทางที่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 4 ระยะจำกัดของเส้นทางหนีไฟของพื้นที่แต่ละประเภท

ประเภทการใช้งานในพื้นที่	ระยะจำกัดของเส้นทางหนีไฟ (เมตร)	
	ไม่มีหัวกระจายน้ำดับเพลิง	มีหัวกระจายน้ำดับเพลิง
อาคารชุมนุมชน		
ใหม่	45	76
เก่า	45	76
สำนักงาน		
ใหม่	60	91
เก่า	60	91

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ประเภทการใช้งานในพื้นที่	ระยะจำกัดของเส้นทางหนีไฟ (เมตร)	
	ไม่มีหัวกระจายน้ำดับเพลิง	มีหัวกระจายน้ำดับเพลิง
โรงงานอุตสาหกรรม		
ทั่วไป	60	75
เฉพาะ	91	122
อันตรายสูง	0	23
คลังเก็บสินค้า		
อันตรายต่ำ	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด
อันตรายปานกลาง	60	122
อันตรายสูง	23	30

ที่มา: NFPA 101 Life Safety Code (2003)

โดยคำนิยามของการแบ่งประเภทพื้นที่การใช้งานในตารางที่ 6 มีรายละเอียดดังนี้ คือ

1) อาคารชุมนุมชนและสำนักงาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คืออาคารเก่าที่มีอยู่เดิม และอาคารใหม่ที่กำลังก่อสร้าง

2) โรงงานอุตสาหกรรม สามารถแบ่งพื้นที่การใช้งานออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1 โรงงานทั่วไป คือ เป็นโรงงานที่มีวัตถุประสงค์ที่ใช้ในกระบวนการการผลิตและผลิตภัณฑ์ ที่ติดไฟหรือไม่ติดไฟ และเมื่อเกิดเพลิงไหม้ไฟจะไม่ลุกลามอย่างรวดเร็ว

2.2 โรงงานเฉพาะ คือ โรงงานที่มีวัตถุประสงค์ที่ใช้ในกระบวนการการผลิตและผลิตภัณฑ์ ที่ติดไฟได้และไม่ติดไฟ และเมื่อเกิดเพลิงไหม้ไฟจะลุกลามในระดับปานกลาง โดยโรงงานประเภทนี้ ปกติจะมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่น้อย แต่มีเครื่องจักรกลเป็นจำนวนมากและทำการควบคุมการทำงานโดยระบบควบคุมอัตโนมัติ

2.3 โรงงานที่อันตรายสูง คือ โรงงานที่มีวัตถุประสงค์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ติดไฟและไวไฟ และเมื่อเกิดเพลิงไหม้ไฟจะลุกลามอย่างรวดเร็ว รวมทั้งสามารถเกิดการระเบิดได้

3) คลังเก็บสินค้า สามารถแบ่งพื้นที่การใช้งานออกเป็น 3 ประเภท คือ

3.1 ประเภทอันตรายต่ำ คือ สินค้าที่จัดเก็บไม่ติดไฟ หรือเมื่อมีเพลิงไหม้เกิดขึ้นไฟจะไม่ลุกลามอย่างรวดเร็ว

3.2 ประเภทอันตรายปานกลาง คือ สินค้าที่จัดเก็บติดไฟได้แต่เมื่อติดไฟแล้วจะมีการลุกลามในระดับปานกลาง

3.3 ประเภทอันตรายสูง คือ สินค้าที่จัดเก็บมีความสามารถในการติดไฟและระเบิดได้ เมื่อเกิดเพลิงไหม้แล้วจะทำให้ไฟลุกลามอย่างรวดเร็ว

1.4.3 จำนวนเส้นทางการหนีไฟ

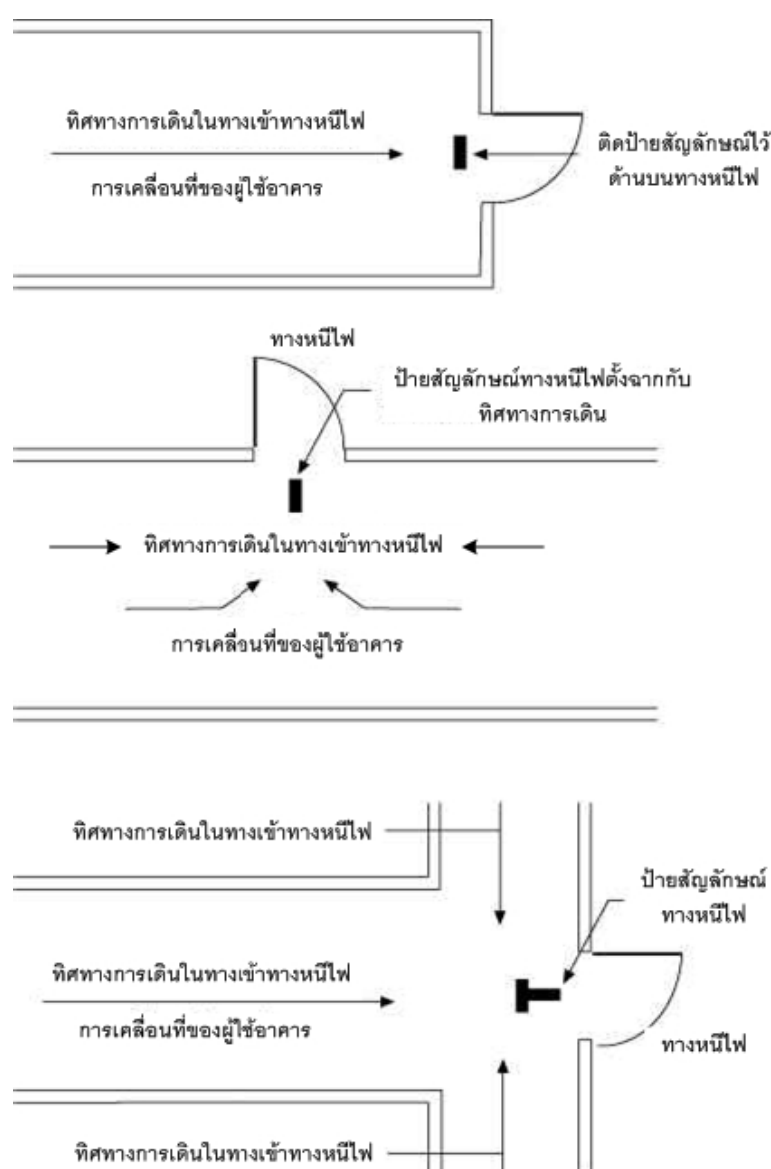
จำนวนทางหนีไฟต้องมีอย่างน้อย 2 ทาง โดยมีระยะห่างกันไม่เกิน 60 เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดิน กรณีมีจำนวนคนในพื้นที่ใดหรือชั้นใดในอาคารนั้นๆ เกิน 500 คน แต่ไม่เกิน 1,000 คน ต้องจัดเตรียมให้มีทางหนีไฟอย่างน้อย 3 ทาง และหากจำนวนคนเกิน 1,000 คนขึ้นไป ต้องจัดให้มีทางหนีไฟอย่างน้อย 4 ทาง การเข้าสู่เส้นทางการทางหนีไฟต้องไม่ผ่านห้องครัว ห้องเก็บของ ห้องน้ำ ห้องทำงาน ห้องส้วม ห้องนอนหรือบริเวณอื่นที่คล้ายคลึง รวมทั้งห้องหรือบริเวณอื่นที่อาจจะถูกบล็อกพื้นและผิวทางเดินอื่นในเส้นทางการทางหนีไฟและส่วนประกอบในทางเข้าทางหนีไฟและทางปล่อยออก ต้องมีระบบไฟฟ้าส่องสว่างดังนี้

1) ในระหว่างการใช้งานบันได ระดับความสว่างต่ำสุดของบันไดที่จะก่อสร้างใหม่ต้องไม่น้อยกว่า 108 ลักซ์ (10 ฟุต-แคนเดิล) วัดที่ผิวทางเดิน

2) สำหรับระดับความสว่างต่ำสุดของบันไดที่ไม่ใช่บันไดที่จะก่อสร้างใหม่นั้น ต้องไม่น้อยกว่า 10.8 ลักซ์ (1 10 ฟุต-แคนเดิล) วัดที่ผิวทางเดิน

3) ในพื้นที่ครอบครองประเภทชุมนุมชนนั้น ระดับความสว่างที่พื้นในทางเข้าทางหนีไฟต้องไม่น้อยกว่า 2.2 ลักซ์ (0.2 ฟุต-แคนเดิล) ในระหว่างที่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ การส่องสว่างฉุกเฉินต้องให้แสงสว่างได้ในช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 1½ ชั่วโมง ในกรณีที่ระบบไฟฟ้า

หลักขัดข้อง โดยอุปกรณ์ให้แสงสว่างฉุกเฉินนั้น เริ่มต้นต้องมีระดับความสว่างเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10.8 ลักซ์ (1 ฟุต-แคนเดิล) และต้องมีระดับความสว่างไม่น้อยกว่า 1.1 ลักซ์ (0.1 ฟุต-แคนเดิล) ที่ตำแหน่งใดๆ วัดที่ผิวทางเดินในเส้นทางอพยพ และเมื่อเวลาในการส่องสว่างผ่านไป 1½ ชั่วโมง แล้ว ยินยอมให้ระดับความสว่างเฉลี่ยลดลงแต่ต้องไม่น้อยกว่า 6.5 ลักซ์ (0.6 ฟุต-แคนเดิล) และต้องมีระดับความสว่างไม่น้อยกว่า 6.5 ลักซ์ (0.6 ฟุต-แคนเดิล) ที่ตำแหน่งใดๆ โดยวัดที่ผิวทางเดินในเส้นทางอพยพ



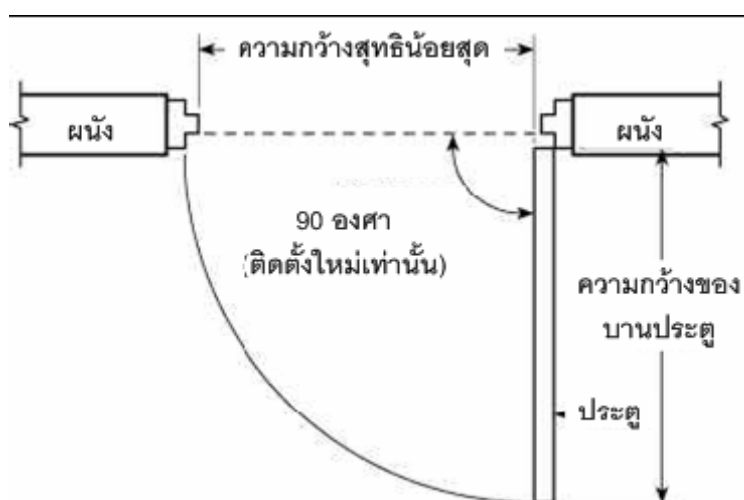
ภาพที่ 8 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ทางหนีไฟ

ที่มา: NFPA 101 Life Safety Code (2003)

ป้ายสัญลักษณ์ที่จะติดตั้งในช่องทางเดินเข้าทางหนีไฟต้องติดตั้งให้อยู่ห่างกันในระยะที่มองเห็นได้หรือในระยะ 30 เมตร (100 ฟุต) ขึ้นอยู่กับว่าระยะใดน้อยกว่า จากป้ายสัญลักษณ์ที่อยู่ใกล้ที่สุด

1.4.4 ขนาดความกว้างของเส้นทางหนีไฟ

การวัดความกว้างสุทธิของประตูหนีไฟ จะต้องมีการวัดตามตัวอย่างข้างล่างนี้ คือ



ภาพที่ 9 แสดงการวัดความกว้างสุทธิของประตูหนีไฟ

ที่มา: NFPA 101 Life Safety Code (2003)

การคำนวณหาขนาดความกว้างสุทธิของประตูทางหนีไฟและเส้นทางหนีไฟสามารถคำนวณได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 5 การหาความกว้างของบันไดและเส้นทางการหนีไฟ

พื้นที่ครอบครองประเภท	บันได (ความกว้างต่อคน)		ส่วนประกอบที่อยู่ในแนว ระดับและทางลาดชัน (ความกว้างต่อคน)	
	มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
ที่อยู่อาศัยและให้การดูแล	10	0.4	5	0.2
รักษาพยาบาล (ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิง)	7.6	0.3	5	0.2
รักษาพยาบาล (ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิง)	15	0.6	13	0.5
มีวัสดุอันตรายสูง	18	0.7	10	0.4
โรงงานและอื่นๆ	7.6	0.3	5	0.2

หมายเหตุ ความกว้างของเส้นทางการหนีไฟใดๆ กว้างไม่น้อยกว่า 915 มิลลิเมตร

ที่มา: NFPA 101 Life Safety Code (2003)

1.5 การควบคุมควันไฟ คือการควบคุมให้ควันไฟถูกระบายออกไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการหนีไฟรวมถึงการอัดอากาศเข้าในช่องบันไดหนีไฟเพื่อป้องกันไม่ให้ควันไฟเข้ามาในช่องบันไดหนีไฟได้ ควันไฟเป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้คนเสียชีวิตในขณะที่เกิดเพลิงไหม้และควันไฟทำให้ยากต่อการมองเห็นในการหนีไฟ อุปกรณ์ที่สำคัญในระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมดูดควันไฟออกจากพื้นที่ พัดลมอัดอากาศเข้าในช่องบันไดหนีไฟ ลิ้นกันไฟภายในท่อจ่ายลม เป็นต้น

2. การป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรุก (Active Fire Protection)

การป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรุก จะใช้ระบบควบคุมทางไฟฟ้าทั้งที่เป็นแบบสั่งงานด้วยมือหรือแบบสั่งงานอัตโนมัติเพื่อใช้ในการระงับอัคคีภัยนั้น ๆ ซึ่งการป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรุกนี้จะมี การตรวจจับควันไฟ ความร้อน หรืออื่น ๆ เพื่อส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ให้กับอุปกรณ์ควบคุมเพื่อทำการสั่งงานให้ระบบระงับอัคคีภัยทำงาน โดยการฉีดพ่นหรือปล่อยสารดับเพลิงเพื่อดับเพลิงที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ที่ป้องกันนั้น ๆ ระบบป้องกันอัคคีภัยที่ใช้ในการป้องกันอัคคีภัยแบบเชิงรุก จะมี 2 ระบบ คือ

2.1 ระบบรับอภัยภัยแบบใช้น้ำ (Water Based Agent) น้ำเป็นสารดับเพลิงที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากมีราคาถูก หาได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงสูง ระดับเพลิงที่มีการใช้น้ำหรือมีการใช้น้ำเจือปน เช่น ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (automatic sprinkler system) ระบบหมอกน้ำดับเพลิง (water mist system) ระบบโฟมดับเพลิง (foam system) เป็นต้น

2.2 ระบบรับอภัยภัยแบบไม่ใช้น้ำ (Non – Water Based Agent) การดับเพลิงประเภทนี้จะเลือกใช้กับการป้องกันอุปกรณ์หรือพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้น้ำเป็นสารดับเพลิงได้ โดยทั่วไป สารดับเพลิงจะเป็นสารผงเคมีแห้งดับเพลิง (dry chemical agent) สารสะอาดดับเพลิง (clean agent) และสารดับเพลิงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

ระบบดับเพลิง

1. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump System)

1.1 ทั่วไป

การแบ่งประเภทเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามการติดตั้งมี 2 ประเภท คือ แบบนอน (Horizontal) และแบบตั้ง (Vertical) ซึ่งการเลือกลักษณะตามการติดตั้งนั้น จะต้องคำนึงถึงระดับน้ำเริ่มต้นที่ใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงดูดและจ่ายออกไปยังระบบท่อดับเพลิง ส่วนประเภทของระบบต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงมี 2 ประเภท คือ แบบเครื่องยนต์ดีเซลและแบบมอเตอร์ไฟฟ้า โดยระบบทั้งสองประเภทสามารถใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทั้งแบบนอนและตั้ง รูปร่างของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทั้งสองแบบจะมีลักษณะตามรูปข้างล่างนี้



ภาพที่ 10 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบตั้งและแบบนอน

1.2 ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

สำหรับขนาดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ตามมาตรฐานสากลนั้น มีการกำหนดขนาดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงได้อย่างชัดเจน ซึ่งในการเลือกใช้จะต้องเลือกให้อยู่ในขนาดที่ระบุไว้ตามตารางที่ 9

ตารางที่ 6 ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ลิตร/นาที่ (แกลลอน/นาที่)		ลิตร/นาที่ (แกลลอน/นาที่)		ลิตร/นาที่ (แกลลอน/นาที่)	
1.	95 (25)	8.	1,514 (400)	15.	7,570 (2,000)
2.	189 (50)	9.	1,703 (450)	16.	9,462 (2,500)
3.	379 (100)	10.	1,892 (500)	17.	11,355 (3,000)
4.	568 (150)	11.	2,839 (750)	18.	13,247 (3,500)
5.	757 (200)	12.	3,785 (1,000)	19.	15,140 (4,000)
6.	946 (250)	13.	4,731 (1,250)	20.	17,032 (4,500)
7.	1,136 (300)	14.	5,677 (1,500)	21.	18,925 (5,000)

ที่มา: NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection (2003)

1.3 การเลือกประเภทเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ในการเลือกเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบนอนนั้น ระดับของแหล่งน้ำดับเพลิงจะต้องมีระดับสูงกว่าระดับท่อคูดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง โดยเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบนอนนี้จะมีหลายลักษณะ เช่น แบบหอยโข่ง เป็นต้น

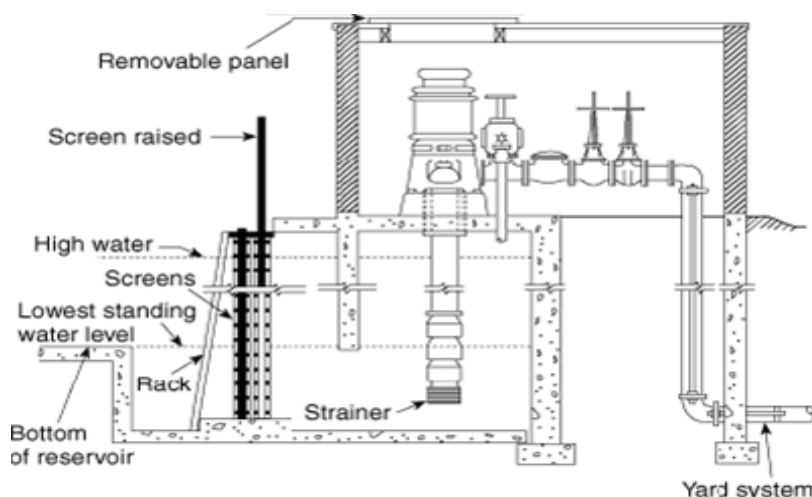


ภาพที่ 11 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบนอน

โดยปกติเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบหอยโข่ง จะเลือกใช้กับความต้องการปริมาณน้ำดับเพลิงที่ไม่เกิน 750 แกลลอนต่อนาที ในกรณีที่มีความต้องการปริมาณน้ำดับเพลิงสูงกว่า 750 แกลลอนต่อนาที ควรเลือกใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบอื่น



ภาพที่ 12 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบหอยโข่ง



ภาพที่ 13 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบตั้ง

ที่มา: NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection (2003)

ในกรณีที่แหล่งน้ำดับเพลิงมีระดับน้ำต่ำกว่าระดับท่อดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องทำการเลือกเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นแบบตั้ง (Vertical Type) เท่านั้น โดยการออกแบบและติดตั้งจะต้องมีการจัดสร้างตะแกรงกันขยะ หรือเศษสิ่งของต่างๆ ที่จะเข้ามาในบ่อน้ำที่ใช้สำหรับการดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง รวมทั้งการติดตั้งตัวกรอง (Strainer) ไว้ที่ปลายของท่อดูดเสมอ

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงรักษาแรงดันในระบบ (Jockey Pump) โดยปกติเป็นเครื่องสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง หน้าที่ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงรักษาแรงดันนี้ คือการเติมน้ำทดแทนน้ำส่วนที่อาจมีการรั่วซึมออกไปจากระบบท่อน้ำดับเพลิง โดยเครื่องสูบน้ำนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อแรงดันภายในระบบท่อน้ำดับเพลิงลดลงจากระดับที่กำหนดไว้ และเมื่อมีการเติมน้ำอยู่ในระดับปกติแล้ว เครื่องสูบน้ำนี้จะหยุดเองโดยอัตโนมัติเช่นกัน

ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีเส้นทางเข้าออกที่ปลอดภัยและสามารถเข้าได้โดยสะดวกตลอดเวลา ตำแหน่งของห้องควรอยู่ในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศได้ดีและไม่มีน้ำท่วมขัง ผนังห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

1.4 อุปกรณ์ประกอบระบบ

อุปกรณ์ประกอบของระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบและผลิตเพื่อใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเท่านั้น โดยอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้จะต้องได้รับการรับรองการทดสอบตามมาตรฐานสากลเท่านั้น อุปกรณ์หลักของระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ คือ

1.4.1 อุปกรณ์ระบายลมอัดโนมัติสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 12.7 มิลลิเมตร

1.4.2 วาล์วลดแรงดัน (Pressure Relief Valve) เพื่อป้องกันแรงดันเกินที่ด้านส่ง (Discharge) ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

1.4.3 มาตรวัดแรงดัน จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมาตรวัดไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (3 ½ นิ้ว) พร้อมวาล์วปิดเปิดขนาด 6.25 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว)

1.4.4 วาล์วปิด-เปิด จะต้องเป็นวาล์วที่สามารถเห็นการปิด-เปิดได้ด้วยตาเปล่า เช่น วาล์ว OS&Y วาล์วปีกผีเสื้อ เป็นต้น

1.4.5 มาตรวัดอัตราการไหลของน้ำดับเพลิง เพื่อใช้ในการตรวจสอบและทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

1.4.6 ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องมียุติการควบคุมที่ใช้ในการควบคุมสั่งงานเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและจะต้องถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับการควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเท่านั้น

2. แหล่งน้ำดับเพลิง (Fire Water Reservoir)

แหล่งน้ำดับเพลิงนั้น ต้องมีขนาดเพียงพอต่อปริมาณการดับเพลิงในพื้นที่นั้นๆ ที่มีปริมาณการใช้น้ำดับเพลิงมากที่สุด โดยมีระยะเวลาในการใช้น้ำดับเพลิงเพียงพอตามที่มาตรฐานกำหนด โดยทั่วไปแหล่งน้ำที่ใช้ในการดับเพลิงสามารถเลือกใช้แหล่งน้ำต่างๆ เหล่านี้ คือ

2.1 ระบบประปาสาธารณะ

ระบบประปาสาธารณะที่ทำการตรวจสอบแล้วว่ามีความดันและปริมาณการไหลพอเพียงสม่ำเสมอตลอดปี

2.2 บ่อน้ำหรือสระน้ำ

การใช้บ่อน้ำหรือสระน้ำ จะต้องมีการป้องกันการเศษขยะหรือสิ่งของ ซึ่งอาจจะให้การอุดน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงมีปัญหาได้

2.3 ถังน้ำความดัน (Pressure Tank)

โดยทั่วไป ถังประเภทนี้จะมีการก่อสร้างโดยใช้เหล็ก ซึ่งถังน้ำประเภทนี้ต้องมีการออกแบบการก่อสร้างให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASME ของประเทศสหรัฐอเมริกา

2.3.1 ถังน้ำสูง (Gravity Tank)

เป็นการนำถังน้ำติดตั้งในตำแหน่งที่สูง ซึ่งระดับความสูงนั้นต้องสามารถจ่ายแรงดันน้ำดับเพลิงให้เพียงพอต่อความต้องการของระบบดับเพลิง

2.3.2 ถังน้ำคอนกรีต (Concrete Tank)

ถังน้ำประเภทนี้สามารถก่อสร้างเป็นแบบใต้ดินหรือแบบบนดิน โดยการก่อสร้างถังประเภทนี้จะมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโครงสร้างฐานรากสูงกว่าแบบอื่นๆ

3. ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler System)

3.1 ประเภทของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

หัวกระจายน้ำดับเพลิงสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ตามประเภทของการตรวจจับความร้อน (Heat Sensing Element) ที่หัวกระจายน้ำดับเพลิง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น

แบบโลหะ (Fusible Element) และแบบกระเปาะแก้ว (Glass Bulb) โดยในการตรวจจับความร้อนของแต่ละประเภทนั้น จะมีการกำหนดอุณหภูมิการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงระบุไว้อย่างชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการเลือกใช้งานในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน



ภาพที่ 14 หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบโลหะ



ภาพที่ 15 หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบกระเปาะแก้ว

ในการเลือกอุณหภูมิการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิง ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ต้องการติดตั้งนั้น สามารถตรวจสอบอุณหภูมิได้จากตารางที่ 10

ตารางที่ 7 การเลือกอุณหภูมิทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

อุณหภูมิสูงสุดที่ ระดับเพดาน (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิทำงาน (องศาเซลเซียส)	ประเภทของ อุณหภูมิ	รหัสสี (Color Code)	
			โลหะ รับความร้อน	ของเหลวใน กระเปาะแก้ว
38	57 - 77	ธรรมดา	ไม่มีสี	ส้มหรือแดง
66	79 - 107	ปานกลาง	ขาว	เหลืองหรือเขียว
107	121 - 149	สูง	น้ำเงิน	น้ำเงิน
149	163 - 191	สูงมาก	แดง	ม่วง
191	204 - 246	สูงมากพิเศษ	เขียว	ดำ
246	260 - 302	สูงยิ่งยวด	ส้ม	ดำ

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

สำหรับการแบ่งลักษณะการติดตั้ง (Orientation Type) ของหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ แบบคว่ำ (Pendent Type) และแบบตั้ง (Upright Type) ซึ่งหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้นมีการติดตั้งได้หลายแบบ เช่น แบบชิดกำแพง (Side Wall Type) เป็นต้น



ภาพที่ 16 ลักษณะของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบคว่ำ (Pendent Type)



ภาพที่ 17 ลักษณะของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบตั้ง (Upright Type)

3.2 การจัดแบ่งประเภทความเสี่ยงภัยของพื้นที่

การแบ่งประเภทความเสี่ยงภัยของพื้นที่สำหรับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

พื้นที่ความเสี่ยงภัยต่ำ (Light Hazard Occupancies)

พื้นที่ความเสี่ยงภัยปานกลาง (Ordinary Hazard Occupancies)

พื้นที่ความเสี่ยงภัยสูง (Extra Hazard Occupancies)

3.2.1 พื้นที่ความเสี่ยงภัยต่ำ

พื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยด้านอัคคีภัยต่ำนั้น จะมีปริมาณเชื้อเพลิงอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งมีตัวอย่างของพื้นที่ เช่น

- 1) อาคารพักอาศัย
- 2) สำนักงานทั่วไป รวมถึงห้องคอมพิวเตอร์
- 3) สโมสร
- 4) โรงพยาบาล
- 5) ศูนย์ประชุม
- 6) ห้องสมุด

3.2.2 พื้นที่ความเสี่ยงภัยปานกลาง

พื้นที่กลุ่มนี้จะมีลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับของเหลวติดไฟ(Combustible Liquid) หรือของเหลวติดไฟ (Flammable Liquid) ในปริมาณไม่มากจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) พื้นที่ความเสี่ยงภัยปานกลาง กลุ่มที่ 1 เช่น

- 1.1 พื้นที่ที่จอดรถและแสดงรถยนต์
- 1.2 โรงงานผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก้ว
- 1.3 โรงซักรีด
- 1.4 โรงงานผลิตอาหารบรรจุกระป๋อง
- 1.5 โรงงานผลิตอาหารเพื่อการบริโภค
- 1.6 โรงงานทำขนมปัง
- 1.7 โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 1.8 โรงงานผลิตเครื่องดื่ม

2. พื้นที่ความเสี่ยงภัยปานกลาง กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีโอกาสเกิดการติดไฟมากกว่ากลุ่มที่ 1 เช่น

- 2.1 โรงงานสิ่งทอ
- 2.2 โรงงานยาสูบ
- 2.3 โรงงานสิ่งพิมพ์
- 2.4 โรงงานสารเคมี
- 2.5 โรงสีข้าว
- 2.6 โรงงานผลิตยางรถยนต์
- 2.7 โรงงานแปรรูปไม้
- 2.8 โรงงานผลิตกระดาษและเยื่อกระดาษ
- 2.9 โรงงานผลิตอาหารสัตว์

3.2.3 พื้นที่ความเสี่ยงภัยสูง

พื้นที่กลุ่มนี้จะมีลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) หรือของเหลวติดไฟ (Flammable Liquid) ในปริมาณมากจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) พื้นที่ความเสี่ยงภัยสูง กลุ่ม 1 เช่น

- 1.1 โรงงานผลิตภัณฑ์ยาง
- 1.2 โรงพิมพ์ (ที่มีการใช้หมึกพิมพ์ ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.9 องศาเซลเซียส)
- 1.3 โรงงานผลิตไม้อัดและไม้แผ่น
- 1.4 โรงงานฟอกย้อม ปั่นฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์ และฟอกขนสัตว์
- 1.5 โรงหล่อด้วยแบบโลหะ

2) พื้นที่ความเสี่ยงภัยสูง กลุ่ม 2 เป็นกลุ่มที่มีโอกาสเกิดการติดไฟสูงมากกว่ากลุ่มที่ 1 เช่น

- 2.1 โรงงานผลิตยางมะตอย
- 2.2 โรงพ่นสี
- 2.3 โรงกลั่นน้ำมัน
- 2.4 โรงงานผลิตภัณฑ์น้ำมันเครื่อง
- 2.5 โรงชุบโลหะที่ใช้น้ำมัน
- 2.6 โรงงานพลาสติก
- 2.7 พื้นที่ล้างโลหะด้วยสารละลาย

3.3 การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ในการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้น จะต้องทำการตรวจสอบโครงสร้างเพดานของพื้นที่ที่ต้องการป้องกันด้วยหัวกระจายน้ำดับเพลิง เพื่อทำการระบุพื้นที่ครอบคลุมการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงได้อย่างถูกต้อง ตามรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 พื้นที่ครอบคลุมของหัวกระจายน้ำดับเพลิงเทียบกับประเภทพื้นที่เสี่ยงภัย

ประเภทของโครงสร้าง	ประเภทของพื้นที่เสี่ยงภัย		
	อันตรายต่ำ (ตารางเมตร)	อันตรายปานกลาง (ตารางเมตร)	อันตรายสูง (ตารางเมตร)
โครงสร้างเพดาน - ไม่มีสิ่งกีดขวาง	20.25	11.70	9.00
โครงสร้างเพดาน - มีสิ่งกีดขวางไม่ติดไฟ	18.00	11.70	9.00
โครงสร้างเพดาน - มีสิ่งกีดขวางติดไฟ	15.12	11.70	9.00

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

3.4 การจัดวางตำแหน่งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบตั้ง (Upright) และแบบคว่ำ (Pendent)

3.4.1 ระยะห่างสูงสุดระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อย (Branch Line) หรือระยะห่างสูงสุดระหว่างท่อย่อยต้องห่างไม่เกิน 4.6 เมตร

3.4.2 แผ่นกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งให้ขนานกับเพดาน

3.4.3 ระยะห่างของแผ่นกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งได้เพดานที่ไม่มีสิ่งกีดขวางจะต้องห่างจากเพดานอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และห่างมากที่สุดไม่เกิน 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ยกเว้นหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบพิเศษให้ติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิตที่ระบุไว้

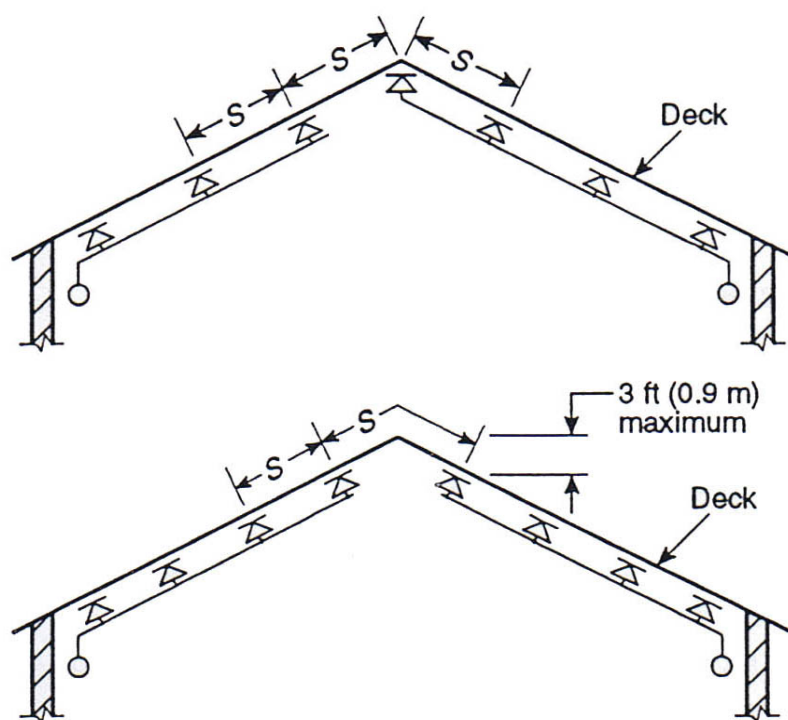
3.4.4 กรณีที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงติดตั้งบริเวณเพดานที่มีสิ่งกีดขวางการกระจายน้ำสามารถติดตั้งได้แผ่นกระจายน้ำอยู่ใต้เพดานในระยะ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) จนถึง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และต้องห่างจากเพดานได้สูงสุดไม่เกิน 559 มิลลิเมตร (22 นิ้ว)

ตารางที่ 9 ความดันน้ำและอัตราการไหลเทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัย

ประเภทพื้นที่เสี่ยงภัย	ความดันกิโกลาสกาล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	อัตราการไหลของน้ำที่ฐาน ของท่อเมนแนวดิ่ง ลิตร/นาที (แกลลอน/นาที)	ระยะเวลาที่ใช้ งานต่อเนื่อง (นาที)
เสี่ยงภัยต่ำ	103.5 (15)	1895 – 2840 (500 - 750)	30-60
เสี่ยงภัยปานกลาง	138 (20)	3,218-5,680 (850 - 1500)	60-90
เสี่ยงภัยสูง	กำหนดให้คำนวณโดยวิธีการ Hydraulic Calculation Methods		90-120

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

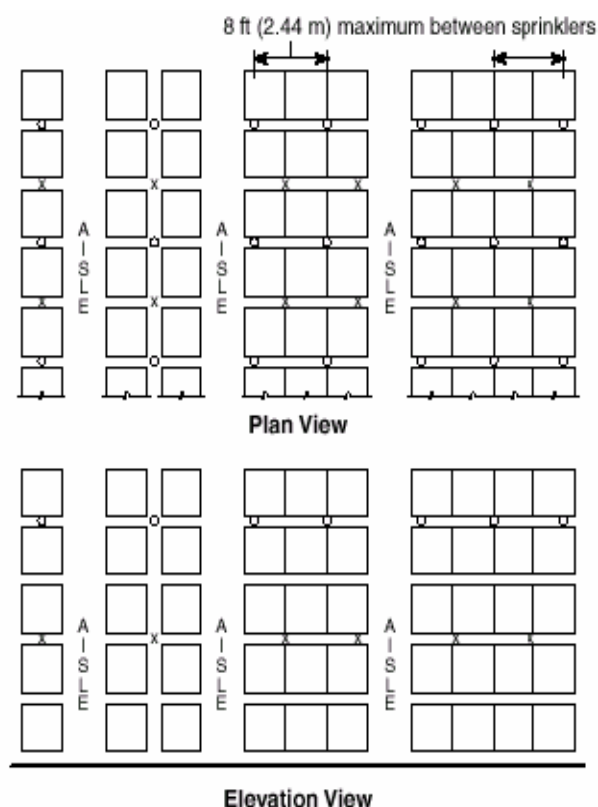
ลักษณะการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงได้หลังคามี 2 แบบ สามารถเลือกลักษณะการติดตั้งได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ที่จะทำงานติดตั้ง ตามภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงใต้หลังคา

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

สำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นชั้นเก็บสินค้า (Rack) ในคลังเก็บสินค้านั้น การจัดวางตำแหน่งของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องมีการติดตั้งทั้งสองตำแหน่งกล่าวคือ ที่ตำแหน่งใต้หลังคาและภายในชั้นเก็บสินค้าการจัดวางตำแหน่งหัวกระจายน้ำดับเพลิงในคลังเก็บสินค้าในชั้นเก็บสินค้าที่มีขนาดความสูงแตกต่างกันจะทำให้การจัดวางตำแหน่งหัวกระจายน้ำดับเพลิงเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจะต้องมีการออกแบบและติดตั้งโดยวิศวกรผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ

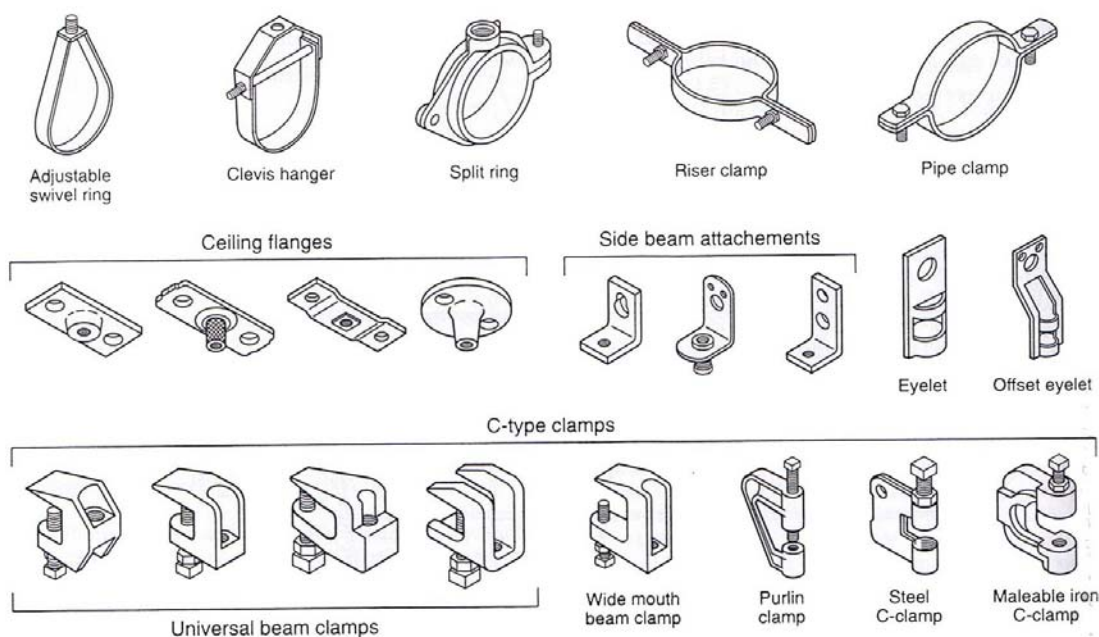


ภาพที่ 19 ตัวอย่างการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงในชั้นเก็บสินค้า

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

3.5 ท่อน้ำดับเพลิง

ท่อที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง จะต้องได้มาตรฐานสากล เช่น ASTM (American Society for Testing Materials) หรือ BS (British Standard) เป็นต้น สำหรับการต่อท่อในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงสามารถต่อด้วยการเชื่อม (Welding) การต่อท่อด้วยเกลียว (Threaded) การต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged) หรือการต่อแบบข้อต่อเชิงกล (Mechanical Joint) สำหรับท่อเหล็กขนาดต่ำกว่าเบอร์ 40 (Schedule 40) ลงไปห้ามต่อท่อด้วยข้อต่อแบบเกลียว และแบบเจาะร่อง (Cut Grooves)



ภาพที่ 20 ตัวอย่างของอุปกรณ์ยึดจับท่อดับเพลิงแบบต่างๆ

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

3.6 ประเภทของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

3.6.1 ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)

ระบบนี้เหมาะสมที่จะติดตั้งในอาคารทั่วไปเพราะระบบจะมีน้ำอยู่ในเส้นท่อตลอดเวลา เมื่อใดที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่เหนือบริเวณนั้นจะแตกและฉีดน้ำออกมาดับเพลิงเฉพาะพื้นที่ที่เกิดเพลิงไหม้นั้นทันที

3.6.2 ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)

ระบบนี้ภายในท่อจะไม่มีน้ำอยู่เลยซึ่งเหมาะสมที่จะติดตั้งสำหรับพื้นที่ป้องกันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ซึ่งหากมีน้ำอยู่ภายในระบบท่อจะทำให้เกิดการแข็งตัวของน้ำภายในเส้นท่อ ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ระบบท่อเสียหายได้ ดังนั้นจะมีการอัดอากาศหรือก๊าซไนโตรเจนเข้าไปในระบบท่อแทนการอัดน้ำเข้าระบบ

3.6.3 ระบบหน่วงน้ำ (Pre-Action System)

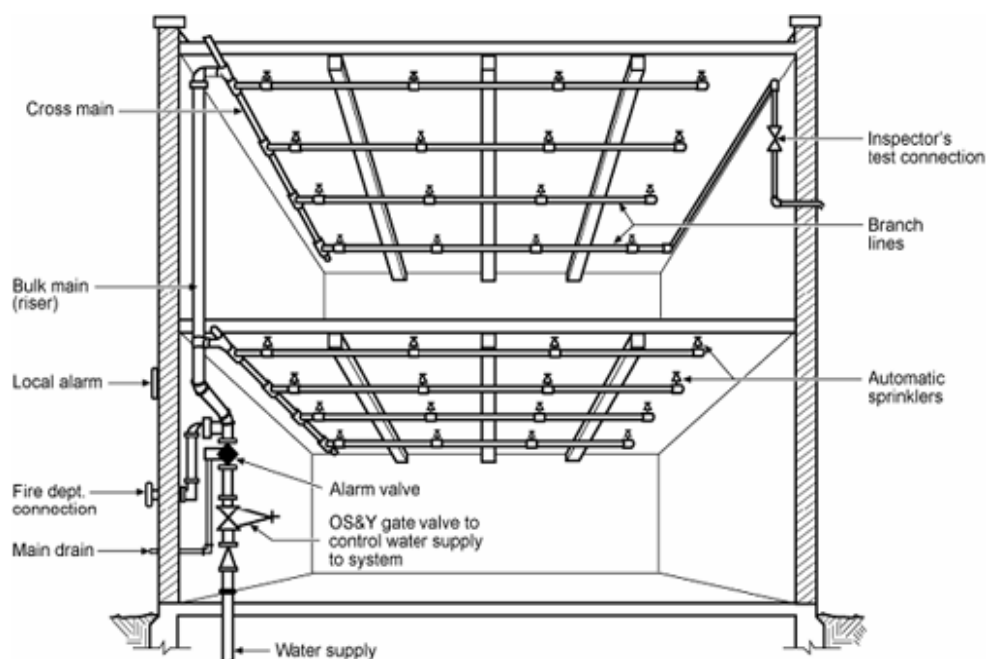
ระบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ป้องกันที่ต้องการหลีกเลี่ยงความบกพร่องของระบบท่อและหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อาจฉีกขาดโดยที่ไม่มีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น จนเป็นสาเหตุทำให้ทรัพย์สินหรืออุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงเสียหาย โดยระบบนี้มีขั้นตอนการทำงานสองขั้นตอน คือเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (ควันไฟ ความร้อนหรือเปลวไฟ) ทำงาน จะสั่งให้วาล์วควบคุมเปิดน้ำเข้าสู่ระบบท่อ และเมื่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงแตกออกเนื่องจากความร้อนของเพลิงไหม้ถึงอุณหภูมิทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิง น้ำดับเพลิงจะไหลออกเฉพาะหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่แตกออกเท่านั้น

3.6.4 ระบบเปิด (Deluge System)

ระบบนี้เหมาะสำหรับติดตั้งในบริเวณที่เพลิงไหม้สามารถเกิดขึ้นได้อย่างรุนแรงและรวดเร็ว การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบเปิด (Open Sprinkler) เพื่อทำการฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมกันทันทีทุกหัว

3.7 รายละเอียดระบบท่อเปียก

ระบบท่อเปียกเป็นระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีความประหยัดและสามารถป้องกันอัคคีภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบจะมีส่วนประกอบหลักตามดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ตัวอย่างการติดตั้งระบบท่อเปียก

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

ส่วนประกอบของระบบท่อเปียก มีดังนี้

3.7.1 หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Automatic Sprinkler)

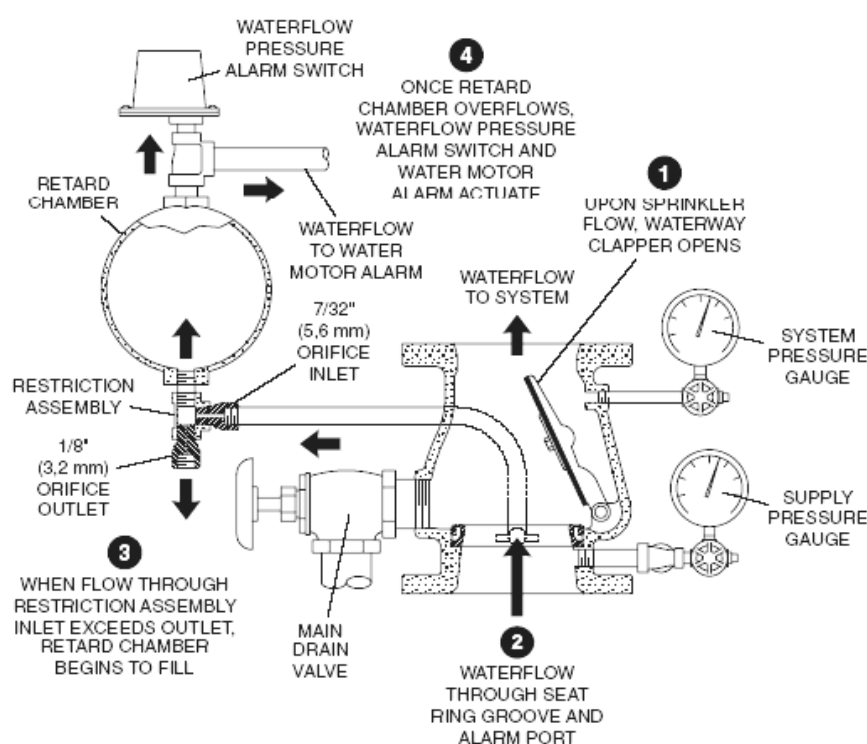
เป็นหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติแบบปิด ซึ่งติดตั้งอยู่กับระบบท่อน้ำเหนือพื้นที่ป้องกัน หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะแตกทันทีเมื่อความร้อนจากเพลิงไหม้สูงกว่าอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating) ของหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้น

3.7.2 ระบบท่อน้ำ (Piping System)

ท่อในระบบที่ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะมีน้ำอยู่ตลอดเวลาภายใต้ความดันใช้งานของระบบ (System Working Pressure) ท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ขนาดเบอร์ 40 อย่างน้อย สามารถใช้แบบมีตะเข็บหรือไม่มีตะเข็บก็ได้

3.7.3 วาล์วเตือนภัยระบบท่อเปียก (Wet Pipe Alarm Valve)

ติดตั้งวาล์วเตือนภัยซึ่งทำหน้าที่กำเนิดเสียงเตือนภัยด้วยระฆังน้ำ (Water Motor Gong) พร้อมส่งสัญญาณแจ้งเหตุไปยังระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) ด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความดัน (Pressure Switch) ที่ติดตั้งมาด้วย วาล์วสัญญาณยังทำหน้าที่เป็นตัวบอกโซน (Zone) ของพื้นที่ป้องกันที่เกิดเพลิงไหม้ กรณีที่พื้นที่นั้นแบ่งออกเป็นหลายโซน



ภาพที่ 22 แผนภูมิการทำงานของวาล์วเตือนภัยของระบบท่อเปียก

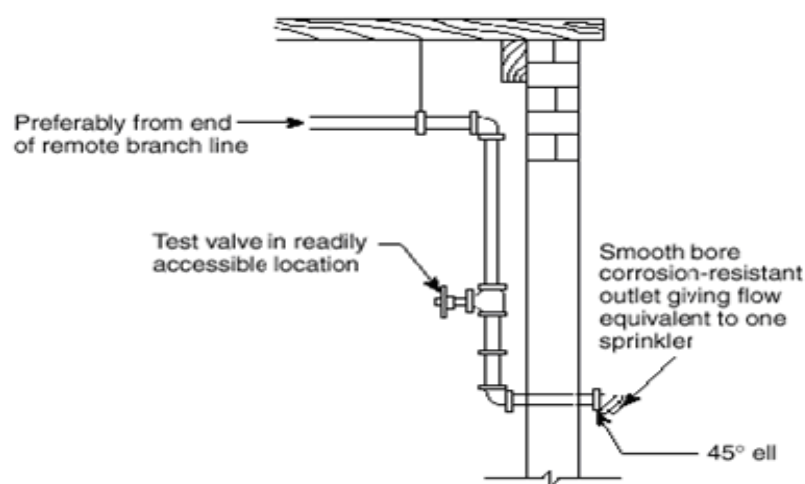
ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

3.7.4 อุปกรณ์การส่งสัญญาณการไหลของน้ำ (Water Flow Switch)

ให้ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณการไหลของน้ำ เมื่อติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงในระบบเกินกว่า 20 หัวและสำหรับอาคารสูงจะต้องติดตั้งอย่างน้อย 1 ตัวต่อชั้นต่อโซน

3.7.5 สถานีทดสอบระบบ (System Test Station)

ให้ติดตั้งสถานีทดสอบระบบการเตือนภัยเท่ากับจำนวนหัวสัญญาณที่ติดตั้งในระบบ โดยสถานีทดสอบจะติดตั้งที่ท่อย่อยที่ไกลที่สุด (Most Remote Branch Line) ของระบบ หัวกระจายดับเพลิงโดยจะประกอบไปด้วยข้อต่อที่ติดตั้งออร์ฟิช (Orifice) ซึ่งมีขนาดเท่ากับออร์ฟิชของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้ง

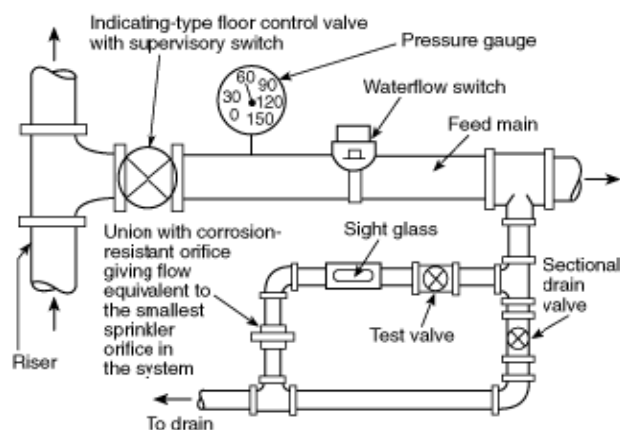


ภาพที่ 23 การติดตั้งสถานีทดสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

3.7.6 สถานีทดสอบประจำชั้น (Floor Test Station)

ให้ติดตั้งสถานีทดสอบประจำชั้น เพื่อทำหน้าที่ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่งสัญญาณการไหลของน้ำที่ติดตั้งอยู่ชั้นว่าสามารถใช้งานได้ดีหรือไม่



ภาพที่ 24 ตัวอย่างสถานีดสอบประจำชั้น

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

4. ระบบท่อน้ำดับเพลิงภายในอาคาร (Standpipe and Hose System)

ประเภทระบบท่อน้ำดับเพลิงและสายฉีดน้ำดับเพลิงจะแบ่งประเภทของการใช้งานออกเป็นประเภทต่างๆ 3 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 จัดเตรียมวาล์วต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Connection) ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้รับการฝึกซ้อมการใช้สายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดใหญ่เท่านั้น

ประเภทที่ 2 จัดเตรียมสายฉีดน้ำดับเพลิง ขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร (1 ½ นิ้ว) สำหรับผู้อยู่ในพื้นที่ เพื่อใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก

ประเภทที่ 3 จัดเตรียมสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร (1 ½ นิ้ว) สำหรับผู้อยู่ในพื้นที่และวาล์วต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้รับการฝึกซ้อมการใช้สายขนาดใหญ่เท่านั้น

หัวรับน้ำดับเพลิงจะต้องจัดให้มีอย่างน้อย 1 หัวสำหรับท่อน้ำประเภทที่ 1 และ 3 สำหรับอาคารที่มีความสูงมาก และมีการแบ่งระบบท่อน้ำออกเป็นโซนพื้นที่ ซึ่งจะต้องจัดให้มีหัวรับน้ำดับเพลิงสำหรับแต่ละโซนพื้นที่ โดยทั่วไปหัวรับน้ำดับเพลิงจะต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. ไม่มีวาล์วปิด-เปิด ติดตั้งระหว่างหัวรับน้ำดับเพลิงกับระบบท่ออื่น
2. ให้ติดตั้งวาล์วกันย้อนกลับ สำหรับหัวรับน้ำดับเพลิงทุกจุดที่ต่อเข้ากับระบบท่ออื่น
3. หัวรับน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วตัวผู้ พร้อมฝาครอบตัวเมียและโซ่คล้อง
4. หัวรับน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ พนักงานดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้ โดยสะดวก และไม่มีอุปสรรคกีดขวางใดๆ และควรอยู่ใกล้กับหัวจ่ายน้ำดับเพลิงสาธารณะ (Public Hydrant)
5. ให้มีป้ายตัวอักษรอ่านได้ชัดเจน โดยมีขนาดอักษรสูงไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) แสดงถึงระบบท่อว่าเป็นประเภทใด เช่น “ระบบท่ออื่น” หรือถ้าจ่ายให้กับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงด้วย เช่น “ระบบท่ออื่นและหัวกระจายน้ำดับเพลิง” เป็นต้น
6. ในกรณีที่หัวรับน้ำดับเพลิงจ่ายให้เฉพาะบางโซนพื้นที่ของอาคาร จะต้องจัดให้มีป้ายตัวอักษรบ่งบอกอย่างชัดเจนว่าจ่ายน้ำให้กับ โซนพื้นที่ใดของอาคาร

ระบบท่ออื่นภายในอาคาร ที่นิยมใช้ในประเทศไทยมีด้วยกัน 2 ระบบหลัก ดังต่อไปนี้

1. ระบบท่อเปียกแบบทำงานอัตโนมัติ (Automatic-Wet) เป็นระบบท่ออื่นซึ่งต่อเข้ากับระบบท่อจ่ายน้ำดับเพลิงโดยมีเครื่องสูบน้ำดับเพลิงต่อเข้ากับระบบเป็นแบบยึดติดถาวร ในกรณีที่มีการใช้งานระบบแบบนี้จะสามารถจ่ายน้ำดับเพลิงได้อย่างทันทีโดยอัตโนมัติ โดยปกติภายในระบบท่ออื่นแบบนี้จะมีน้ำดับเพลิงซึ่งมีแรงดันอยู่ภายในท่อตลอดเวลา
2. ระบบท่อเปียกแบบทำงานด้วยมือ (Manual-Wet) เป็นระบบท่ออื่นที่ต่อกับแหล่งจ่ายน้ำประปาในอาคาร เช่น ระบบน้ำใช้โดยมีความมุ่งหมายให้มีน้ำอยู่เต็มในระบบท่ออื่นเท่านั้น ซึ่งแหล่งจ่ายน้ำนี้ไม่สามารถให้แรงดันและปริมาณการไหลของน้ำเพียงพออย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของระบบ ระบบท่ออื่นนี้จะรับน้ำดับเพลิงจากแหล่งจ่ายน้ำดับเพลิงจากภายนอก เช่น เครื่องสูบน้ำดับเพลิงของรถดับเพลิง เป็นต้น ห้ามไม่ให้ใช้ระบบท่อเปียกแบบทำงานด้วยมือกับอาคารสูงที่มีความสูงตั้งแต่ 23 เมตร และระบบท่ออื่นประเภทประเภท 2 และประเภท 3 ระบบส่งน้ำ

สำหรับท่ออื่น จะต้องจัดให้มีความสามารถพอเพียงที่จะส่งจ่ายน้ำให้กับอุปกรณ์ฉีดน้ำดับเพลิงที่ใช้เป็นระยะเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 30 นาที

ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำหรับท่ออื่นประเภทที่ 1 และ 3

1. ต้องมีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 1,893 ลิตรต่อวินาที (500 แกลลอนต่อนาที) เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที
2. ในกรณีที่ระบบท่ออื่นมีมากกว่าหนึ่งท่อ ปริมาณการส่งจ่ายน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 1,893 ลิตรต่อวินาที (500 แกลลอนต่อนาที) สำหรับท่ออื่นท่อแรกและ 946 ลิตรต่อวินาที (250 แกลลอนต่อนาที) สำหรับท่ออื่นแต่ละท่อที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ปริมาณการส่งจ่ายน้ำรวมของท่ออื่นเกิน 4,731 ลิตรต่อวินาที (1,250 แกลลอนต่อนาที) ให้ใช้ปริมาณการส่งจ่ายน้ำที่ 4,731 ลิตรต่อวินาที หรือมากกว่าได้
3. ระบบส่งน้ำจะต้องมีความดันพอเพียง เพื่อให้มีความดันที่จุดไกลสุดและสูงสุดของท่ออื่น 448 กิโลปาสกาล (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ด้วยปริมาณการส่งจ่ายน้ำ 1,893 ลิตรต่อวินาที (500 แกลลอนต่อนาที) ที่จุดไกลสุดท้ายและสูงสุดของท่ออื่น
4. ในกรณีที่ขนาดของระบบท่ออื่นได้มาจากการคำนวณตามหลักการกลศาสตร์ของไหล ความดันที่จุดหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงที่อยู่ไกลที่สุดจะต้องมีความดัน 448 กิโลปาสกาล (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ด้วยอัตราการไหลของน้ำ 1,893 ลิตรต่อวินาที (500 แกลลอนต่อนาที) ออกจากหัวฉีด

ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำหรับท่ออื่นประเภทที่ 2

1. จะต้องมีการอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 379 ลิตรต่อวินาที (100 แกลลอนต่อนาที) สำหรับวาล์ว และสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 40 มิลลิเมตร (1 ½ นิ้ว)
2. สำหรับวาล์วและสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) จะต้องมีการอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 50 ลิตรต่อวินาที
3. ความดันที่จุดหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงที่อยู่ไกลที่สุดจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 448 กิโลปาสกาล (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

5. ระบบท่อน้ำดับเพลิงรอบนอกอาคาร (Fire Hydrant System)

5.1 ทั่วไป

5.1.1 ขนาดของท่อต่อทางน้ำเข้าของหัวดับเพลิงกับระบบท่อน้ำ จะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร โดยมีวาล์วควบคุมที่จุดต่อหัวจ่ายน้ำดับเพลิงกับท่อน้ำดับเพลิง

5.1.2 ชนิดของหัวจ่ายน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นแบบเปียกเท่านั้น (Wet - Barrel)

5.1.3 จำนวนหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Outlet) ให้มีไม่น้อยกว่า 1 หัว

5.1.4 หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นหัวต่อสวมเร็วชนิดตัวเมีย พร้อมฝาครอบและโซ่

5.1.5 ให้มีวาล์ว ปิด-เปิด ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) ติดตั้งที่หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง

5.2 ตำแหน่งหัวจ่ายน้ำดับเพลิงรอบนอกอาคาร

5.2.1 ที่ติดตั้งหัวจ่ายน้ำดับเพลิงต้องห่างจากอาคารที่ป้องกันไม่น้อยกว่า 12 เมตร (50 ฟุต)

5.2.2 ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งห่างจากอาคารเกิน 12 เมตร กำหนดให้ติดตั้งใกล้อาคารได้ถ้าผนังของอาคารเป็นผนังทนไฟหรือติดตั้งใกล้กับส่วนที่เป็นบันไดหรือมุมอาคาร ซึ่งผนังดังกล่าวในส่วนนี้จะต้องไม่พังลงได้โดยง่ายเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้

5.2.3 ระยะห่างระหว่างหัวดับเพลิงแต่ละหัวจะต้องไม่เกิน 150 เมตร (500 ฟุต)

5.3 การติดตั้งหัวจ่ายดับเพลิง

หัวจ่ายน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคงแข็งแรง โดยรองรับข้างได้ด้วยฐานคอนกรีต ความสูงของหัวจ่ายน้ำดับเพลิงจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร วัดจากแนวศูนย์กลางของหัวต่อ

สายฉีดน้ำถึงระดับดิน หัวจ่ายน้ำดับเพลิงจะต้องป้องกันการชำรุดเสียหายที่อาจเกิดจากการกระแทก โดยการจัดทำแนวกัน หัวจ่ายน้ำดับเพลิงจะต้องถูกยึดติดกับท่อน้ำดับเพลิงด้วยระบบข้อต่อแบบ หน้าแปลนเท่านั้น และให้ทำการป้องกันแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางของน้ำดับเพลิงด้วย ให้ทดสอบการทำงานของหัวดับเพลิงทุกหัว อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

5.4 ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์

5.4.1 จัดเตรียมสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ ให้มีจำนวนเพียงพอสำหรับบุคลากร หรือพนักงานดับเพลิงใช้งาน

5.4.2 จำนวนและชนิดของสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ ให้พิจารณาจากจำนวน และตำแหน่งของหัวดับเพลิง ที่มีใช้สัมพันธ์กับพื้นที่หรืออาคารที่ป้องกันการขยายตัวของเพลิง และขีดความสามารถของผู้ใช้ในพื้นทีนั้น ๆ

5.4.3 จำนวนและชนิดของสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ อาจจะต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าพนักงานดับเพลิง

5.4.4 ายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ ให้เก็บไว้ในบริเวณที่สามารถเข้าถึงและหยิบใช้ได้โดยง่ายอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องบรรจุภายในตู้ที่เห็นได้โดยง่าย

5.4.5 ข้อต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง ให้เป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วทั้งสองปลาย

5.5 ตำแหน่งและการสร้างตู้

ให้ติดตั้งตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงใกล้กับหัวจ่ายน้ำดับเพลิงมากที่สุด หรือติดตั้งไว้ข้าง หัวจ่ายน้ำดับเพลิงโดยตรง ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงจะต้องถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานภายในตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงจะต้องมีช่องระบายอากาศ สีของตัวตู้จะต้องเป็นชนิดที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม

5.6 ขนาดของตู้และอุปกรณ์ภายใน

ขนาดของตู้จะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุอุปกรณ์ต่างๆ ได้พอเพียง หรือจัดทำเป็นชั้นวางหรือที่ยึดอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยอุปกรณ์ภายในตู้จะต้องมี

5.6.1 สายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 2½ นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 30 เมตร อย่างน้อย 1 เส้น

5.6.2 หัวฉีดน้ำดับเพลิงที่สามารถปรับการฉีดเป็นลำตรงและเป็นฝอยได้ อย่างน้อย 1 หัว

5.6.3 หัวต่อลดขนาด 2½ นิ้ว x 1½ นิ้ว อย่างน้อย 1 หัว

5.6.4 ขวานเหล็กและชะแลงเหล็ก อย่างละ 1 อัน

6. ถังดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)

6.1 ทั่วไป

ถังดับเพลิงแบบมือถือมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้ดับเพลิงที่เกิดขึ้นในขั้นต้น ซึ่งเพลิงไหม้นั้นยังไม่มีควมรุนแรงมากนัก ฉะนั้นการเลือกใช้ประเภทของสารดับเพลิงที่บรรจุอยู่ในถังดับเพลิงแบบมือถือให้ถูกต้องตรงกับประเภทของไฟที่เกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดับเพลิงขั้นต้น

6.2 ประเภทของสารเคมีแห้งดับเพลิง

ประเภทของสารเคมีแห้งดับเพลิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก คือ

6.2.1 โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium Bicarbonate Based) สารเคมีกลุ่มนี้จะมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงที่เกิดกับไฟประเภท ข (Class B) และไฟประเภท ค (Class C) แต่โดยทั่วไป จะใช้ในการดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหาร

6.2.2 โพแทสเซียม (Potassium Based) สารเคมีดับเพลิงประเภทนี้มีคุณสมบัติในการดับเพลิงสำหรับไฟประเภท ข (Class B) และไฟประเภท ค (Class C) ได้ดีกว่ากลุ่มโซเดียมไบคาร์บอเนต

6.2.3 โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (Mono Ammonium Phosphate) หรือเรียกว่า สารเคมีแห้งดับเพลิงเอนกประสงค์ (ABC Multi-Purpose Dry Chemical) เหมาะสำหรับไฟประเภท ก (Class A) ไฟประเภท ข (Class B) และไฟประเภท ค (Class C) แต่ไม่เหมาะกับการดับเพลิง น้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหารเนื่องจากอาจเกิดการลุกไหม้ซ้ำได้ รวมทั้งไม่ใช้ในการดับเพลิง กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมูลค่าสูงเนื่องจากจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้นเสียหายได้

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของสารดับเพลิงแต่ละประเภท

ลำดับ	ชื่อเคมี	สูตรเคมี	ชื่อทางการค้า
1	โซเดียมไบคาร์บอเนต	NaHCO_3	ผงเคมีแห้งกรดเกลือโซดา
2	โปแตสเซียม ไบคาร์บอเนต	KHCO_3	ผงเคมีแห้ง Purple K
3	โปแตสเซียม คลอไรด์	KCl	ผงเคมีแห้ง Super K
4	โมโนแอมโมเนียม ฟอสเฟต	$(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$	ผงเคมีแห้ง ABC หรือ เอนกประสงค์

ที่มา: NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2002)



ภาพที่ 25 ถังดับเพลิงแบบมือถือแบบต่างๆ

ในการติดตั้งถังดับเพลิงแบบมือถือ (ยกเว้น เครื่องดับเพลิงแบบล้อเข็น) ควรติดตั้งให้ถูกต้องตามข้อกำหนดต่อไปนี้คือ

1. การติดตั้งถังดับเพลิงแบบมือถือที่มีน้ำหนักรวม (Gross Weight) ไม่เกิน 18.14 กิโลกรัม (40 ปอนด์) จะต้องทำการติดตั้งให้ส่วนบนสุดของถังสูงไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) โดยวัดจากพื้น
2. ในกรณีถังดับเพลิงแบบมีล้อเข็น มีน้ำหนักไม่เกิน 18.14 กิโลกรัม (40 ปอนด์) จะต้องติดตั้งให้จุดบนสุดของถังสูงไม่เกิน 1.00 เมตร (3-1/2 ฟุต) โดยวัดจากพื้น
3. สำหรับกรณีที่ไม่สามารถกระทำการติดตั้งให้เป็นไปตามข้างต้นได้ จะต้องทำการติดตั้งให้ส่วนล่างสุดของถังอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

6.3 การเลือกประเภทสารดับเพลิง

ในการแบ่งระดับอันตรายสำหรับพื้นที่ต่างๆ นั้นจะมีความแตกต่างในส่วนของการจัดเก็บหรือการใช้งานในพื้นที่ที่มีปริมาณเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งระดับอันตรายได้เป็น 3 ระดับ คือ

6.3.1 อันตรายระดับต่ำ (Low Hazard) คือ พื้นที่ที่มีเชื้อเพลิงที่สามารถทำให้เกิดไฟประเภท ก (Class A) มากกว่าเชื้อเพลิงสำหรับไฟประเภท ข (Class B) โดยเมื่อเกิดเพลิงไหม้แล้วจะมีการลุกลามไฟในระดับต่ำเช่น สำนักงาน ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องรับแขก ห้องพักในโรงแรม เป็นต้น

6.3.2 อันตรายระดับปานกลาง (Ordinary Hazard) คือ พื้นที่ที่มีเชื้อเพลิงของไฟประเภท ก (Class A) และ ข (Class B) มากกว่าพื้นที่อันตรายระดับต่ำ เช่น พื้นที่รับประทานอาหาร พื้นที่ขายสินค้า พื้นที่ร้านค้าโรงงานขนาดเล็ก พื้นที่ทำงานวิจัย ครัวชุมชน พื้นที่จอดรถยนต์ เป็นต้น

6.3.3 อันตรายระดับสูง (High Hazard) คือ พื้นที่ที่มีการจัดเก็บ การผลิต การใช้ การผสม ของเชื้อเพลิงที่เกิดไฟประเภท ก และ ข เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น พื้นที่ทำงานไม้ พื้นที่ซ่อมรถ พื้นที่แสดงสินค้า พื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์ พื้นที่ผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ การชุบ การพ่นเคลือบ รวมถึงพื้นที่ที่มีการจัดเก็บสารไวไฟ เป็นต้น

ตารางที่ 11 ความสามารถในการดับเพลิงของสารดับเพลิงแต่ละประเภท

ประเภทของสารดับเพลิง (Fire Extinguishing Agents)	ประเภทของไฟ (Fire Classification)			
	ก	ข	ค	ง
	(A)	(B)	(C)	(D)
น้ำ	✓			
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)		✓	✓	
โฟม (Foam) เช่น AFFF, AR-AFFF เป็นต้น	✓	✓		
ผงเคมีแห้งเอนกประสงค์ (Multipurpose-ABC)	✓	✓	✓	
ผงเคมีแห้งกลุ่มโปแตสเซียม		✓	✓	
ผงเคมีแห้งกลุ่มโซเดียมไบคาร์บอเนต	✓			
แก๊สดับเพลิง เช่น Halotron-1 เป็นต้น	✓	✓	✓	
สารดับเพลิงพิเศษ (Dry Powder)				✓

ที่มา: NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2002)

6.4 อัตราการดับเพลิง (Fire Rating)

การกำหนดอัตราการดับเพลิงของถังดับเพลิงแบบมือถือ จะมีการอ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐานของ Underwriter's Laboratories Inc. (UL) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ทำการทดสอบหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องดับเพลิงยกหิ้วชนิดผงเคมีแห้ง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1970 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตารางที่ 14 เป็นตัวอย่างการกำหนดอัตราการดับเพลิงของถังดับเพลิงแบบมือถือ สามารถนำไปดับไฟประเภท ก (Class A) โดยทดสอบกับไม้ที่มีขนาดต่างๆ กัน

ตารางที่ 12 อัตราการดับเพลิงของถังดับเพลิงแบบมือถือกับไฟประเภท ก (Class A)

อัตราการ ดับเพลิงของ เครื่อง ดับเพลิง	จำนวน ชั้นไม้ (ชั้น)	ขนาดภาคตัดของชั้นไม้ x ความยาว(มิลลิเมตรx มิลลิเมตรxมิลลิเมตร)	จำนวนชั้น (ชั้น)	จำนวนชั้นไม้ ในแต่ละชั้น (ชั้น)
1-A	50	45 x 45 x 500	10	5
2-A	78	45 x 45 x 600	13	6
3-A	98	45 x 45 x 750	14	7
4-A	120	45 x 45 x 850	15	8
6-A	153	45 x 45 x 1000	17	9
10-A	209	45 x 45 x 1200	19	11
20-A	160	45 x 45 x 1500	101 (ชั้นบนสุด)	15 วางตามหน้าแคบ 10 วางตามหน้ากว้าง
30-A	192	45 x 45 x 1850	101 (ชั้นบนสุด)	18 วางตามหน้าแคบ 12 วางตามหน้ากว้าง
40-A	224	45 x 45 x 2200	101 (ชั้นบนสุด)	21 วางตามหน้าแคบ 14 วางตามหน้ากว้าง

ที่มา: NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2002)

6.5 การเลือกเครื่องดับเพลิงแบบต่างๆ

ในการเลือกถังดับเพลิงแบบมือถือสำหรับการดับเพลิงกับไฟประเภท ก นั้น จะมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกอัตราการดับเพลิง (Fire Rating) ของถังดับเพลิงแต่ละประเภทและพื้นที่ที่สามารถทำการป้องกัน รวมถึงระยะห่างมากที่สุดระหว่างถังดับเพลิงแต่ละถัง รายละเอียดต่างๆ สามารถตรวจสอบได้จากตารางที่ 15

ตารางที่ 13 ความสามารถในการดับเพลิงกับระดับของอันตรายแต่ละประเภท

หลักเกณฑ์	อันตราย ระดับต่ำ	อันตราย ระดับปานกลาง	อันตราย ระดับสูง
อัตราการดับเพลิงของ 1 ถึง พื้นที่ป้องกันมากที่สุดต่อ 1 ถึง	2-A	2-A	4-A
	1,045 ตารางเมตร (11,250 ตารางฟุต)	1,045 ตารางเมตร (11,250 ตารางฟุต)	1,045 ตารางเมตร (11,250 ตารางฟุต)
ระยะห่างมากที่สุดระหว่างถัง ต่อถัง	23 เมตร (75 ฟุต)	23 เมตร (75 ฟุต)	23 เมตร (75 ฟุต)

ที่มา: NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2002)

ตารางที่ 14 อัตราการดับเพลิงกับระดับอันตรายแต่ละประเภท

อัตราการดับเพลิง ของถังดับเพลิง แบบมือถือประเภท ก	อันตราย ระดับต่ำ (ตารางเมตร)	อันตราย ระดับปานกลาง (ตารางเมตร)	อันตราย ระดับสูง (ตารางเมตร)
1A	-	-	-
2A	557	280	-
3A	836	418	-
4A	1045	557	372
6A	1045	836	557
10A	1045	1045	930
20A	1045	1045	1045
30A	1045	1045	1045
40A	1045	1045	1045

ที่มา: NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2002)

การเลือกถังดับเพลิงแบบมือถือสำหรับการดับเพลิงกับไฟประเภท ข นั้น จะมีหลักเกณฑ์พิจารณาอัตราการดับเพลิงและระยะห่างของการฉีดที่ปลอดภัยตามรายละเอียดในตารางที่ 18

ตารางที่ 15 ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงประเภท ข (Class B)

ประเภทของพื้นที่อันตราย	อัตราการดับเพลิงขั้นต่ำ ของถังดับเพลิงแบบมือถือ	ระยะทางเข้าถึงเครื่องดับเพลิง มากที่สุด (เมตร)
ระดับต่ำ (Light Hazard Area)	5B 10-B	9 (30 ฟุต) 15 (50 ฟุต)
ระดับปานกลาง (Ordinary Hazard Area)	10-B 20-B	9 (30 ฟุต) 15 (50 ฟุต)
ระดับสูง (Extra Hazard Area)	40-B 80-B	9 (30 ฟุต) 15 (50 ฟุต)

ที่มา: NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers (2002)

การติดตั้งถังดับเพลิงแบบมือถือสำหรับการดับเพลิงกับไฟประเภท ข นั้น จะต้องทำการติดตั้งโดยการกำหนดระยะห่างของเครื่องดับเพลิงและระยะในการเข้าถึงเครื่องดับเพลิงให้สัมพันธ์กับระดับอันตรายของพื้นที่และอัตราการดับเพลิงของถังดับเพลิงแบบมือถือที่เลือกใช้ด้วย

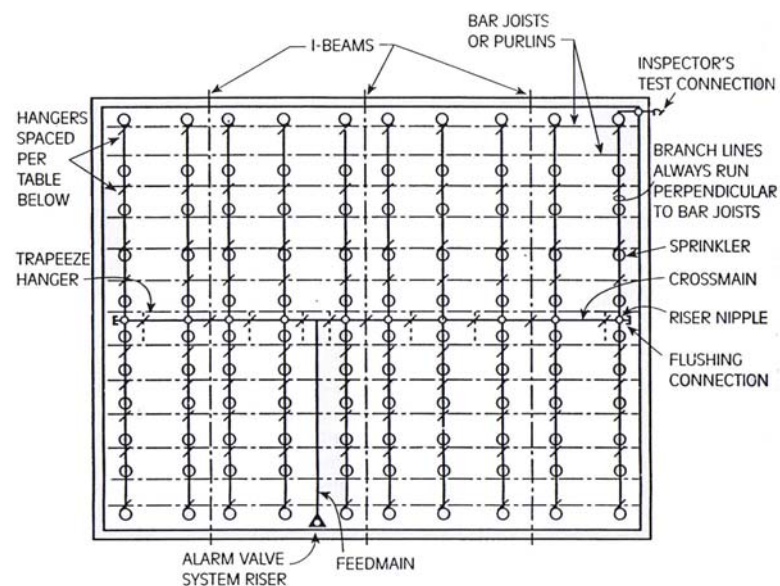
สำหรับการเลือกถังดับเพลิงแบบมือถือเพื่อใช้ในการดับเพลิงกับไฟประเภท ค(Class C) นั้น โดยปกติจะเลือกใช้สารดับเพลิงที่ไม่นำไฟฟ้าและไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน ดังนั้นในการเลือกสารดับเพลิง สามารถเลือกได้หลายแบบ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารเคมีแห้ง และแก๊สดับเพลิงต่างๆ เป็นต้น การติดตั้งถังดับเพลิงแบบมือถือเพื่อใช้ในการดับเพลิงกับไฟประเภท ค(Class C) นั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ห่างกันไม่เกิน 23 เมตร

การคำนวณระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ขั้นตอนการพิจารณาออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (sprinkler)

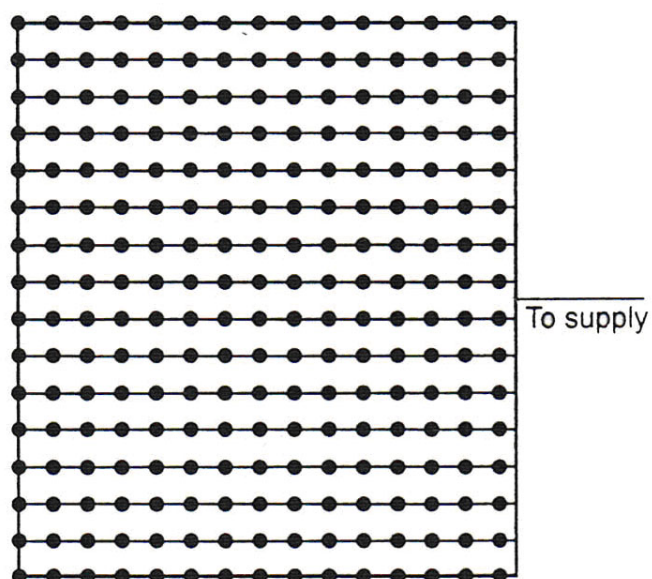
1. พิจารณาสถานที่การใช้ประโยชน์ของสถานที่
2. ตรวจสอบรายละเอียดแบบแปลนของอาคาร (Building details)
3. พิจารณาจำแนกประเภทความอันตรายของพื้นที่ครอบครองแต่ละพื้นที่ใช้งาน (Hazard class of the occupancy)
4. พิจารณาเลือกประเภทของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Type of System)
5. พิจารณาพื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อระบบท่อเมนแนวดิ่ง (System riser)
6. พิจารณาพื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Protection area)
7. พิจารณาการจัดระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Maximum spacing)
8. คำนวณหาระยะห่างระหว่างท่อย่อย
9. คำนวณหาจำนวนของท่อย่อย (Branch lines)
10. คำนวณหาระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงในแต่ละท่อย่อย
11. คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงทั้งหมด
12. จัดวางแบบแปลนหัวกระจายน้ำดับเพลิงและท่อย่อย
13. จัดวางขนาดท่อในแบบแปลน

14. จัดวางตำแหน่งของท่อแนวขวาง (Cross main location)
15. จัดวางตำแหน่งของท่อเมนแนวดิ่ง (System riser)
16. ใช้มาตรฐาน NFPA 13(Standard for the Installation of Sprinkler System) ตรวจสอบอีกครั้ง
17. ใช้การคำนวณ Hydraulic calculation method เพื่อหาปริมาณน้ำและความดันที่ถูกต้องที่ต้องการของระบบเพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาขนาดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



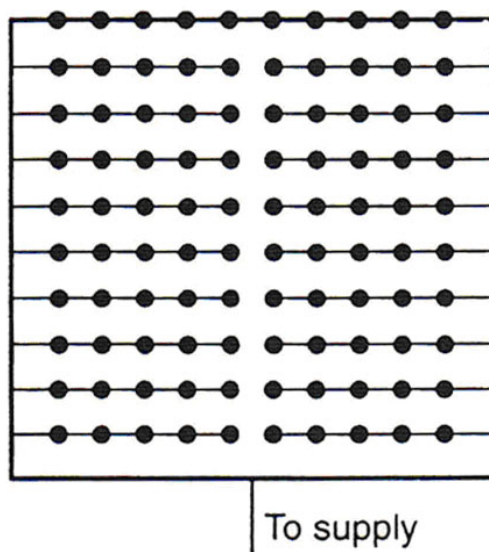
ภาพที่ 26 การจัดหัวกระจายน้ำดับเพลิง แบบ Branch Lines

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)



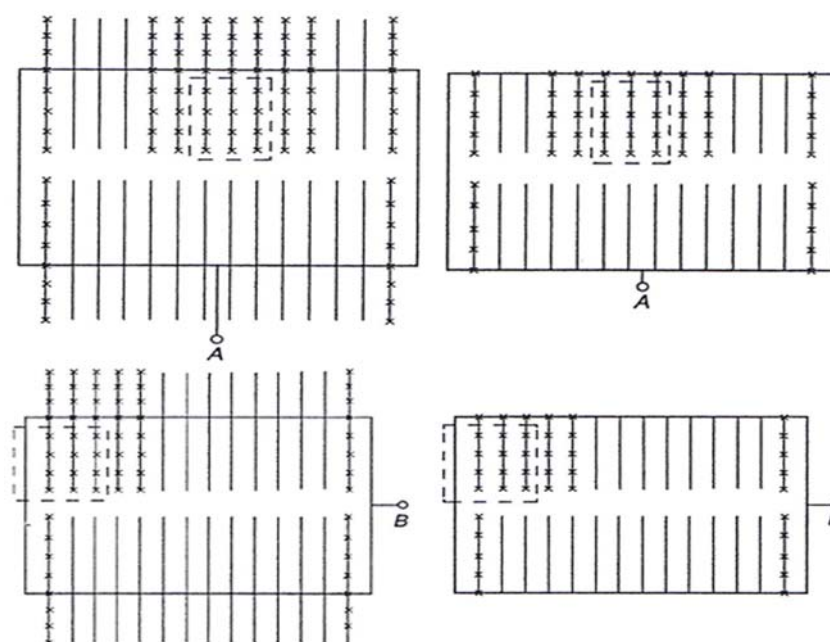
ภาพที่ 27 การจัด Sprinklers แบบ Gridded system.

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)



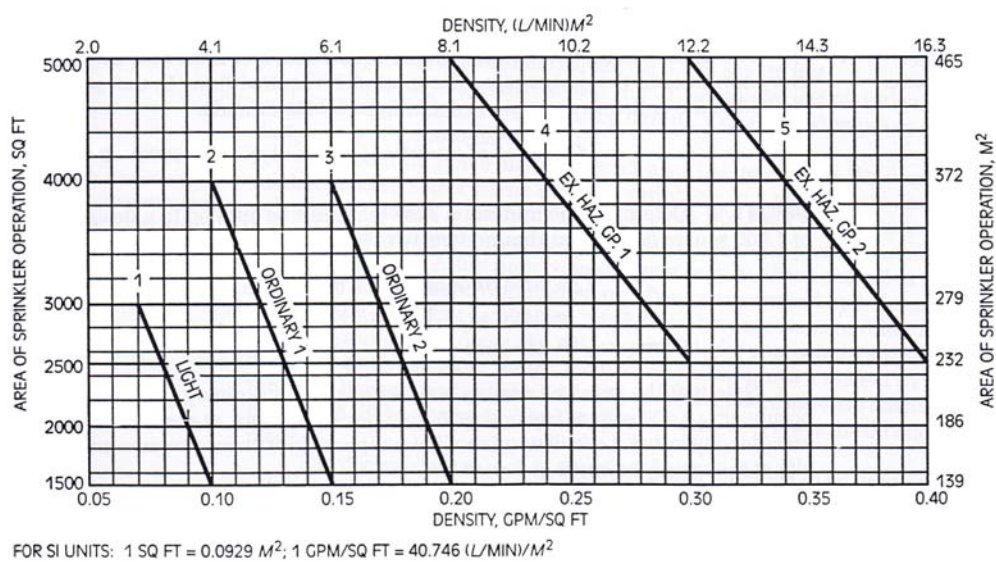
ภาพที่ 28 การจัด Sprinklers แบบ Looped System.

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)



ภาพที่ 29 พื้นที่สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำมากที่สุด

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)



ภาพที่ 30 พื้นที่ทำงานและความหนาแน่นน้ำดับเพลิง (Area / Density Curves)

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 16 พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อระบบท่อเมนแนวตั้ง (System Riser)

ประเภทพื้นที่ที่ครอบครอง	พื้นที่ป้องกันสูงสุด ตารางฟุต(ตารางเมตร)
Light Hazard	52,000 (4831)
Ordinary Hazard	52,000 (4831)
Extra Hazard	
- Pipe Schedule	25,000 (2323)
- Hydraulic Calculation	40,000 (3716)

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 17 พื้นที่ป้องกันสูงสุดและระยะห่างสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงของพื้นที่ครอบครองประเภทที่ 1 (Light Hazard)

Construction Type	System Type	Protection Area		Spacing (maximum)	
		Ft ²	M ²	ft	m
Noncombustible obstructed	Pipe schedule	200	18.6	15	4.6
and unobstructed and	Hydraulically	225	20.9	15	4.6
combustibleunobstructed	Calculated				
Combustible obstructed	All	168	15.6	15	4.6
Combustible with members	All	130	12.1	15	4.6
Less than 3 ft on center					

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 18 พื้นที่ป้องกันสูงสุดและระยะห่างสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงของพื้นที่ครองครองประเภทที่ 2 (Ordinary Hazard)

Construction Type	System Type	Protection Area		Spacing (maximum)	
		Ft ²	M ²	ft	m
All	All	130	12.1	15	4.6

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 19 พื้นที่ป้องกันสูงสุดและระยะห่างสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงของพื้นที่ครองครองประเภทที่ 3 (Extra Hazard)

Construction Type	System Type	Protection Area		Spacing (maximum)	
		Ft ²	M ²	ft	m
All	Pipe schedule	90	8.4	12	3.7
				[In buildings with storage bays 25 ft (7.6 m) wide, 12 ft 6 in. (3.8 m) shall be permitted]	
All	Hydraulically Calculated	100	9.3	12	3.7
	lated with density ≥ 0.25			[In buildings with storage bays 25 ft (7.6 m) wide, 12 ft 6 in. (3.8 m) shall be permitted]	
All	Hydraulically Calculated	130	12.1	15	4.6
	lated with density < 0.25				

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 20 Light Hazard Pipe Schedule

Steel		Copper	
1 in	2 sprinklers	1 in	2 sprinklers
1 ¼ in	3 sprinklers	1 ¼ in	3 sprinklers
1 ½ in	5 sprinklers	1 ½ in	5 sprinklers
2 in	10 sprinklers	2 in	12 sprinklers
2 ½ in	30 sprinklers	2 ½ in	40 sprinklers
3 in	60 sprinklers	3 in	65 sprinklers
3 ½ in	100 sprinklers	3 ½ in	115 sprinklers
4 in	See Section 5-2	4 in	See Section 5-2

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 21 Ordinary Hazard Pipe Schedule

Steel		Copper	
1 in	2 sprinklers	1 in	2 sprinklers
1 ¼ in	3 sprinklers	1 ¼ in	3 sprinklers
1 ½ in	5 sprinklers	1 ½ in	5 sprinklers
2 in	10 sprinklers	2 in	12 sprinklers
2 ½ in	20 sprinklers	2 ½ in	25 sprinklers
3 in	40 sprinklers	3 in	45 sprinklers
3 ½ in	65 sprinklers	3 ½ in	75 sprinklers
4 in	100 sprinklers	4 in	115 sprinklers
5 in	160 sprinklers	5 in	180 sprinklers
6 in	275 sprinklers	6 in	300 sprinklers

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 22 Extra Hazard Pipe Schedule

Steel		Copper	
1 in	1 sprinklers	1 in	1 sprinklers
1 ¼ in	2 sprinklers	1 ¼ in	2 sprinklers
1 ½ in	5 sprinklers	1 ½ in	5 sprinklers
2 in	8 sprinklers	2 in	8 sprinklers
2 ½ in	15 sprinklers	2 ½ in	20 sprinklers
3 in	27 sprinklers	3 in	30 sprinklers
3 ½ in	40 sprinklers	3 ½ in	45 sprinklers
4 in	55 sprinklers	4 in	65 sprinklers
5 in	90 sprinklers	5 in	100 sprinklers
6 in	150 sprinklers	6 in	170 sprinklers

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 23 Hazen-Williams C Values

Pipe or Tube	C Value*
Unlined cast or ductile iron	100
Black steel (dry systems including preaction)	100
Black steel (wet systems including deluge)	120
Galvanized (all)	120
Plastic (listed) all	150
Cement lined cast or ductile iron	140
Copper tube or stainless steel	150
Asbestos cement	140
Concrete	140

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 24 Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

<i>Nominal K-factor</i>	Nominal Orifice Size														
	0.5 in	0.75 in	1 in	1.25 in	1.5 in	2 in	2.5 in	3 in	3.5 in	4 in	5 in	6 in	8 in	10 in	12 in
45° elbow	-	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
90° standard elbow	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
90° long-turn elbow	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee or cross (flow turned 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Butterfly valve	-	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21
Gaze valve	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Swing check*	-	-	-	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 25 การเลือกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ

Nominal Pipe Size (in.)	Outside Diameter		Schedule 40			
			Inside Diameter		Wall Thickness	
	In.	mm	In.	mm	In.	mm
½ b	0.840	21.3	0.622	15.8	0.109	2.8
¾ b	1.050	26.7	0.824	21.0	0.113	2.9
1	1.315	33.4	1.049	26.6	0.133	3.4
1 ¼	1.660	42.2	1.380	35.1	0.140	3.6
1 ½	1.900	48.3	1.610	40.9	0.145	3.7
2	2.375	60.3	2.067	52.5	0.154	3.9
2 ½	2.875	73.0	2.469	62.7	0.203	5.2
3	3.500	88.9	3.068	77.9	0.216	5.5
3 ½	4.000	101.6	3.548	90.1	0.226	5.7
4	4.500	114.3	4.026	102.3	0.237	6.0
5	5.563	141.3	5.047	128.2	0.258	6.6
6	6.625	168.3	6.065	154.1	0.280	7.1
8	8.625	219.1	7.981	-	0.322	-
10	10.750	273.1	10.020	-	0.365	-
12	12.750	-	11.938	-	0.406	-

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 26 Nominal Sprinkler Orifice Sizes

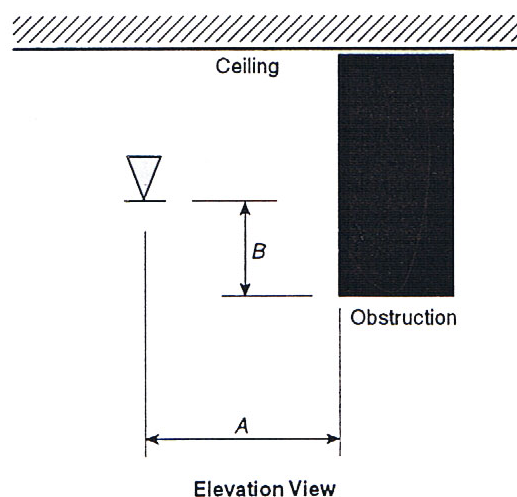
Nominal K-factor	Nominal Orifice Size	
	In.	mm
1.4	$\frac{1}{4}$	6.4
1.9	$\frac{5}{16}$	8.0
2.8	$\frac{3}{8}$	9.5
4.2	$\frac{7}{16}$	11.0
5.6	$\frac{1}{2}$	12.7
8.0	$\frac{17}{32}$	13.5
11.2	$\frac{5}{8}$	15.9
14.0	$\frac{3}{4}$	19.0

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 27 ตำแหน่งของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่เหนือส่วนล่างสุดของสิ่งกีดขวาง

Distance form Sprinklers to Side of Obstruction (A)	Maximum Allowable Distance Of Deflector above Bottom of Obstruction (in.) (B)
Less than 1 ft	0
1 ft to less than 1 ft 6 in.	2 $\frac{1}{2}$
1 ft 6 in. to less than 2 ft	3 $\frac{1}{2}$
2 ft to less than 2 ft 6 in.	5 $\frac{1}{2}$
2 ft 6 in. to less than 3 ft	7 $\frac{1}{2}$
3 ft to less than 3 ft 6 in.	9 $\frac{1}{2}$
3 ft 6 in. to less than 4 ft	12
4 ft to less than 4 ft 6 in.	14
4 ft 6 in. to less than 5 ft	16 $\frac{1}{2}$
5 ft and greater	18

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)



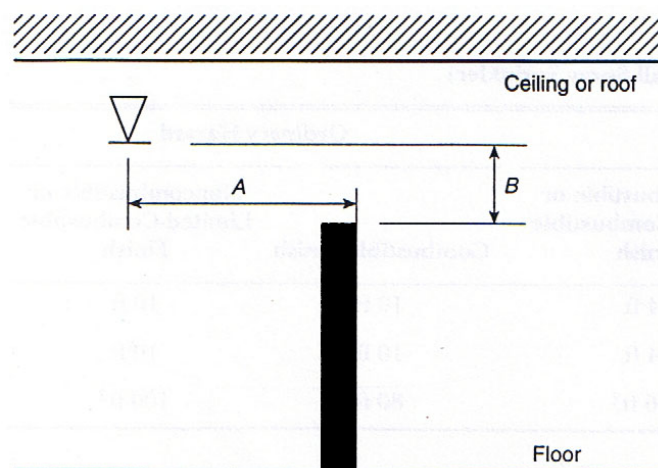
ภาพที่ 31 หัวกระจายน้ำดับเพลิงเมื่อติดเหนือส่วนล่างสุดของสิ่งกีดขวาง

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ตารางที่ 28 ตำแหน่งติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำหรับผนังกันห้องที่ติดตั้งไม่ถึงเพดาน

Horizontal Distance (A)	Minimum Vertical Distance Below Deflector (in.) (B)
6 in. or less	3
More than 6 in. to 9 in.	4
More than 9 in. to 12 in.	6
More than 12 in. to 15 in.	8
More than 15 in. to 18 in.	9 ½
More than 18 in. to 24 in.	12 ½
More than 24 in. to 30 in.	15 ½
More than 30 in.	18

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)



ภาพที่ 32 การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำหรับฉากรั้ว

ที่มา: NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler System (2002)

ขั้นตอนการคำนวณ Hydraulic calculation method

1. พิจารณาจำแนกพื้นที่ที่ครอบครองแต่ละพื้นที่ใช้งาน (Hazard class of the occupancy)
2. เลือกความหนาแน่น(Density)และพื้นที่ (Area of operation) จาก Area / Density Curves (ภาพที่ 30)
3. คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่จะแตกมากที่สุด
4. พิจารณากำหนดพื้นที่ไกลที่สุดจากระบบส่งน้ำ (Hydraulically most demanding area)
5. คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่จะแตกในหนึ่งท่อย่อย
6. คำนวณหาปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดและความดันที่น้อยที่สุดที่ต้องการใช้
7. คำนวณหาแรงเสียดทานในแต่ละท่อย่อย

การคำนวณพื้นที่ป้องกันต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง (A) หาได้จาก

$$A = S \times L \quad (1)$$

A = พื้นที่ป้องกันต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง (ft², m²)

S = ระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยเดียวกัน (ft, m)

L = ระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยแต่ละท่อ (ft, m)

การคำนวณจำนวนท่อย่อย (Number of Branch line) หาได้จาก

$$\text{Number of Branch line} = (\text{Width of bay}) / (L_{\max}) \quad (2)$$

ถ้ามีเศษให้ปัดขึ้น

การคำนวณระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยแต่ละท่อ (L) หาได้จาก

$$L = (\text{Total width of bay}) / (\text{Number of branch lines}) \quad (3)$$

การคำนวณจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงในแต่ละท่อย่อย (Sprinkler on branch lines) หาได้จาก

$$\text{Sprinkler on branch lines} = (\text{Total width of bay}) / (\text{Max. distance between sprinkler}) \quad (4)$$

การคำนวณปริมาณน้ำ (Q) หาได้จาก

$$Q = (\text{Area of operation}) \times (\text{Density}) \quad (5)$$

การคำนวณ L (length of the design area) หาได้จาก

$$L = (1.2) \times \sqrt{A} \quad (6)$$

การคำนวณ N_s (Number of sprinkler along the length of the design area) หาได้จาก

$$N_s = (L_{\min}) / (S) \quad (7)$$

ความดันสูญเสียในระบบท่อ (P) หาได้จาก

$$P = P_f + P_e \quad (8)$$

P = ความดันสูญเสียในระบบท่อ (psi, bar)

P_f = ความดันสูญเสียในท่อเนื่องจากแรงเสียดทาน (psi, bar)

P_e = ความดันสูญเสียในท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง (psi, bar)

การคำนวณหา Head Loss หรือ ความดันสูญเสียในเส้นท่อนี้เนื่องจากการเปลี่ยนระดับความสูง สามารถหาได้จาก

$$\text{Head Loss (psi)} = 0.433 \times h \times SG$$

$$P_e \text{ (psi)} = 0.433 \times h \times SG \quad (9)$$

h = ระยะความสูง (ft)

SG = ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

$$\text{Head Loss (Bars)} = 0.098 \times h \times SG$$

$$P_e \text{ (Bars)} = 0.098 \times h \times SG \quad (10)$$

h = ระยะความสูง (m)

SG = ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ความดันสูญเสียในท่อเนื่องจากแรงเสียดทาน สามารถคำนวณหาได้จาก

$$P_f = p \times L \quad (11)$$

p = ความดันสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานต่อหนึ่งหน่วยความยาว (psi/ft, bar/m)

L = ความยาวรวมของระบบท่อ (ft, m)

ความดันสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานต่อหนึ่งหน่วยความยาว หาได้จาก

$$p = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (12)$$

p = ความดันสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานต่อหนึ่งหน่วยความยาว (psi/ft)

C = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของท่อ

Q = อัตราการไหล (gpm)

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (in)

$$p = \frac{6.05 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times 10^5 \quad (13)$$

p = ความดันสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานต่อหนึ่งหน่วยความยาว (bar/m)

C = สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของท่อ

Q = อัตราการไหล (L/min)

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (mm)

การคำนวณหาอัตราการไหล จากความสัมพันธ์กับความดัน ได้ดังนี้

$$Q = K \sqrt{p} \quad (14)$$

$$p = \left(\frac{Q}{K} \right)^2 \quad (15)$$

$$K = \frac{Q}{\sqrt{p}} \quad (16)$$

Q = อัตราการไหล (gpm, L/min)

K = สัมประสิทธิ์ K-Factor ของอุปกรณ์ในระบบ หรือ ระบบท่อใด ๆ

p = ความดัน (psi, bar)

และ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความดันระหว่าง 2 จุด ใด ๆ

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{p_1}{p_2}} \quad (17)$$