

## การวิเคราะห์การเกิดอัคคีภัยจากก๊าซหุงต้มในร้านอาหาร

### Analysis of Fire Occurrence from Cooking Gas in Restaurants

#### คำนำ

อัคคีภัยเป็นภัยที่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงทั้งต่อชีวิต และทรัพย์สิน โดยเฉพาะเมื่อเกิดต่ออาคารสาธารณะ ซึ่งมีผู้ใช้อาคารเป็นจำนวนมากและเป็นสาธารณะชนทั่วไป รวมถึงทำให้ความเชื่อมั่นในการเข้ามาใช้บริการในอาคารลดลง สาเหตุการเสียชีวิตที่เกิดจากอัคคีภัยส่วนมากเกิดจากการต่อเติมดัดแปลงอาคาร และการใช้อาคารผิดประเภท เพราะความไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่องของอัคคีภัย รวมถึงวิธีการก่อสร้างอาคารที่ไม่ได้มาตรฐานและมีการนำวัสดุที่ติดไฟมาเป็นส่วนประกอบอาคารหรือนำก๊าซไวไฟมาใช้ภายในอาคารอย่างผิดวิธีการทำให้เกิดเพลิงลุกไหม้ ดังตัวอย่างที่เกิดขึ้นที่โรงแรมรอยัล จอมเทียน พัทยา เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 อัคคีภัยเกิดในช่วงเช้ามืดที่บริเวณชั้นล่างของอาคาร โดยเกิดในขณะที่มีพนักงานอยู่ในโรงแรม แต่ปรากฏว่าทางหนีไฟ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอยู่ ไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจเป็นเพราะไม่มีผู้ใช้อุปกรณ์เป็น จึงปล่อยให้ไฟไหม้ลามจนมีผู้คนเสียชีวิตเป็นจำนวนมากนับเป็นบทเรียนหนึ่งที่มีราคาแพง (เกษรา, 2545)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจไปอย่างกว้างขวางทำให้มีการก่อสร้างอาคารสำนักงานต่างๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและนำมาซึ่งผู้คนจำนวนมากที่เข้ามาทำงานอยู่ ภายในอาคาร ซึ่งอาคารส่วนใหญ่ได้มีร้านอาหารเข้าไปเปิดกิจการ โดยมีการนำก๊าซหุงต้มมาเป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร ถึงแม้ว่าก๊าซหุงต้มจะมีประโยชน์อย่างมหาศาลแต่ก็อาจนำมาซึ่งความเสียหายอย่างใหญ่หลวงได้หากมีระบบการบริหารจัดการไม่ดีเพียงพอ เนื่องจากก๊าซหุงต้มเป็นสารไวไฟสูงอาจทำให้เกิดอัคคีภัยรวมทั้งการระเบิดได้

การศึกษานี้เป็นการจำลองการเกิดเพลิงไหม้ที่เกิดจากก๊าซหุงต้มบริเวณห้องครัวภายในร้านอาหารในการตรวจสอบแนวทางการกระจายตัวของเพลิงไหม้และควัน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยสำหรับร้านอาหารทำให้เกิดความปลอดภัยต่อพนักงานที่ปฏิบัติงานและผู้เข้ามาใช้บริการภายในร้านอาหาร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ภายในร้านอาหารที่มีการใช้ก๊าซหุงต้ม โดยใช้โปรแกรมการคำนวณเชิงพลศาสตร์ของไหลเพื่อให้ทราบถึงระดับอันตรายที่จะเกิดขึ้น
2. เพื่อวิเคราะห์รูปแบบของการเกิดเพลิงไหม้สำหรับนำมากำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยสำหรับร้านอาหารและสร้างรูปแบบการป้องกันและระงับการเกิดเพลิงไหม้

### ขอบเขตของงานวิจัย

1. ใช้โปรแกรม Fire Dynamics Simulator (Version 4.05) และโปรแกรม Smoke View (Version 4.0) ในการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้และการเคลื่อนที่ของควันไฟในแต่ละช่วงเวลา
2. การจำลองแบบที่ใช้เป็นการจำลองห้องครัวภายในร้านอาหารภายในอาคารสูงที่มีการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารซึ่งต่อระบบท่อส่งก๊าซมาจากถังจ่ายภายนอกอาคาร โดยกำหนดให้เกิดเพลิงไหม้ที่เตาแก๊สแล้วมีการลุกลามของไฟขึ้น
3. ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการจำลองทางคณิตศาสตร์เท่านั้นโดยไม่มีการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ
4. เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มที่ใช้เป็นก๊าซ LPG (Liquefied Petroleum Gas)

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบลักษณะและพฤติกรรมการแผ่กระจายของไฟและควันไฟในพื้นที่ปิดล้อมที่เป็นร้านอาหารได้
2. สามารถมองเห็นภาพเสมือนจริงในรูปแบบ 3 มิติ ของการเกิดอัคคีภัย และการทำงานของระบบป้องกันอัคคีภัยได้

3. เพื่อใช้เป็นแนวทางศึกษาในการป้องกันและระงับอัคคีภัย โดยการออกแบบระบบ  
ดับเพลิงและระบบตรวจจับเพลิงไหม้ของร้านอาหารที่มีการใช้ก๊าซหุงต้มอื่นต่อไป

## การตรวจเอกสาร

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับก๊าซหุงต้ม

##### 1.1 ลักษณะโดยทั่วไป

ก๊าซหุงต้มได้จากการกลั่นน้ำมัน ปิโตรเลียม (บริษัท น้ำมันกาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด, 2548) เก็บไว้ในลักษณะเป็นของเหลวภายใต้ความดัน เมื่อรั่วไหลออกมาจากภาชนะบรรจุจะเป็นของเหลวแล้วระเหยเป็นไอ หรือก๊าซ ก๊าซนี้หนักกว่าอากาศไอสารเคมีอาจวิ่งเข้าหาแหล่งติดไฟและเปลวไฟวิ่งย้อนกลับได้ ภาชนะบรรจุสารเคมีอาจจะระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนและอาจพุ่งออกไปอย่างรวดเร็วองค์ประกอบของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 405-2525 ได้กำหนดไว้ว่า ก๊าซไฮโดรคาร์บอน 2 อย่างคือ โพรเพน (Propane) บิวเทน (Butane) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือสองอย่างผสมกัน และเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ โดยมีอัตราส่วนระหว่างโพรเพนกับบิวเทนตั้งแต่ 30 ต่อ 70 จนถึง 70 ต่อ 30

โดยทั่วไปเรามักเรียกก๊าซปิโตรเลียมเหลวนี้ว่า แก๊ส ก๊าซ ก๊าซเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548) ส่วนในวงการค้าและอุตสาหกรรมชื่อที่รู้จักกันดีคือ แอล พี ก๊าซ (LP GAS) หรือ แอล พี จี (LPG) ซึ่งเป็นอักษรย่อมาจาก Liquefied Petroleum Gas ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีน้ำหนักประมาณ 1.5 – 2 เท่าของอากาศ การที่ได้ชื่อว่าปิโตรเลียมเหลวเนื่องจากก๊าซจะถูกอัดให้อยู่ในสภาพของเหลวภายใต้ความดันเพื่อสะดวกต่อการเก็บและการขนส่ง เมื่อลดความดันก๊าซเหลวนี้จะสามารถนำไปใช้งานได้ ที่อุณหภูมิและความกดดันของบรรยากาศก๊าซโพรเพน และบิวเทนจะอยู่ในสถานะเป็นก๊าซ เมื่ออัดก๊าซดังกล่าวด้วยความกดดันสูง หรือลดอุณหภูมิให้ต่ำลงเพียงพอ ก๊าซทั้งสองก็จะเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของเหลว ดังเช่น ก๊าซหุงต้มที่เก็บอยู่ในภาชนะบรรจุ แต่ความดันลดลงหรืออุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซหุงต้มก็จะเปลี่ยนสถานะกลับเป็นก๊าซดังเดิม

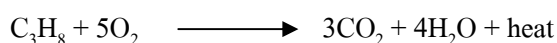
1.2 คุณสมบัติของก๊าซหุงต้ม (บริษัท น้ำมันกาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด, 2548) ซึ่งประกอบไปด้วยก๊าซโพรเพนและบิวเทน มีคุณสมบัติแยกตามชนิดของก๊าซแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** คุณสมบัติของก๊าซหุงต้มแยกตามชนิดของก๊าซที่เป็นส่วนประกอบ

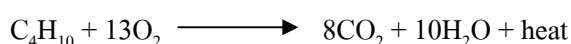
| คุณสมบัติ                                 | โพรเพน   | บิวเทน      |
|-------------------------------------------|----------|-------------|
| สูตรทางเคมี                               | $C_3H_8$ | $C_4H_{10}$ |
| น้ำหนักโมเลกุล                            | 44       | 58          |
| จุดเดือด                                  | -42.1    | -0.5        |
| อัตราส่วนระหว่างปริมาตรก๊าซเหลวกับก๊าซที่ | 1/275    | 1/235       |
| ความดันบรรยากาศ                           |          |             |
| พิกัดการระเบิด% ก๊าซในอากาศ               | 2.0-10.0 | 1.5-9.0     |
| สี                                        | ไม่มี    | ไม่มี       |
| กลิ่น                                     | ไม่มี    | ไม่มี       |

ที่มา: บริษัท น้ำมันกาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด (2548)

1.2.1 การสันดาปหรือการเผาไหม้ของ LPG เมื่อเกิดการเผาไหม้ขึ้นจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับน้ำ และได้รับความร้อนออกมาด้วย ดังสมการต่อไปนี้



สมการการเผาไหม้ของก๊าซโพรเพน ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำและความร้อน



สมการการเผาไหม้ของก๊าซบิวเทน ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำและความร้อน

1.2.2 จุดเดือดของโพรเพน เท่ากับ -42.1 องศาเซลเซียส และของบิวเทน -0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ เมื่อก๊าซอยู่ภายใต้สภาพความดันปานกลางจะอยู่ในภาวะของเหลว และมีความเย็นจัดในตัวของมันเอง แต่เมื่ออยู่ภายใต้ความดันบรรยากาศจะมีสภาพเป็นไอ ดังนั้นก๊าซที่ถูกบรรจุอยู่ในถัง จึงอยู่ในสภาวะที่เป็นของเหลวเพื่อสะดวกในการเก็บและขนส่ง

1.2.3 ความร้อนแฝงของการระเหย หมายถึง ความร้อนที่ต้องใช้เมื่อเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเหลวเป็นก๊าซ เมื่อก๊าซเหลวออกมาอยู่นอกภาชนะมันจะเดือดหรือระเหยเป็นก๊าซทันที ก๊าซเหลวที่กำลังระเหยจะดูดความร้อนแฝงนี้จากตัวเองและจากสิ่งที่อยู่รอบๆ ทำให้อุณหภูมิลดลง โดยรวดเร็วจนกระทั่งก๊าซเหลวระเหยหมด หรือ จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวมันเองลดลงไปถึงจุดเดือด

1.2.4 ความหนาแน่นของไอก๊าซก๊าซโพรเพนและบิวเทนจะมีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ประมาณ 1.5 และ 2 เท่า ดังนั้น เมื่อเกิดการรั่วไหล ก๊าซเหล่านี้จะสะสมตกค้างอยู่ในบริเวณที่ต่ำ เช่น หลุม บ่อ ท่อ หรือไหลเคลื่อนที่ไปตามระดับพื้นดินไปสู่ที่ต่ำกว่าแทนที่จะลอยขึ้นไปบนอากาศ

1.2.5 ความหนาแน่นของก๊าซเหลว ก๊าซโพรเพนและบิวเทน เบากว่าน้ำเพราะมีความหนาแน่นเพียง 0.51 และ 0.57 ในเมื่อน้ำมีความหนาแน่นเท่ากับ 1 ด้วยเหตุนี้ก๊าซหุงต้มที่รั่วลงน้ำก็จะลอยอยู่บนผิวน้ำและไหลไปตามน้ำด้วย

1.2.6 อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซเหลวกับก๊าซบิวเทนเหลว 1 หน่วย ปริมาตรจะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซที่ความดันบรรยากาศได้ 235 หน่วยปริมาตร ในขณะที่โพรเพนเหลวจำนวนเท่ากันจะระเหยเป็นก๊าซได้ถึง 275 หน่วยปริมาตร ดังนั้นก๊าซเหลวที่รั่วออกมาจำนวนเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดก๊าซในปริมาณมากมายได้ก๊าซหุงต้มกลายเป็น 250 เท่า

1.2.7 พิกัดการระเบิด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างก๊าซกับอากาศเมื่อผสมกันอยู่ในช่วงที่อาจติดไฟหรือเกิดการเผาไหม้ได้ จะเห็นได้ว่าส่วนผสมที่มีก๊าซ 1 % กับอากาศ 99 % และก๊าซ 11 % กับอากาศ 89 % จะไม่ติดไฟเนื่องจากพิกัดการระเบิดของก๊าซหุงต้มค่อนข้างต่ำ และมีช่วงแคบเมื่อก๊าซรั่วไหลแม้เพียงเล็กน้อย อัตราส่วนผสมจะอยู่ในพิกัดการระเบิดโดยรวดเร็ว จึงมีอันตรายจากการติดไฟได้มาก ไฟไหม้ หรือระเบิด

1.2.8 ช่วงการลุกไหม้ (Flammability Limits in Air) ก๊าซที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดติดไฟแล้วลุกไหม้ได้ เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ช่วงการลุกไหม้จะแสดงค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละปริมาตรก๊าซต่ออากาศ ค่าทางด้านความเข้มข้นสูงของช่วงการลุกไหม้ เรียกว่าค่าขอบบน ส่วนทางด้านต่ำเรียกว่าค่าขอบล่าง

ก๊าซหุงต้มจะสามารถลุกไหม้ติดไฟได้ก็ต่อเมื่อก๊าซผสมอยู่ในอากาศ 2-9 % คือถ้ามีก๊าซหุงต้มต่ำกว่า 2 ส่วน หรือมากกว่า 9 ส่วนในส่วนผสมของก๊าซกับอากาศ 100 ส่วน ส่วนผสมนั้นก็จะไม่ติดไฟ

1.2.9 อุณหภูมิของจุดติดไฟ (Ignition Temperature) เมื่อค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิกำหนดหนึ่งแล้ว เชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้เองแม้ไม่มีประกายไฟ หรือสาเหตุของการติดไฟ อุณหภูมิต่ำสุดที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ตามธรรมชาตินี้ เรียกว่า อุณหภูมิของจุดติดไฟ เนื่องจากอุณหภูมิจุดติดไฟของโพรเพน คือ 460-580 องศาเซลเซียส ของบิวเทนคือ 410-550 องศาเซลเซียส ดังนั้นก๊าซหุงต้มจึงติดไฟได้ยากกว่าเมื่อไปเทียบกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งมี จุดติดไฟ 280-430 องศาเซลเซียส ดังนั้นเกี่ยวกับเรื่องนี้จึงกล่าวได้ว่าก๊าซหุงต้มมี ความปลอดภัยสูงกว่า

1.2.10 อุณหภูมิของเปลวไฟ (Flame Temperature) อุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซหุงต้มสูงมากพอที่จะหลอมโลหะต่างๆ ได้เช่นหลอมเหล็ก ทองเหลือง อลูมิเนียมและแก้ว เป็นต้น โดยโพรเพนมีอุณหภูมิของเปลวไฟในอากาศ 1,930 องศาเซลเซียส และบิวเทน 1,900 องศาเซลเซียส

#### 1.2.11 สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเหลว

|        |                            |
|--------|----------------------------|
| บิวเทน | 0.00200 ต่อ 1 องศาเซลเซียส |
| โพรเพน | 0.00300 ต่อ 1 องศาเซลเซียส |
| น้ำ    | 0.00015 ต่อ 1 องศาเซลเซียส |

ก๊าซหุงต้มขยายตัวได้มากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นในภาชนะบรรจุก๊าซจะต้องมีที่ว่างเหลือไว้ให้เพียงพอกับการขยายตัวด้วย โดยตามกฎหมาย ห้ามทำการบรรจุก๊าซเกิน 85 % ของความจุถึง

#### 1.2.12 ความหนืด

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| บิวเทน | 0.16 เซ็นติพอยท์ที่ 20 องศาเซลเซียส |
| โพรเพน | 0.10 เซ็นติพอยท์ที่ 20 องศาเซลเซียส |
| น้ำ    | 1.00 เซ็นติพอยท์ที่ 20 องศาเซลเซียส |

ก๊าซหุงต้มมีความหนืดต่ำกว่าหรือไวกว่าน้ำมาก ฉะนั้นในภาชนะหรือท่อน้ำอาจไม่รั่วแต่ก๊าซหุงต้มอาจรั่วได้

1.2.13 ความดันไอหมายถึง ความดันของก๊าซเหลว ณ อุณหภูมิที่กำหนดในขณะที่ก๊าซเหลวก๊าซอยู่ในภาวะสมดุลกัน ความดันไอของโปรเพน และบิวเทน วัดที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส เท่ากับ 16 และ 6 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่ออุณหภูมิของก๊าซเหลวสูงขึ้น ความดันไอก็เพิ่มขึ้นในอัตราสูง ดังนั้นภาชนะที่บรรจุก๊าซหุงต้มจะต้องทำให้แข็งแรงทนต่อความกดดันสูงได้

1.2.14 กลิ่น บิวเทนและโปรเพนเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น ถ้ามีการรั่วไหลออกมาจากภาชนะบรรจุก๊าซที่ไม่อาจรู้ได้ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มสารให้กลิ่นประเภทสารเอธิลเมอร์แคปแทนลงไปในก๊าซหุงต้มที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ และในงานอุตสาหกรรม เพื่อเตือนให้รู้ เมื่อมีก๊าซรั่ว

### 1.3 อันตรายมีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

อันตรายต่อสุขภาพ (บริษัท ยูนิคแก๊ส แอนด์ ปีโตรเคมีคัล จำกัด (มหาชน), 2540) ถ้ามีก๊าซนี้ในอากาศมีความเข้มข้นเกิน 10 % ทำให้มีนงงภายใน 2-3 นาทีและที่ความเข้มข้น 1 % ทำให้มีนงงภายใน 10 นาที และที่ความเข้มข้นสูงๆ ทำให้เกิดการขาดออกซิเจนผู้ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับก๊าซหุงต้มหากได้รับก๊าซจำนวนน้อยจะไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด ยกเว้น หากร่างกายได้รับก๊าซนี้ในปริมาณระดับหนึ่งก็มีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพตามมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องคลุกคลีและเกี่ยวข้องกับก๊าซหุงต้มโดยทั่วไปแล้ว จะกำหนดเป็นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซหุงต้ม ในอากาศของสถานที่ทำงานในระยะเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมงไว้ดังนี้ ในบรรยากาศการทำงานจะมีก๊าซหุงต้มได้ไม่เกิน 1,000 ส่วนต่ออากาศล้านส่วน (พีพีเอ็ม) โดยเฉลี่ยในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงหรือ 1,800 มิลลิกรัม.ของก๊าซหุงต้มต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรของอากาศ

ก๊าซหุงต้มจะอยู่ในภาวะที่เป็นของเหลวได้ก็ต่อเมื่อมีความกดดันสูงหรืออุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด เมื่อใดที่ความกดดันลดลง ก๊าซก็จะระเหยและเปลี่ยนภาวะเป็นก๊าซทันที ในขณะเดียวกัน ก็จะดูดความร้อนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ทำให้เย็นลง โดยฉับพลัน เมื่อก๊าซเหลวรั่วจากภาชนะบรรจุ จะมีน้ำแข็งเกาะอยู่รอบๆ บริเวณที่รั่ว ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นในอากาศถูกความเย็นจัด จนกลายเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นก๊าซเหลวหยดหรือกระเด็นมาถูกผิวหนัง ความเย็นที่เกิดจากการระเหยของก๊าซเหลว โดยฉับพลัน อาจทำให้ผิวหนังไหม้ได้ทันที



ก๊าซหุงต้ม จัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่ายาสลบทั่วไป (General Anesthetics) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ผู้สูดดมก๊าซนี้เข้าไปมากๆ เกิดอาการง่วงนอนเนื่องจากก๊าซนี้เป็นตัวไปกดระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System Depressants) ในรายที่สัมผัสก๊าซนี้จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อต่างๆ (Mucous Membrane) ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังทำให้ผิวหนังแห้ง เนื่องจากก๊าซนี้เป็นตัวละลายไขมันของผิวหนัง (Defat The Skin) ทำให้เกิดโรคผิวหนัง (Dermatitis) ในกรณีหายใจเข้าไปมากๆ อาจทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ (Pneumonitis) ปอดบวม (Pulmonary Edema) และตกเลือด (Hemorrhage)

หากหายใจเอาก๊าซหุงต้มเข้าไปในปริมาณเกินกำหนดในคราวเดียวอาจทำให้ถึงแก่ความตายเพราะขาดออกซิเจนได้ เช่น กรณีอยู่ในห้องปิดไม่มีอากาศระบาย ถ้าก๊าซรั่วโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะนอนหลับก็สูดเอาก๊าซเข้าไปเรื่อยๆ จนกระทั่งทำให้ขาดออกซิเจนจนหมดสติและตายในที่สุด

ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉิน ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและมีผู้ได้รับอันตรายควรจัดให้มีการปฐมพยาบาลอย่างทันที ดังนี้

1. กรณีก๊าซหุงต้มเหลว กระเด็นหรือกระบอกเข้าตา จะต้องรีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดหลายครั้งโดยทันทีและให้ดื่มน้ำตาล้ำและน้ำตาบอย่างสม่ำเสมอ ให้นำผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที
2. กรณีก๊าซหุงต้มเหลวถูกผิวหนัง จะต้องล้างด้วยน้ำทันทีและถอดเสื้อผ้าที่เป็นสารออกทันทีแล้วอาบน้ำชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำให้หมด ห้ามใช้น้ำร้อนชำระล้างผิวเป็นอันขาด ถ้ารู้สึกระคายเคืองผิวหนังให้ไปพบแพทย์ทันที
3. กรณีหายใจเอาก๊าซหุงต้มเข้าไปในปริมาณมาก จะต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าหากผู้ป่วยหยุดหายใจจะต้องช่วยผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจแล้วจัดให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนและห่มผ้าให้อบอุ่น แล้วนำผู้ป่วยไปพบแพทย์ทันที
4. ชุดป้องกันอันตราย ต้องสวมหน้ากากพร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดถังอากาศติดตัว และชุดป้องกันอันตรายสารเคมีเมื่อสารมีความเข้มข้นสูงๆ

1.4 ประโยชน์และการใช้งาน (บริษัท เอสโซ่สแตนดาร์ด ประเทศไทย จำกัด, 2540)  
 ก๊าซหุงต้มมีประโยชน์อย่างมหาศาลเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากในปัจจุบัน โดยมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรมและในรถยนต์ เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ขนส่งสะดวกไม่เปลืองที่เก็บและเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูง ตามตารางที่ 2 เปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ให้ความร้อนสูง ได้ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ที่ให้ความร้อนสูง

| ชนิดเชื้อเพลิง | สูตรเคมี       | UN Number | กิโลแคลอรี/กิโลกรัม | BTU/ปอนด์ |
|----------------|----------------|-----------|---------------------|-----------|
| โพรเพน         | $C_3H_8$       | 1075      | 11900               | 21400     |
| บิวเทน         | $C_4H_{10}$    | 1075      | 11800               | 21200     |
| เบนซิน         | $C_6H_{12}O_6$ | 1203      | 11300               | 20300     |
| น้ำมันก๊าด     | -              | -         | 11100               | 20000     |
| น้ำมันโซล่า    | -              | 1202      | 10900               | 19600     |
| น้ำมันเตา      | -              | -         | 10500               | 18900     |

ที่มา: บริษัท เอสโซ่สแตนดาร์ด ประเทศไทย จำกัด (2540)

สามารถแยกประโยชน์ของการนำก๊าซหุงต้มมาใช้งาน (บริษัท น้ำมันกาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด, 2548) ตามประเภทของงาน ได้ดังนี้

1. การใช้ก๊าซในครัวเรือน
  - ใช้ในการหุงต้ม เช่น หม้อทำน้ำร้อน
  - ใช้ในด้านให้แสงสว่าง เช่น ตะเกียงเจ้าพายุ (ตะเกียงก๊าซ)
2. การใช้ก๊าซด้านอุตสาหกรรม
  - อุตสาหกรรมแก้ว
  - อุตสาหกรรมอาหาร
  - อุตสาหกรรมการย้อมสีและอบผ้า
  - อุตสาหกรรมอบสี
  - อุตสาหกรรมหลอมโลหะ ตัด และเชื่อมโลหะ
  - อุตสาหกรรมผลิตสเปร์ย์

### 3. การใช้ก๊าซในด้านเกษตรกรรม

- ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู เป็ด ไก่
- อบเมลิคพืช และข้าว
- บ่มใบยาสูบ

### 4. การใช้กับเครื่องยนต์

- เครื่องยนต์รถยนต์
- เครื่องยนต์เรือยนต์
- เครื่องยนต์รถยก
- เครื่องยนต์รถบรรทุก

1.5 คุณสมบัติบางประการของก๊าซหุงต้ม (บริษัท น้ำมันกาลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด, 2548) ก๊าซมีคุณสมบัติที่สำคัญและเกี่ยวข้องถึงความปลอดภัยจากการนำไปใช้งาน มีดังต่อไปนี้

1.5.1 ก๊าซจะไม่มีสี เราไม่สามารถมองเห็นก๊าซรั่วซึมออกมาได้ นอกจากก๊าซรั่วออกมามาก จึงสามารถมองเห็นละอองสีขาว ตามความจริงแล้ว ละอองขาวนั้นคือ ไอน้ำที่อยู่ในอากาศทำการกลั่นตัวเป็นละออง เนื่องจากได้รับความเย็นจัดจากการระเหยของก๊าซ

1.5.2 ก๊าซไม่มีกลิ่น จึงมีความจำเป็นต้องใส่สารที่มีกลิ่นลงลงไป เพื่อเป็นการเตือน เมื่อเกิดก๊าซรั่ว สารที่เติมในส่วนใหญ่มักจะใช้ เอธิลเมอร์แคปเทน ( $C_2H_{10}SH$ )

1.5.3 ก๊าซเบากว่าน้ำเมื่อก๊าซมีสภาพเป็นของเหลว ก๊าซจะมีน้ำหนักประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำ ดังนั้นก๊าซเหลวจะลอยอยู่บนน้ำ ถ้าก๊าซรั่วลงในตู้ น้ำ ลำน้ำ หรือแม่น้ำลำคลอง อาจจะลอยไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไปแล้วลุกลามมายังจุดที่ก๊าซรั่วได้อย่างรวดเร็ว

1.5.4 ก๊าซหนักกว่าอากาศเมื่อมีสภาพเป็นไอ ไอก๊าซจะหนักประมาณเกือบ 2 เท่าของอากาศ ดังนั้นเมื่อก๊าซรั่วก็จะเคลื่อนตัวไหลไปรวมตัวในที่ต่ำ ดังนั้นที่ติดตั้งก๊าซควรเป็นพื้นที่ที่มีระดับพื้นต่ำๆ ไป ถึงก๊าซไม่ควรเก็บหรือตั้งไว้ในห้องใต้ดิน และใกล้ท่อระบายน้ำหรือบ่อน้ำ

1.5.5 ก๊าซมีจุดเดือดต่ำ ก๊าซมีจุดเดือดประมาณ 0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยไม่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุ ก็เดือดเปลี่ยนสภาพจากของเหลวกลายเป็นไอทันที โดยดึงดูความร้อนจากบริเวณใกล้เคียงมาช่วยในการระเหยและจะทำให้บริเวณนั้น หรือปลายท่อที่ปล่อยไอก๊าซออกมาจะเย็นจนมีน้ำแข็งเกาะกระทันหันได้

1.5.6 ก๊าซมีความดันไอสต่ำ จึงทำให้ก๊าซรั่วง่าย ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซจึงต้องออกแบบให้แข็งแรงแน่นหนา ทนต่อความดันสูง การใช้ภาชนะและอุปกรณ์ เช่น ถังก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐานมาบรรจุก๊าซเพื่อใช้งาน อาจจะทำให้ก๊าซรั่วจนเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้

1.5.7 ก๊าซมีอัตราการขยายตัวสูง ดังนั้นการเติมก๊าซใส่ลงในภาชนะจึงไม่ควรเติมเต็ม ต้องมีช่องว่าง สำหรับการขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน

1.5.8 อัตราการขยายตัวจากสภาพก๊าซเหลวกลายเป็นไอ ก๊าซเหลว 1 หน่วยปริมาตร จะเปลี่ยนเป็นไอก๊าซได้ประมาณ 250 หน่วยปริมาตร

## 2. มาตรฐานวิศวกรรมความปลอดภัยทางด้านก๊าซหุงต้ม

มาตรฐานนี้ (มาตรฐานก๊าซหุงต้ม, 2545) มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบติดตั้ง และการใช้งานเกี่ยวกับก๊าซหุงต้ม โดยเน้นเรื่องความปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สินเป็นสาระสำคัญ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะและระยะปลอดภัยของสถานที่เก็บก๊าซและสถานที่ใช้ก๊าซ สำหรับการเก็บถังก๊าซที่มีขนาดบรรจุต่อถังไม่เกิน 500 ลิตร มีข้อกำหนด ดังนี้

2.1.1 สถานที่เก็บก๊าซจะต้องเป็นสถานที่ที่กำหนดไว้สำหรับก๊าซโดยเฉพาะ ซึ่งควรแยกออกจากอาคารการผลิต อาคารประกอบการ เช่น โรงแรม ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

2.1.2 บริเวณที่เก็บภายในและโดยรอบจะต้องระบายอากาศได้ดี เพื่อป้องกันการสะสมของก๊าซในกรณีที่เกิดการรั่วไหล และหลีกเลี่ยงการวางในที่อบโดยติดพัดลมไฟฟ้า เพื่อใช้ในการระบายอากาศโดยเด็ดขาด

2.1.3 การติดตั้งจะต้องติดตั้งในชั้นระดับพื้นดินของอาคาร โดยวางบนพื้นเรียบ แข็งแรงและทำจากวัสดุที่ทำให้เกิดประกายไฟได้ยาก เช่น พื้นคอนกรีตขัดมัน หินเกล็ดขัดมัน กระเบื้องยาง เป็นต้น และจะต้องตั้งบนชั้นพื้นดินของอาคาร

2.1.4 ต้องไม่ตั้งถังซ้อนกัน เพื่อป้องกันถังล้ม ซึ่งอาจทำให้อุปกรณ์จ่ายก๊าซชำรุด และทำให้ก๊าซรั่ว

2.1.5 จะต้องมิใช่รััดกันถังล้ม โดยแยกรััดแต่ละถังทุกถัง

2.1.6 หากมีถังก๊าซต้องการเก็บจำนวนมากจะต้องแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละไม่เกิน 2,000 ลิตร แต่ละกลุ่มจะต้องตั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 20 เมตร โดยมีท่อก๊าซและอุปกรณ์แยกกัน นอกจากนี้ในการวางถังก๊าซเป็นกลุ่ม ควรมีการล้อมรั้วตาข่ายรอบ ๆ บริเวณ และจะต้องมี หลักเสาเหล็กป้องกันรถชน

2.1.7 มีป้ายเตือนห้ามกระทำการใดๆ ที่ทำให้เกิดประกายไฟหรือเปลวไฟ ตลอดจนการสูบบุหรี่ในบริเวณดังกล่าว

2.1.8 หลีกเลี่ยงการติดตั้งถังก๊าซโดยถูกแสงแดดโดยตรง หรือห่างจากแหล่งที่มีความร้อนสูงจากเปลวไฟหรือประกายไฟ หรือจากวัสดุที่ทำให้เกิดไฟ หรือไฟไหม้ได้ง่าย ไม่น้อยกว่า 15 เมตร

2.1.9 กำหนดให้ยามมีการเดินตรวจบริเวณที่เก็บถังก๊าซจำนวนมาก อย่างน้อย ชั่วโมงละครั้ง หากพบสิ่งผิดปกติจะต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบทันที

2.1.10 จะต้องมีการจัดแยกถังก๊าซที่ใช้หมดแล้วและยังไม่ได้ใช้งานออกจากกัน โดยติดป้ายแสดงกลุ่มอย่างชัดเจน เลี่ยงการวางถังในบริเวณที่มีน้ำท่วมขังเพื่อป้องกันการสุก ร้อน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ถังรั่ว

2.1.11 หากจำเป็นต้องมีการติดตั้งไฟแสงสว่าง อุปกรณ์ที่ใช้ (ดวงโคมและ สวิตช์ไฟ เป็นต้น) จะต้องเป็นชนิดกันระเบิด (Explosion Proof) และสายไฟจะต้องเดินในท่อ

2.1.12 จัดเตรียมถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง Rating อย่างน้อย 6A 20B หรือขนาดไม่น้อยกว่า 6.8 กิโลกรัม จำนวน 1 ถัง ต่อจำนวนก๊าซ 1,000 ลิตร เศษของ 1,000 ลิตร ให้คิดเป็น 1,000 ลิตร โดยมีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งติดตั้งชัดเจน และติดตั้งบริเวณผนังริมรั้วประตูเข้า-ออก นอกจากนี้จะต้องกำหนดตารางการบำรุงรักษาพร้อมทั้งตรวจเช็คถังดับเพลิงอย่างสม่ำเสมอ เดือนละ 1 ครั้ง

2.1.13 บริเวณที่เก็บถังก๊าซจะต้องไม่มีวัสดุติดไฟและจะต้องรักษาความสะอาดอยู่เสมอ

2.2 การขนถ่ายก๊าซหุงต้ม สำหรับการขนถ่ายก๊าซที่มีขนาดความจุต่อถังน้อยกว่า 500 ลิตร

2.2.1 ปิดวาล์วที่ติดมากับถังและวาล์วที่จ่ายไปเข้าท่อเมนก่อนมีการเปลี่ยนถังทุกครั้ง

2.2.2 การสวมต่อท่อจะต้องขัดเกลียวให้แน่น เพื่อป้องกันก๊าซรั่วที่ข้อต่อ

2.2.3 ห้ามกลิ้งถัง กระแทกถัง เพื่อป้องกันถังและอุปกรณ์ชำรุด ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ถังรั่ว

2.2.4 หากพบอุปกรณ์ที่ชำรุดควรหยุดใช้และทำการแก้ไขซ่อมแซมให้เรียบร้อย

2.2.5 หลังจากเสร็จจากการเปลี่ยนถังจะต้องคล้อยโซ่ทุกถังทุกครั้ง

2.2.6 ผู้ที่มีหน้าที่เปลี่ยนถังจะต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับก๊าซ LPG เป็นอย่างดีและต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัด

2.3 การวางระบบท่อก๊าซและการติดตั้งอุปกรณ์ ท่อส่งก๊าซเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งก๊าซจากจุดจ่ายก๊าซไปยังบริเวณที่ใช้งาน ซึ่งสถานที่ที่มีก๊าซที่มีความจุรวมกันตั้งแต่ 500 ลิตร (ประมาณ 250 กิโลกรัม) ขึ้นไป หรือจากถังก๊าซที่มีความจุรวมกันน้อยกว่า 500 ลิตร (ประมาณ 250

กิโลกรัม) แต่มีการติดตั้งถังก๊าซเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน การวางระบบท่อส่งก๊าซในสถานที่ใช้ก๊าซ ต้องปฏิบัติดังนี้

2.3.1 ต้องใช้ท่อเหล็กกล้าดำ (Black Steel Pipe) ชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะและไม่มีตะเข็บ (Seamless) ตามมาตรฐาน ASTM Schedule 40 เป็นอย่างน้อย ในกรณีที่เป็นท่อที่มีเฉพาะโอ้ก๊าซและอยู่ภายนอกอาคารซึ่งมีความดันโอ้ของก๊าซไม่เกิน 69.61 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (4.8 บาร์) หรือหากเป็นท่อที่วางไว้ในอาคารที่ใช้บรรจุก๊าซของสถานที่ใช้ก๊าซที่มีเฉพาะโอ้ผ่านและมีความดันโอ้ของก๊าซไม่เกิน 20.30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (1.4 บาร์) จะเป็นชนิดที่มีตะเข็บก็ได้

2.3.2 ถ้าหากไม่ใช่ท่อเหล็กกล้าดำ (Black Steel Pipe) อาจใช้ท่อทองแดงที่เป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะและไม่มีตะเข็บ แต่ถ้าหากเป็นท่อที่มีเฉพาะโอ้ก๊าซผ่าน และมีความดันของโอ้ของก๊าซไม่เกิน 20.30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (1.4 บาร์) อาจจะใช้ท่อทองแดงชนิดที่มีตะเข็บแทนก็ได้

2.3.3 การต่อท่อให้ใช้วิธีการเชื่อม โดยวิธีการต่อท่อต้องต่อให้มีรอยต่อชนิดที่ขยับตัวได้อยู่ด้วยและจัดให้มีสีโอ้ไฟฟ้าที่รอยต่อดังกล่าว เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ตลอด ข้อต่อที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

2.3.4 ท่อที่วางไว้เหนือพื้นดินต้องทำสีรองพื้นกันสนิมไม่น้อยกว่า 2 ครั้งแล้ว ทาทับหน้าด้วยสี ซึ่งมีอัตราการดูดซับความร้อนต่ำไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง และต้องมีการป้องกันมิให้ยานพาหนะหรือสิ่งอื่นมากระทบ

2.3.5 ท่อที่ฝังไว้ใต้พื้นดินต้องทาด้วยวัสดุป้องกันการผุกร่อน เช่น ฟรินท์โค้ท หรือยางแอสฟัลท์ หรือวัสดุอื่นที่ใช้แทนกันได้ไม่น้อยกว่าสองครั้ง และท่อต้องอยู่ต่ำกว่าผิวดินไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร และต้องจัดให้มีเครื่องหมายถาวรไว้เหนือพื้นดินแสดงตำแหน่งและแนวของท่อให้เห็นได้อย่างชัดเจน

2.3.6 การเดินท่อควรเดินในบริเวณที่ปลอดภัยจากการชนกระแทกของเครื่องจักร/อุปกรณ์ โดยอาจเดินท่อไปบนที่รองรับ (Support) ซึ่งเป็นอิสระจากโครงสร้างใด ๆ ที่รองรับท่อ ต้องมีรากฐานแข็งแรง ไม่ทรุดตัวตามสภาพการทรุดตัวของผิวดิน หากจำเป็นจะต้องวางท่อไปกับ

ตัวอาคาร ควรยึดที่รองรับต่อกับโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น คอนกรีตหรือเสาเหล็กหุ้มคอนกรีต และไม่ควรจะเดินต่อไปกับอาคารซึ่งติดไฟได้ง่าย เช่น ไม้

2.3.7 ท่อที่วางทะลุกำแพงคอนกรีต หรือกำแพงอิฐต้องวางในปลอกที่ฝังไว้ในกำแพงนั้น และสามารถเอาท่อเข้าออกได้โดยสะดวก

2.3.8 ต้องติดตั้งลิ้นควบคุมการไหล (Control Valve) ที่ท่อจ่ายก๊าซของถังเก็บ ข้อต่อหรือระหว่างข้อต่อกับท่อ ที่มีขนาดเหมาะสมกับการจ่ายก๊าซ โดยลิ้นปิดเปิดทุกตัวต้องติดตั้งอยู่ ณ ตำแหน่งที่สามารถเข้าไปปิดเปิดได้สะดวก

2.3.9 การต่อท่อจ่ายไอก๊าซที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 8 มิลลิเมตร จากถังเก็บ และจ่ายก๊าซ ต้องมีลิ้นปิดเปิดที่ทำการควบคุมการไหลได้

2.3.10 ต้องติดตั้งลิ้นป้องกันก๊าซไหลกลับ (Check Valve) ที่ท่อรับก๊าซเข้าถัง

2.3.11 ให้ใช้ท่ออ่อนในระบบท่อก๊าซได้เฉพาะช่วงที่จำเป็นต้องให้ระบบท่อก๊าซมีการขยับตัวได้เพื่อความสะดวกในการติดตั้งเข้ากับเครื่องใช้ก๊าซ หรือภาชนะบรรจุก๊าซ ซึ่งท่ออ่อนที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ ในกรณีที่ความดันใช้งานของก๊าซในท่อไม่เกิน 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (0.07 บาร์) ท่ออ่อนและอุปกรณ์ประกอบต้องรับแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 123 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (8.5 บาร์) หากในกรณีที่ความดันใช้งานของก๊าซในท่อเกิน 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (0.07 บาร์) ท่ออ่อนที่ใช้ต้องรับแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1,269 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (87.5 บาร์) และอุปกรณ์ประกอบต้องรับแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 754 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (52 บาร์)

2.3.12 ท่ออ่อนที่ใช้ภายในอาคาร ต้องมีความยาวในแต่ละช่วงไม่เกิน 2 เมตร การต่อท่ออ่อนต้องใช้ข้อต่อแบบเกลียว หรือการต่อแบบใช้หน้าแปลน เว้นแต่ท่ออ่อนช่วงที่มีความดันน้อยกว่า 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (0.07 บาร์) จะใช้เข็มขัดรัดท่อแบบโลหะก็ได้ และต้องไม่วางจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง หรือวางผ่านกำแพง ฝ้าผนัง พื้นหรือฝ้าเพดาน และต้องไม่วางในที่ลับตา

2.3.13 ท่ออ่อนต้องไม่วางผ่านที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 52 องศาเซลเซียส



2.3.14 ต้องติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดัน (Regulator) ที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ ซึ่งต้องติดตั้งไว้ภายนอกอาคาร หากในกรณีที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันไว้ในอาคาร ต้องทำท่อหรือระบายก๊าซจากอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย (Relief Valve) ของอุปกรณ์ปรับความดันนี้ออกไปภายนอกอาคาร

2.3.15 ต้องติดตั้งลิ้นปิดเปิดอยู่หน้าอุปกรณ์ปรับความดัน (Regulator)

2.3.16 ในกรณีที่ระบบท่อก๊าซมีอุปกรณ์ปรับความดันตัวเดียวต้องติดตั้งให้ใกล้กับภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งต้องไม่เกิน 60 เซนติเมตร แต่ถ้าหากในระบบท่อก๊าซมีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันไว้หลายตัว อุปกรณ์ปรับความดันตัวแรกต้องติดตั้งให้ใกล้ภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งต้องไม่เกิน 60 เซนติเมตร

2.3.17 ต้องติดตั้งวาล์วลดแรงดัน (Pressure Relief Valve) เพื่อระบายแรงดันก๊าซกรณีที่เกิดแรงดันเกินในระบบ

2.3.18 จะต้องติดตั้ง Emergency Shut Off Valve ที่ท่อเมนก๊าซก่อนจ่ายเข้าขบวนการผลิตหรือบริเวณที่มีการใช้งาน โดย Shut Off Valve ดังกล่าวจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่เจ้าหน้าที่สามารถเข้าไปปิด (Manual) ได้สะดวกและปลอดภัย และควรมีป้ายแสดงตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน หากตำแหน่งของวาล์วไม่สะดวกและปลอดภัยที่จะเข้าไปปิดให้ต่อสาย Sling จากตัววาล์วออกมายังตำแหน่งที่ปลอดภัย และต้องมีการทดสอบวาล์วอย่างสม่ำเสมอ

2.3.19 เมื่อติดตั้งระบบท่อก๊าซเสร็จแล้วต้องทำการทดสอบระบบท่อก๊าซทั้งหมดด้วยความดันน้อยกว่าเท่าครึ่งของความดันใช้งาน โดยรักษาความดันที่ใช้ทดสอบให้คงที่ไว้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง จนเป็นที่แน่ใจว่าระบบท่อส่งก๊าซไม่รั่ว จึงจะทำการจ่ายก๊าซได้

2.3.20 กำหนดตารางการบำรุงรักษาตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ป้องกันในระบบก๊าซ ได้แก่ Emergency Shut Off Valve, Gas Leak Detector การตรวจการรั่วของท่อการปรับแต่ง Pressure Relief Valve ตลอดจนการตรวจสอบอุปกรณ์ดับเพลิงต่าง ๆ เช่น ระบบหัวจ่ายน้ำเพื่อหล่อเย็น Deluge System เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพหากเกิดเหตุฉุกเฉิน

### 3. ระบบตรวจจับการรั่วซึมของก๊าซ

เครื่องตรวจจับก๊าซ (Gas Detector) คืออุปกรณ์ทางด้านความปลอดภัย ใช้สำหรับตรวจสอบพื้นที่และบริเวณที่ปฏิบัติงานว่ามีสารพิษ สารไวไฟตลอดจนก๊าซออกซิเจนว่าอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยเพียงพอหรือไม่ เช่นมีสารพิษกี่ PPM มีก๊าซออกซิเจนกี่เปอร์เซ็นต์มีปริมาณสารไวไฟว่าพร้อมที่จะติดไฟ หรือจะระเบิดหรือยังเมื่อรวมตัวกับอากาศภายในสภาวะอุณหภูมิปกติ (อินคัสเตรียล เซฟตี้ แอปไพร์แอนด์, 2548: 52-54)

โดยทั่วไปปริมาณของสารไวไฟจะมีหน่วยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ LEL (Lower Explosive Limit) และหน่วยวัดปริมาณสารพิษจะเป็น PPM (Parts Per Million) ระบบจะทำงานโดยตรวจจับก๊าซไวไฟที่รั่วซึมออกมาพร้อมทั้งแสดงผลและแจ้งเตือนวิธีการตรวจวัดก๊าซ (Gas Measurement Method) มีวิธีการตรวจวัดไว้เมื่อปี 1990 คือ

1. Collection Method
2. Sample Work-up
3. Analytical Method
4. Method Number

ในปัจจุบันการตรวจวัดปริมาณของก๊าซโดยเฉพาะงานความปลอดภัยจะใช้วิธีดังต่อไปนี้

1. Catalytic Action สำหรับตรวจวัดสารไวไฟ
2. Electrochemical สำหรับการตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน สารพิษ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
3. Photo-Ionization Device สำหรับการตรวจวัด Volatile Organic Compounds (VOCs) ที่มีปริมาณน้อยๆ แต่อันตรายสูง เช่น Benzene, Butadiene, Phosphine และ Toluene
4. Detector Tube สำหรับการตรวจวัดสถานะแวดล้อมทั่วไปที่ใช้งบประมาณน้อยและในขณะเดียวกันก็มีอัตราความผิดพลาดทั้งทางสูงและทางต่ำถึง 25 %

วัตถุประสงค์ของ Gas Detector (อินดัสเทรียล เซฟตี้ แอปไพร์แอนด์, 2548: 52-54) เพื่อใช้วัดหรือตรวจสอบว่าบริเวณที่จะปฏิบัติงานมีความปลอดภัยจากก๊าซไวไฟหรือก๊าซพิษหรือไม่ โดยทั่วไปสารไวไฟตัวเซ็นเซอร์ ที่ออกแบบมาสำหรับตรวจวัดสารไวไฟจะใช้ตรวจวัดตั้งแต่ 0 - 100 % LEL เท่านั้นหรือถ้าเป็นก๊าซพิษหรือสารพิษก็จะสามารถวัดได้จาก 0 จนถึงจุดที่เป็นอันตรายกับมนุษย์ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) จะวัดได้จาก 0-50 พีพีเอ็ม โดยที่ถ้าเกินจาก 10 พีพีเอ็ม แล้วมนุษย์ไม่สามารถทนได้หรือคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) มนุษย์ทนได้ 35 พีพีเอ็ม ซึ่งก็หมายความว่าหวั้วัด ได้ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับช่วงการวัดนั้นๆ โดยเฉพาะเท่านั้น ลักษณะของ Combustible Gas Detector โดยทั่วไป มีดังนี้

### 1. Scale เป็นเปอร์เซ็นต์ LEL

ใช้สำหรับตรวจสอบหรือบริเวณปฏิบัติงานต่างๆ ไปว่ามีความปลอดภัยจากสารไวไฟหรือไม่ ฟังก์ชันหลักคือถ้ามีสารไวไฟเกิน 8 % LEL มาตรฐานของอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซ จะไม่ยินยอมให้ทำงานที่มีความร้อนและประกายไฟ (Hot Work) และถ้ามีเตอร์อ่านได้ 100 % LEL หรือมากกว่าบริเวณนั้นก็จะอยู่ในสภาพที่พร้อมจะติดไฟได้ทุกเมื่อ+

### 2. Scale เป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาตร หรือพีพีเอ็ม

โดยทั่วไปสำหรับตรวจเช็คในที่อับทึบ เช่น ใน ถัง (Vessel) หรือท่อทางอุโมงค์ว่ามีก๊าซไวไฟหรือไม่ โดยเฉพาะในสถานที่ดังกล่าวถ้ามีก๊าซไวไฟแล้วจะมีปริมาณสูงมาก และโดยทั่วไปจะเกิน 100 % LEL นับสิบนับร้อยเท่า หวั้วัดจึงต้องออกแบบมาอีกลักษณะหนึ่ง

### พีพีเอ็ม กับ LEL

พีพีเอ็ม มาจากการแบ่งปริมาณก๊าซจาก 100 % (Volume) เป็น 1,000,000 ส่วน (หนึ่งล้านส่วน) เช่น ก๊าซคลอรีนบริสุทธิ์ 100 % ก็จะเท่ากับก๊าซคลอรีน 1,000,000 พีพีเอ็ม เครื่องวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 60 พีพีเอ็ม มี Background เป็น Air ก็คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 60 ล้านส่วนของก๊าซบริสุทธิ์ผสมกับอากาศ (ออกซิเจน 20.8 % และไนโตรเจน 79.2 %) ซึ่งจะนับส่วนผสมของก๊าซมาตรฐานนี้ก็จะได้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 60 พีพีเอ็ม อากาศ 999,940 พีพีเอ็ม

LEL เป็นค่าที่วัดได้จากการทดลองว่าสารติดไฟแต่ละชนิดเมื่อผสมกับอากาศจะเป็นจุดที่เริ่มติดไฟ เช่นก๊าซมีเทน จะเริ่มที่ 5.0 % ผสมกับอากาศหรือก๊าซไฮโดรเจนจะเริ่มที่ 4.0 % ส่วนก๊าซของสารติดไฟ อื่นๆ มีค่า LEL (Lower Explosive Limit) และ UEL (Upper Explosive Limit) ตามที่แสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

**ตารางที่ 3** ค่า LEL (Lower Explosive Limit) และ UEL (Upper Explosive Limit) ของสารติดไฟแต่ละชนิด

| GAS            | COMBUSTIBLE |       | HAZARDS   |            |
|----------------|-------------|-------|-----------|------------|
|                | LEL         | UEL   | TWA (PPM) | IDLH (PPM) |
| ACETYLENE      | 2.5         | 100.0 | -         | 2500       |
| ACRYLONITRILE  | 3.0         | 17.0  | 2         | 85         |
| BUTADIENE      | 2.0         | 12.0  | 2         | 2000       |
| BUTANE         | 1.6         | 8.4   | 800       | -          |
| DIESEL FUEL    | 0.7         | 5.0   | -         | -          |
| FORMALDEHYDE   | 7.0         | 79.0  | 0.75      | 20         |
| J.P.5          | 0.7         | 5.0   | 300       | -          |
| PROPYLENEOXIDE | 2.3         | 36.0  | 20        | 2000       |
| PENTANE        | 1.5         | 7.8   | 120       | 1500       |
| PROPANE        | 2.1         | 9.5   | 1000      | 2000       |
| STYRENE        | 1.1         | 7.0   | 50        | 500        |
| VCM            | 3.6         | 33.0  | 1         | 85         |

ที่มา: อินดัสเตรียล เซฟตี้ แอปไพร์แอนด์ (2548)

UEL คือ UPPER EXPLOSIVE LIMIT เป็นค่าของสารติดไฟที่เกินจากจุดนี้แล้วและเมื่อผสมกับอากาศแล้วจะไม่ติดไฟ

เครื่องวัดก๊าซ ที่ใช้กันโดยทั่วไปการวัดจะเป็น % LEL ซึ่งความมุ่งหมายของอุปกรณ์นี้ก็คือตรวจวัดพื้นที่ปฏิบัติงานว่าปลอดภัยจากสารไวไฟหรือไม่โดยเอาค่าที่สารไวไฟเริ่มติดไฟมาเขียนใหม่เป็น 100 % LEL ตัวอย่างเช่น Methane เริ่มติดไฟที่ 5% โดยปริมาตร มาเขียนใหม่เป็น 100 % LEL ดังนั้น 1.0 % LEL มีเทน จึงเท่ากับ 0.05 % โดยปริมาตร หรือเท่ากับ 500 พีพีเอ็ม

#### 4. ระบบก๊าซแบบถัง (Cylinder System)

ประเภทของระบบก๊าซแบบถัง (Types of Cylinder System) (บริษัท ท็อปแก๊ส แอนปิโตรคอนเซอรัวส์ จำกัด, 2547) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ

1. ระบบท่อรวมถังก๊าซ 1 วาล์ว (Vapor System) เป็นระบบท่อรวมที่ใช้ก๊าซหลายๆ ถังพร้อมกัน โดยนำไอก๊าซไปใช้งานโดยตรง ก๊าซส่วนที่เป็นของเหลวจะระเหยขึ้นมาทดแทนไอก๊าซที่ถูกนำไปใช้ อัตราการจ่ายก๊าซ ประมาณ 30 กิโลกรัม./ชั่วโมง (1.5 กิโลกรัม/ถัง/ชั่วโมง) เหมาะกับการใช้ก๊าซที่มีปริมาณต่ำกว่า 100 ถัง/เดือน (5 ต้น/เดือน)

2. ระบบท่อรวมถังก๊าซ 2 วาล์ว (Liquid Withdraw System) เป็นระบบท่อรวมที่ใช้ก๊าซหลายๆ ถังพร้อมกัน โดยเป็นการนำก๊าซส่วนที่เป็นของเหลวมาใช้ก่อนผ่านทางชุดวาล์วตัวที่ 2 ที่มีลักษณะเป็นท่อจุ่มลงไปถึงก้นถังระบบท่อรวมนิยมติดตั้ง 20 ถัง/สถานี (2x10 ถัง) โดยมีวาล์วสลับใช้งานอัตโนมัติทำหน้าที่สลับข้างการใช้งานเมื่อก๊าซด้านใดด้านหนึ่งหมด ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน ระบบท่อรวม 2 วาล์ว ซึ่งเป็นระบบที่ผู้วิจัยทำการศึกษา

ระบบท่อรวมถังก๊าซ 2 วาล์วนี้อาจจำเป็นต้องอาศัยเครื่องช่วยระเหย (Vaporizer) หรือหม้อต้มเพื่อระเหยน้ำก๊าซให้เป็นไอก๊าซก่อนนำไปใช้งาน เพื่อให้ อัตราการจ่ายก๊าซสม่ำเสมอส่งผลให้ ความร้อนในการเผาไหม้คงที่ ข้อดีของระบบนี้คือ ไม่มีน้ำก๊าซเหลือค้างในถัง, อัตราการจ่ายก๊าซสม่ำเสมอ เหมาะกับการใช้ปริมาณก๊าซมากกว่า 100 ถัง/เดือน (5 ต้น/เดือน) ในส่วนของข้อเสียคือ มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งสูงและต้องการการดูแลรักษาสูง

##### 4.1 อุปกรณ์และการทำงานภายในสถานีก๊าซ (Station Gas)

4.1.1 สายก๊าซสำหรับน้ำก๊าซ (Single Pigtail for Liquid Line) เป็นอุปกรณ์รับและส่งถ่ายก๊าซ (Liquid Line) จากถังก๊าซเข้าไปในระบบท่อก๊าซ โดยปลายสายก๊าซด้านที่ต่อเข้ากับหัววาล์วของถังก๊าซจะมี Excess Flow Valve ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้น้ำก๊าซที่ค้างอยู่ในสายไหลย้อนออกมาในขณะที่ปลดสายก๊าซออกจากหัววาล์วของถังก๊าซ

4.1.2 สายก๊าซสำหรับไอก๊าซ (Single Pigtail for Vapor Line) เป็นอุปกรณ์รับและส่งถ่ายไอก๊าซ (Vapor Line) จากถังก๊าซเข้าไปในระบบท่อก๊าซ

#### 4.1.3 บอลวาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (Ball Valve with Check Valve)

ทำหน้าที่ปิด-เปิด ควบคุมทิศทางการไหลของไอก๊าซที่ไหลมาจากถังก๊าซเพื่อเข้าไปสู่ระบบท่อก๊าซ หรือชุดมานิโฟลด์ (Manifold) ซึ่งจะไหลไปในทิศทางเดียวจะไม่ไหลย้อนกลับ โดยโครงสร้างภายใน จะมี Check Valve อยู่ในตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ไอก๊าซไหลย้อนกลับในกรณีที่เปิดวาล์วแบบทันทีทันใด

#### 4.1.4 โกลบวาล์วควบคุมการไหลของน้ำก๊าซที่ไหลมาจากถังก๊าซเพื่อเข้าไปสู่

ระบบท่อหรือชุดมานิโฟลด์ (Manifold) ซึ่งจะไหลไปในทิศทางเดียว จะไม่ไหลย้อนกลับ โดยโครงสร้างภายในจะมี Check Valve อยู่ในตัวเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำก๊าซไหลย้อนกลับ ในกรณีที่เปิดวาล์วแบบทันทีทันใด

#### 4.1.5 วาล์วนิรภัยแบบลดความดัน (Pressure Relief Valve) เป็นวาล์วลดความดัน

ในกรณีที่ความดันในท่อก๊าซสูงขึ้นมากกว่าความดันปกติที่รับได้ (ไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุใดๆ ก็ตาม) เมื่อความดันก๊าซในระบบท่อมียกสูงเกินกว่าค่าความดันระบาย (Relief Pressure) ก๊าซจะถูกระบายออกมาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อท่อก๊าซ

#### 4.1.6 มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) ทำหน้าที่วัดความดันก๊าซที่อยู่ในระบบท่อ

บริเวณหน้าปัดจะบอกถึงปริมาณความดันที่วัดได้ ซึ่งจะมีช่วงการวัดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ติดตั้งและหน่วยที่วัดได้ โดยอ่านจากสเกลที่หน้าปัด

#### 4.1.7 บอลวาล์ว (Ball Valve) ทำหน้าที่ปิด-เปิดเพื่อควบคุมการไหลของก๊าซ

#### 4.1.8 อุปกรณ์กรองลักษณะตัววาย (Y-Strainer) ทำหน้าที่กรองเศษสิ่งสกปรก

ต่างๆ ที่ติดอยู่ภายในระบบท่อ รวมไปถึงเศษกากซึ่งเกิดจากความสกปรกของเนื้อก๊าซ

#### 4.1.9 อุปกรณ์สลับข้างการใช้ก๊าซอัตโนมัติ (Automatic Change Over Regulator)

ทำหน้าที่สลับด้านการจ่ายก๊าซโดยอัตโนมัติในขณะที่ความดันของก๊าซในด้านใดด้านหนึ่งลดน้อยลงจนถึงค่าความดันเปลี่ยนข้าง (Switching Pressure) ก๊าซฝั่งที่สำรอง (Reserve) อยู่จะถูกจ่ายเข้ามาแทนที่เพื่อรักษาปริมาณก๊าซและความดันในระบบท่อให้มีการจ่ายได้อย่างต่อเนื่อง

4.1.10 อุปกรณ์ปรับลดความดันก๊าซ (Pressure Regulator) ทำหน้าที่ปรับลดความดันก๊าซให้ลดลง โดยความดันที่ปรับออกจะขึ้นอยู่กับ Regulator แต่ละรุ่น ซึ่งจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการใช้งาน (อัตราการไหล, แรงดัน)

4.1.11 ชุดดักกักก๊าซ (Oil Trap) ทำหน้าที่กรองและดักกักก๊าซ, สิ่งสกปรกต่างๆ ที่ติดมากับระบบท่อ

4.1.12 วาล์วปิดฉุกเฉิน (Emergency Shut Off Valve) เป็นวาล์วปิดฉุกเฉินในกรณีที่ต้องการปิดวาล์วในสถานีก๊าซแบบทันทีทันใด

4.1.13 เครื่องช่วยระเหยก๊าซ (Vaporizer) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำก๊าซกับน้ำร้อน โดยเมื่อน้ำก๊าซได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอก๊าซ (ภายใต้อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส -85 องศาเซลเซียส) เพื่อส่งไปใช้งานต่อไป

4.1.14 อุปกรณ์ตรวจจับก๊าซ (Gas Detector) จะทำหน้าที่จับปริมาณความหนาแน่นของก๊าซและแจ้งเตือนเมื่อมีก๊าซรั่วขึ้น

## 5. การป้องกันและระงับอัคคีภัย

5.1 การตรวจสอบและวิธีปฏิบัติเมื่อก๊าซรั่ว (บริษัท น้ำมันแคลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด, 2548)

5.1.1 วิธีการตรวจสอบก๊าซรั่วโดยทั่วไป จะตรวจสอบตามสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นโดยยึดหลักการที่ว่าด้วยก๊าซจะมีแรงดันในตัวของมันเอง เมื่อก๊าซเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์หรือท่อที่เป็นทางเดินของก๊าซ ถ้าหากว่าส่วนประกอบดังกล่าวมีการรั่วซึม ก็จะสามารถตรวจสอบได้โดยมีส่วนประกอบสำคัญที่อาจก่อให้เกิดการรั่วซึมได้ ดังนี้

- 1) บริเวณข้อต่อเกลียวระหว่างท่อกับอุปกรณ์วาล์วปิดเปิด
- 2) บริเวณแกนของวาล์วปิดเปิด
- 3) บริเวณปลายของอุปกรณ์นิรภัยแบบระบาย
- 4) บริเวณสายอ่อน และข้อต่อของสายอ่อน
- 5) บริเวณรอยต่อของหน้าแปลนสองตัวประกบกัน

## 6) บริเวณรอยเชื่อมของรอยต่อของท่อ และระบบข้อต่อต่างๆ

5.1.2 ในส่วนของการตรวจสอบขั้นพื้นฐานที่จะทำการทดสอบอุปกรณ์หรือข้อต่อของท่อดังกล่าว สามารถตรวจสอบได้ดังนี้

1) ตรวจสอบโดยการใช้อยุมกมกลื่น บริเวณที่สงสัยว่าจะมีก๊าซรั่ว, ตรวจสอบโดยใช้สายตาพิจารณาตามรอยต่อหรือบริเวณที่สงสัยว่าจะรั่ว, การใช้น้ำสบู่หรือน้ำผสมยาสระผมลูบไปตามบริเวณที่สงสัยว่าจะมีการรั่วซึม โดยวิธีนี้จะให้ผลได้ดีที่สุดในการตรวจสอบขั้นพื้นฐานเพราะนอกเหนือจากการตรวจสอบด้วยตา และด้วยยุมกแล้วการทดสอบด้วยน้ำสบู่จะทำให้การพิจารณาการรั่วซึมเห็นได้ชัด เพราะแรงดันของก๊าซจะทำให้ น้ำสบู่บริเวณที่เกิดรอยรั่วนั้นเกิดฟองขึ้นมากกว่าปกติ

2) การตรวจสอบระบบท่อและอุปกรณ์ โดยวิธีอัดแรงดันผ่านการตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะใช้แรงดันจากก๊าซไนโตรเจนอัดแรงดันให้ผ่านอุปกรณ์ดังกล่าว แล้วทิ้งแรงดันนี้ไว้ให้คงที่ประมาณครึ่งชั่วโมง ถ้ามาตรวัดแรงดันไม่ตก คือเข็มของมาตรวัดแรงดันชี้คงที่ตลอดเวลา ก็แสดงว่าอุปกรณ์ดังกล่าวไม่มีการรั่วซึม แต่ทั้งนี้การขันอุปกรณ์ โดยวิธีใช้เกลียวจะต้องแน่ใจว่าขันได้สนิทเสียก่อนจึงทำการทดสอบแรงดัน

5.2 การดับเพลิงที่เกิดจากก๊าซหุงต้ม ห้ามดับเพลิงเว้นแต่ได้หยุดการรั่วไหลสารเคมี การดับเพลิงใช้น้ำปริมาณมากๆ ถัดเป็นหมอก ใช้น้ำปริมาณมากๆ หล่อเย็นภาชนะบรรจุสารเคมีที่ได้รับผลกระทบจากเพลิงไหม้ให้ลดน้ำดับเพลิงในระยะไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้

### 5.2.1 การป้องกันขั้นพื้นฐาน

1) หากเกิดการรั่วไหลของก๊าซ ณ ที่ใดที่หนึ่ง การเข้าแก้ไขต่างๆ ต้องเข้าทางเหนือลม

2) ห้ามไม่ให้บุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่ในบริเวณที่เกิด ก๊าซรั่ว และตัดแหล่งที่มาของความร้อน ประกายไฟ และกระแสไฟฟ้า



3) ให้อุณหภูมิที่ไม่เกี่ยวข้องออกห่างจากจุดที่ก๊าซรั่ว โดยควรอยู่ห่างอย่างน้อย 300 เมตร

#### 5.2.2 การแก้ไขก๊าซรั่วออกมา (โดยไม่มีเพลิงไหม้)

1) หากเกิดท่อก๊าซรั่วโดยไม่มีเพลิงไหม้ ให้ทำการปิดวาล์วอันเป็นแหล่งที่มาของก๊าซ ถ้าหากเป็นท่อเล็กๆ จะสามารถใช้คีมบีบก็ได้ ฉะนั้นพนักงานที่อยู่ภายในร้านค้า และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนจะต้อง ทราบว่าควรปิดวาล์วตัวใดหากเกิดก๊าซรั่ว

2) การฉีดน้ำแบบฝอยไปในทิศทางที่หมอก๊าซลอยไปในระดับต่ำ จะช่วยเจือจางก๊าซที่รั่วออกมาได้เป็นอย่างดี

3) หากไม่สามารถหยุดการรั่วไหลของก๊าซได้ ภาระของก๊าซจะมีมากขึ้นและจะเกิดการติดไฟได้หากมีตำแหน่งประกายไฟ ฉะนั้นต้องป้องกันไม่ให้ภาระของก๊าซเข้าไปในแหล่งประกายไฟ โดยการฉีดน้ำผสมไอก๊าซเป็นฝอยให้มากที่สุด

#### 5.2.3 ขั้นตอนการทำการแก้ไขในกรณีที่เกิดก๊าซรั่วขึ้น

1) ถ้าหากไม่สามารถที่จะทำการปิดวาล์วอันเป็นที่มาของก๊าซรั่ว ยังไม่ควรดับไฟที่ติดอยู่

2) ถ้าหากมีไฟที่เกิดกับภาระ ให้ทำการฉีดน้ำลดความร้อนของจุดที่จ่ายก๊าซ

3) ถ้าหากจะเข้าทำการปิดวาล์วก่อนที่จะเข้าดับไฟ อาจจำเป็นจะต้องฉีดน้ำแบบฝอยเพื่อป้องกันความร้อนให้แก่ผู้ที่เข้าไปทำการปิดวาล์ว

5.2.4 การควบคุมอันตรายสารเคมี แยกแหล่งประกายไฟ เปลวไฟ และแหล่งติดไฟอื่นๆ และเก็บสารเคมีให้ห่างจากแหล่งน้ำและท่อระบายน้ำพยายามหยุดการหกหรือรั่วไหลของสารเคมีถ้าทำได้โดยไม่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อลด ปริมาณไ

## 6. ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้

เพลิงไหม้คือปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยมีความร้อนและแสงสว่างเกิดขึ้นร่วมด้วย

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือ ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างสารใดๆ กับออกซิเจน และทำให้เกิดความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การลุกลามของไฟดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง โดยองค์ประกอบพื้นฐานของการเกิดเพลิงไหม้ ได้แก่

1. ออกซิเจน
2. เชื้อเพลิง
3. ความร้อน

นอกจากนี้องค์ประกอบที่ทำให้ไฟนั้นลุกลามไปอย่างต่อเนื่องต่อไป คือ ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ที่เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งจะสามารถกระตุ้นตัวเองหรือเกิดได้ต่อเนื่อง โดยปราศจากแหล่งความร้อนจากภายนอกจะต้องมีปริมาณเชื้อเพลิงและออกซิเจนอย่างเหมาะสม และทำปฏิกิริยาในอัตราที่สามารถให้พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้มากระตุ้นปฏิกิริยาของตัวมันเองอย่างต่อเนื่อง

Ladwig (1991) ทฤษฎีสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Tetrahedron Theory) อธิบายหลักการเกิดของไฟ ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 อย่าง คือออกซิเจน เชื้อเพลิง และความร้อนแทนแต่ละด้านของสามเหลี่ยมเป็นองค์ประกอบของไฟ แสดงตามภาพที่ 1 สามเหลี่ยมของปัจจัยการเกิดไฟ หากสามเหลี่ยมนี้ขาดองค์ประกอบใดไปอันหนึ่ง หมายความว่าไฟไม่สามารถเกิดขึ้นมาได้นั่นเอง ออกซิเจนที่อยู่ในอากาศแล้ว จะทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงซึ่งโดยมาก จะเป็น สารที่มีธาตุคาร์บอน หรือ ไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบของการเผาไหม้ การทำปฏิกิริยากันที่อุณหภูมิสูงดังนั้นก็จะต้องมีความร้อนหรือแหล่งความร้อนที่สมบูรณ์ได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะสามารถกระตุ้นตัวเองหรือเกิดได้โดยปราศจากแหล่ง ความร้อนจากภายนอกมีปริมาณเชื้อเพลิงและออกซิเจนอย่างเหมาะสม และทำปฏิกิริยาในอัตราที่สามารถให้ พลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้มากระตุ้นปฏิกิริยาของตัวมันเองอย่างต่อเนื่องได้ เรียก ปฏิกิริยาแบบนี้ว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction)



**ภาพที่ 1** สามเหลี่ยมของปัจจัยการเกิดไฟ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ladwig (1991)

## 7. หลักการของการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้

ในการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ มีหลักการที่สำคัญคือ การควบคุมแหล่งพลังงานความร้อนของอาคารและวัสดุติดไฟต่าง ๆ เช่น สิ้นค้าและวัสดุตกแต่งภายในอาคาร (ศูนย์ควบคุมอาคารแห่งประเทศไทย, 2546) ระบบการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ของแต่ละพื้นที่ของอาคารจะแตกต่างกันไปตามสภาพของแหล่งพลังงานความร้อน สิ้นค้าที่เป็นวัสดุติดไฟ วัสดุตกแต่งภายใน ผู้ที่อยู่อาศัย และการจัดการพื้นที่ใช้งานในส่วนต่าง ๆ เช่น ร้านอาหาร เป็นต้น วิธีการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้คือ การเลือกใช้วัสดุต่างๆ ดังกล่าวเป็นชนิดที่ไม่ติดไฟ ส่วนในพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งกำเนิดไฟจะใช้ระบบการจัดการ ที่ดีมากกว่าที่จะมุ่งเน้นด้านระบบป้องกันอัคคีภัย การป้องกันการเริ่มเกิดเพลิงไหม้ ได้แก่

7.1 การระมัดระวังแหล่งกำเนิดความร้อน เช่น แก๊สไวไฟ และเชื้อเพลิง เป็นต้น

7.2 การควบคุมแหล่งจัดเก็บวัสดุที่สามารถติดไฟได้ ซึ่งอาจจัดเก็บอยู่ในห้องเก็บของหรือพื้นที่ของร้านค้า

7.3 การเลือกวัสดุตกแต่งภายในของห้องที่มีแหล่งกำเนิดไฟ และไม่มีหน้าต่างอย่างเหมาะสม

#### 7.4 การออกแบบพื้นที่ไม่ให้มีทางตัน

7.5 การตรวจสอบระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย รวมถึงการตรวจสอบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการเกิดเหตุเพลิงไหม้

#### 7.6 การเลือกระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยให้เหมาะสมกับสภาพห้องและอาคาร

### 8. กฎหมายและมาตรฐาน ที่เกี่ยวข้อง

เกชา (2545) ในการดำเนินการด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัยภายในอาคารต้องมีความสอดคล้องตามข้อกำหนดของกฎหมายและมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

8.1 พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พระราชบัญญัติฉบับนี้ ประกาศใช้เป็นอันดับแรก เมื่อปี พ.ศ. 2522 และฉบับที่ 2 ในปี พ.ศ. 2535 เพื่อใช้ในการควบคุมการก่อสร้างอาคารในส่วนที่เกี่ยวข้องได้แก่ ฉบับที่ 33 (2535) ซึ่งว่าด้วยเรื่องข้อกำหนดสำหรับอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่ อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารสาธารณะ อาคารอยู่อาศัยรวม โรงงาน ภัตตาคาร สำนักงาน (อาคารเก่า)

8.2 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัยในการทำงานสำหรับลูกจ้าง ซึ่งเป็นการกล่าวด้วยเรื่องการจัดระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยการจัดอุปกรณ์ดับเพลิง การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด, การกำจัดของเสียที่ติดไฟ การป้องกันฟ้าผ่า การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เส้นทางหนีไฟ รวมถึงการก่อสร้างอาคารที่มีระบบป้องกันอัคคีภัย การจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยและการอบรม รวมถึงการฝึกซ้อมดับเพลิงและการฝึกซ้อมหนีไฟ

8.3 พระราชบัญญัติป้องกันและระงับอัคคีภัยมีการประกาศใช้ครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ.2495 แก้ไขเพิ่มเติม เมื่อปี พ.ศ. 2499 ว่าด้วยเรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยโดยตรง

8.4 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครเป็นกฎหมายท้องถิ่น โดยมีข้อกำหนดเพิ่มเติมจากกฎกระทรวงใน พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ซึ่งว่าด้วยเรื่อง การกำหนดลักษณะของบันไดหนีไฟ และทางหนีไฟทางอากาศของอาคาร ปี พ.ศ. 2531

8.5 มาตรฐาน NFPA (National Fire Protection Association) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่กำหนดมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยได้อย่างกว้างขวางและได้รับการยอมรับมากที่สุดในขณะนี้ ซึ่งมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ได้นำส่วนที่ดีของหลาย ๆ มาตรฐานมาใช้ เช่น Australian Standard และ NFPA ด้วย

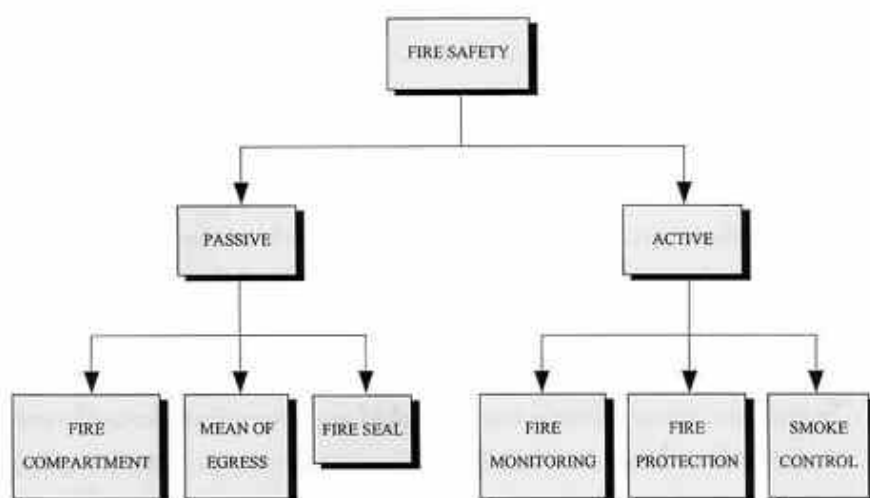
8.6 มาตรฐานการทดสอบ ได้แก่ มาตรฐาน ASTM (American Society of Testing Material), BS (British Standard) ส่วนมาตรฐานในการทดสอบอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย ได้แก่ UL (Underwriters Laboratories, Inc.), FM (Factory Mutual) รับรองมาตรฐานอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำดับเพลิง, เครื่องตรวจจับเพลิงไหม้ เป็นต้น

8.7 มาตรฐาน OSHA (Occupational Health and Safety Administration) เป็นมาตรฐานสากลที่ได้รับความเชื่อถือ โดยเป็นเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยด้านอัคคีภัย (Fire Safety) การจัดทำแผนฉุกเฉิน (Emergency Plan) เป็นต้น

8.8 ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ว่าด้วยการบรรจุก๊าซหุงต้ม

## 9. การจัดระบบความปลอดภัยด้านอัคคีภัย (Fire Safety)

สำหรับในประเทศไทย (2545) มีแนวความคิดในการนำการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมกับการป้องกันอัคคีภัยผนวกไว้ร่วมกัน ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการออกแบบ เพื่อการป้องกันอัคคีภัยเชิงรุก (Active) และการออกแบบเพื่อป้องกันอัคคีภัยเชิงรับ (Passive) แสดงตามภาพที่ 2 โดยการออกแบบเพื่อการป้องกันอัคคีภัยเชิงรุกจะประกอบด้วย การแบ่งส่วนพื้นที่อาคารให้เหมาะแก่การใช้งาน การสร้างเส้นทางหนีไฟให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐาน การปิดในส่วนช่องเปิดต่างๆ ของตัวอาคาร เช่น ช่องลิฟท์ ช่องระบายอากาศต่างๆ เพื่อไม่ให้ไฟลุกลามผ่านไปยังส่วนอื่นของอาคาร ส่วนการออกแบบเพื่อป้องกันอัคคีภัยเชิงรับ ได้แก่การติดตั้งระบบเฝ้าระวังอัคคีภัย เช่น อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไฟชนิดต่างๆตามความเหมาะสม การติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยเช่น ระบบดับเพลิงแบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง และการติดตั้งระบบควบคุมควันไฟไม่ให้แพร่กระจายไปยังส่วนพื้นที่ปลอดภัย เช่น ระบบอัดอากาศเข้าสู่บันไดหนีไฟ



**ภาพที่ 2** สถาปัตยกรรม กับการป้องกันอัคคีภัย

ที่มา: เกชา (2545)

### 9.1 การดำเนินการในเชิงรับ (Passive) แบ่งออกเป็น

9.1.1 การแบ่งส่วนด้านอัคคีภัย (Compartmentation) โดยจัดทำผนังและเพดานกันไฟ เพื่อป้องกันไฟจากห้องหนึ่งแพร่กระจายออกไปห้องอื่น ๆ

9.1.2 เส้นทางหลักในการอพยพหนีไฟ (Mean of Egress) ในอาคารสูงช่องทางหนีไฟต้องมี 2 ช่องทาง ประตูที่ผ่านเข้าไปยังบันไดหนีไฟต้องเป็นประตู 2 ชั้น, ไม่ลามไฟ, เป็นแบบชนิดผลักออก สามารถเปิดเข้าออกได้ทั้ง 2 ทาง ในบันไดหนีไฟต้องเป็นพื้นที่ที่มีความปลอดภัยสามารถป้องกันไฟลามเข้ามาได้ และมีระบบอัดอากาศ (Pressurize of Fan) เพื่อป้องกันควันไฟเข้ามาในบันไดหนีไฟ โดยในช่องทางออกสุดท้ายที่ออกจากอาคารไปสู่ที่ปลอดภัยต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยควรมีระยะเวลาในการอพยพหนีไฟออกจากตัวอาคารไม่เกิน 1 ชั่วโมง

9.1.3 การอุดช่องทางผ่านของไฟ (Fire Seal) โดยการใช้วัสดุกันไฟลามอุดตามช่องที่สามารถจะส่งผ่านความร้อนออกมาได้ เช่น ตามช่องของระบบท่อน้ำ ไฟฟ้า ในแนวตั้งของแต่ละชั้น

## 9.2 การดำเนินการในเชิงรุก (Active) แบ่งออกเป็น

9.2.1 การตรวจตรา (Fire Monitoring) ได้แก่ การสำรวจความปลอดภัยภายในอาคารตามจุดเสี่ยงต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดเหตุเพลิงไหม้ได้ เช่น บริเวณที่มีการจัดเก็บวัตถุไวไฟ, จุดที่มีงานก่อสร้างต่อเติมและมีงานเชื่อมประกายไฟ เป็นต้น รวมถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบป้องกันและระบบอักษิภัยที่ติดตั้งภายในอาคาร

9.2.2 การป้องกันอักษิภัย (Fire Protection) ได้แก่ การติดตั้งระบบป้องกันและระบบอักษิภัย เช่น ตัวตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ระบบน้ำดับเพลิง ระบบปั้มน้ำดับเพลิง เป็นต้น รวมถึงอุปกรณ์ชุดของนักผจญเพลิงในการเข้าระงับเหตุ

9.2.3 การควบคุมควันไฟ ได้แก่ จัดให้มีระบบระบายควันออกจากอาคารได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ เนื่องจากสาเหตุส่วนใหญ่ของการเสียชีวิตขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ คือ การสำลักควันไฟ

## 10. ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของไฟในพื้นที่ปิดล้อม (Enclosure Fire Dynamics)

Quintiere (1998) ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของไฟในพื้นที่ปิดล้อม (Enclosure Fire Dynamics) จะช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุการลุกลามของเพลิงในพื้นที่ปิดล้อม ไม่ให้เกิดการแพร่กระจายหรือสร้างความรุนแรงในเรื่องของ Black Draft หรือ Flash Over อันจะนำมาถึงชีวิตและทรัพย์สิน ด้วยการพิจารณา Heat Release Rate มีการพิจารณาในรูปทอมแบบสภาวะคงที่ (Steady state) หรือทอมแปรเปลี่ยนตามเวลา (Growing fire or Decaying fire) การพัฒนาของไฟที่เผาไหม้วัสดุส่งผลให้เกิดพลังงานความร้อนปลดปล่อย เนื่องจากการคายไอความร้อน ตั้งแต่เริ่มต้นของการจุดติดไฟ จนถึงจุดที่ไฟดับมอด

ข้อจำกัดของสมการการคำนวณเพื่อประเมินค่าพิกัดการคายความร้อนต่ำสุดนั้น พัฒนามาจากหลักการสมดุลพลังงานและมวลแบบง่าย ๆ ภายในห้องเดียวและประตูช่องเปิดบานเดียวหรือการทดลองในห้องที่มีขนาดเล็กกว่าห้องใช้งานจริง ดังนั้นรูปแบบห้องที่มีรูปแปลก ๆ ไปจากห้องกล่องสี่เหลี่ยมที่ได้จากการทดลองหรือทางเดินยาว ๆ จะให้ค่าที่คำนวณจากสมการคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงในจุดดังกล่าวนี้สามารถใช้คอมพิวเตอร์โมเดลมาสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของไฟ

มาช่วยในการศึกษาพฤติกรรมของการเกิดไฟและการลามของไฟจนพัฒนาเป็นโปรแกรมเฉพาะทางที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ โปรแกรม Fire Dynamics Simulator และ Smokeview ของสถาบัน National Institute of Standards and Technology ซึ่งได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของไฟในพื้นที่ปิดล้อม (Elements of enclosure fire models) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณและศึกษาพฤติกรรม การเคลื่อนที่ของไฟด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เทียบเคียงกับการทดลองจริง ผลจากการศึกษา องค์ประกอบของไฟในพื้นที่ปิดล้อม ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมพื้นฐานของการเกิดไฟและการพัฒนา ของไฟที่ส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ, การส่งถ่ายพลังงานความร้อนในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนการเคลื่อนที่ของควันไฟและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงขั้นตอนของการเกิดเพลิงไหม้ในห้องหรือในอาคาร

สำหรับไฟขนาดใหญ่ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของเปลวไฟแบบแปรปรวนนั้น สมัยก่อนนักวิจัยหรือผู้เกี่ยวข้องกับวงการดับเพลิงของประเทศไทยมีความเข้าใจเรื่องนี้น้อยมาก เนื่องจากการอธิบายการเคลื่อนที่ของไฟแบบแปรปรวนและการแผ่รังสีของเปลวไฟทำได้ยากมาก การถ่ายเทความร้อนของไฟขนาดใหญ่ รัศมีของเชื้อเพลิงมากกว่า 30 ถึง 50 มิลลิเมตร จาก ประสบการณ์และวิธีปฏิบัติที่ผ่านมาประเทศไทยได้อาศัยวิทยากรจากต่างประเทศ เช่น ประเทศ อเมริกา อังกฤษ สวีเดน ญี่ปุ่น คุณลักษณะการแผ่รังสีจากเปลวไฟขนาดใหญ่และความสามารถในการคิดไฟมาปรับใช้อธิบายช่วงของความสามารถติดไฟ ของไฟขนาดเล็กได้ การศึกษาไฟขนาดใหญ่ห้องปฏิบัติการของประเทศอเมริกา สวีเดน อังกฤษ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และนิวซีแลนด์ ได้ ทดสอบค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของไฟแบบ Full-scale และสร้างแบบจำลอง ทาง คอมพิวเตอร์ที่มีความสลับซับซ้อนมากมาใช้ในการทำนายการพัฒนาหรือการเติบโตของไฟ เริ่มตั้งแต่ ขั้นตอนการจุดติดไฟ (Ignition) ไปจนถึงขั้นต่าง ๆ ของไฟ ได้แก่ เริ่มเติบโต (Growth) ลูกไฟไหม้ พร้อมกันหมดทั้งห้อง, การลุกลามไปสู่ห้องข้างเคียง หรืออาคารอื่น โดยสามารถอธิบายได้ด้วยการสร้างแบบจำลองเสมือนของไฟด้วยคอมพิวเตอร์ (Fire Modeling Computer Program) เป็นการแสดงให้เห็นภาพการเคลื่อนที่ของไฟไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ณ ช่วงเวลาที่กำหนดในรูปแบบ ของการสร้างแบบจำลองเสมือน หลักการที่ว่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการใช้หลักการของคอมพิวเตอร์ พลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics Model; CFD) มาใช้อธิบายการเคลื่อนที่ ของไฟในพื้นที่ปิดล้อม

ในขั้นแรกเมื่อเกิดการคายไอสัมบูรณ์จนเกิดไฟและลามบนพื้นผิวของวัสดุนั้น เมื่อไฟ ดังกล่าวได้ลามต่อไปยังกองวัสดุที่สะสมอยู่ในบริเวณนั้น (ศูนย์ควบคุมอาคารแห่งประเทศไทย, 2546) โดยอากาศร้อนและควันจะแผ่รังสีความร้อนจนทำให้เพลิงไหม้กระจายตัวไปอย่างต่อเนื่อง



ตามผนังอย่างรวดเร็วและทำลายหน้าต่างหรือกำแพงจนเป็นช่องเปิดให้อากาศเข้ามาช่วยในการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ หลังจากที่เกิดเพลิงไหม้เชื้อเพลิงจนหมดและอุณหภูมิในห้องเริ่มลดลงหมายถึงจบกระบวนการเผาไหม้ ในช่วงระหว่างเริ่มเกิดเพลิงไหม้จนถึงช่วงเผาไหม้สมบูรณ์ สภาพห้องที่เกิดเพลิงไหม้จะมีอุณหภูมิสูงและปริมาณก๊าซต่างๆเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในสภาวะนี้ปริมาณก๊าซที่สนใจว่ามีปริมาณสูงขึ้นนั้น คือปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนก๊าซออกซิเจนที่ช่วยในการเผาไหม้นั้นจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน สภาพลักษณะเช่นนี้จะอันตรายต่อผู้ที่อาศัยในอาคารและนักดับเพลิง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าช่วงไฟไหม้ลูกไหม้ (Flashover) เชื้อเพลิงที่ถูกไหม้ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีและการพาความร้อน มีความสำคัญต่อการผลักดันไปสู่ Flashover รวมทั้งช่องระบายอากาศของห้องขนาดห้อง รวมทั้งคุณสมบัติทางเคมีของชั้นบนของก๊าซร้อน (Hot Gas Upper Layer) ภายในห้องมีส่วนต่อการเกิด Flashover

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิชญา (2547) ได้กล่าวไว้ว่ากฎหมายเชิงประสิทธิผลในปัจจุบันมีหลายประเทศ เช่น ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อังกฤษ สหรัฐอเมริกา และได้เริ่มนำมาใช้แล้วในประเทศไทย ปัจจุบันกฎหมายมีลักษณะที่มีข้อกำหนดเฉพาะเจาะจง ไม่มีทางเลือกให้แก่สถาปนิกและวิศวกรกฎหมายแบบเชิงประสิทธิผลจะเน้นที่ผลลัพธ์ ของมาตรการการป้องกันอัคคีภัยด้วยการคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์ว่าเพียงพอในการป้องกันอัคคีภัยได้มากน้อยเพียงใด จึงทำให้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับคำนวณการลุกลามของเพลิงไหม้ และพฤติกรรมการหนีไฟของคนบนเส้นทางหนีไฟ ในอาคารทั้งนี้จากผลของการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับในการจำลองเหตุเพลิงไหม้ จะทำให้ได้ผลลัพธ์อย่างรวดเร็วในการทำนายเหตุการณ์ ของแต่ละสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็วและทำให้มีมาตรฐานทางการคำนวณเกี่ยวกับสถิติทางด้านอัคคีภัย

พันธ์พร (2546) กล่าวว่าไว้ว่าแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหาในเรื่องอัคคีภัยก็คือ มาตรการป้องกันไฟ ประเทศไทยมีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2528-2534 ได้มีการก่อสร้างอาคารสูงเพิ่มขึ้นอย่างมากมาโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครซึ่งมีอาคารสูงที่ก่อสร้างขึ้นมาใหม่ทดแทนอาคารเดิม เนื่องจากที่ดินในย่านธุรกิจมีราคาแพงจึงทำให้มองเห็นสภาพปัญหาที่จะตามมาในอนาคต ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัญหาอัคคีภัย การเกิดอัคคีภัยใน กรุงเทพมหานครจะต้องได้รับการแก้ไขและวางแผนซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 การป้องกันก่อนการเกิดอัคคีภัย ระดับที่ 2 การผจญเพลิงในอาคารสูงเมื่อเกิดอัคคีภัย และระดับที่ 3 การบรรเทาความเสียหายจากอัคคีภัย

เกียรติคุณ (2540) ศึกษารูปแบบการเกิด การลุกลาม และความเสียหายอันเกิดจากอัคคีภัย ในกรุงเทพมหานคร กรณีศึกษา เขตยานนาวา ความรุนแรงของเพลิงไหม้ในครั้งนั้นเป็นดับบั้งชี้ถึงความรุนแรงของไฟในการทำ ความเสียหายกับโครงสร้าง จากความรุนแรงของเพลิงไหม้ในแต่ละครั้งนั้นจะมีความแตกต่างกันมากเนื่องจากมีตัวแปรที่จะต้องควบคุมการลุกลามของเพลิง เช่น ปริมาณเชื้อเพลิง ประเภทเชื้อเพลิง ปริมาณออกซิเจนในพื้นที่ และปริมาตรของบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ จากแนวคิดที่ได้ทำการประเมินไว้ว่าในภาวะปัจจุบัน ปัญหาทางการตรวจสอบยังมีปัญหาอยู่ เพราะวิธีการตรวจสอบยังไม่มีหลักเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐาน ควรจะมีหน่วยงานกลางอาทิวศวรรสถานแห่งประเทศไทย หรือ สมาคมสถาปนิกสยาม เป็นผู้ออกแบบตรวจมาตรฐานขึ้น เพื่อสำรวจพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ออัคคีภัยเป็นระยะ อีกทั้งการกำหนดเขตผังเมืองของชุมชน

ต้องมีความชัดเจน รวมถึงการอำนวยความสะดวกของตำรวจดับเพลิงที่จะเข้าไปประจักษ์เหตุในพื้นที่จะต้องมีความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือในการผจญเพลิงและได้รับการฝึกอบรมด้านนี้โดยเฉพาะ

เกชา (2545) ศึกษาวิศวกรรมงานระบบป้องกันอัคคีภัย จากการศึกษาพบว่าอาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยมักจะมีปัญหาในเรื่องของการจัดการ ระบบการป้องกันอัคคีภัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารสาธารณะ ที่มีโอกาสเกิดอัคคีภัยได้ง่ายจึงต้องรีบเร่งดำเนินการ จัดทำมาตรการในเชิงรับ (Passive Fire Prevention) ด้วยการแบ่งพื้นที่ป้องกันอัคคีภัย จัดทำเส้นทางหนีไฟและบันไดหนีไฟ รวมถึงพื้นที่ปิดล้อมตามช่องแนวดิ่งและช่องแนวนอนที่ไฟจะสามารถลุกลามต่อเนื่องได้ หลังจากนั้นจะต้องจัดทำมาตรการเชิงรุก (Active Fire Prevention) อันประกอบด้วยระบบเตือนภัย และระบบดับเพลิงเพื่อเตือนภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

Petterson (2002) ศึกษาในเรื่องของ Assessing the Feasibility of Reducing the Grid Resolution in FDS Field Modeling ซึ่งเป็นการพัฒนาที่จะแยกเส้นแสดงขอบเขต (Grid line) ของโปรแกรมสร้างภาพเสมือนให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นและสามารถไปใช้กับโปรแกรม Zone Modeling ที่ให้ความสนใจในเรื่องของ การเกิด Flashover ที่ตำแหน่ง Lower และ Upper Layer ภายในห้องด้วยการ Simulation วางตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิ้ล ณ ตำแหน่งจุดใดๆของ Grid line เพื่อให้สามารถคาดคะเนอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดขึ้นได้ใกล้เคียงความเป็นจริง รวมถึงการพิจารณาถึงขนาดของ Ram เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานเป็นการเปรียบเทียบตารางแสดงเวลาระหว่างโปรแกรม FDS กับ CFAST ดังตารางที่ 4

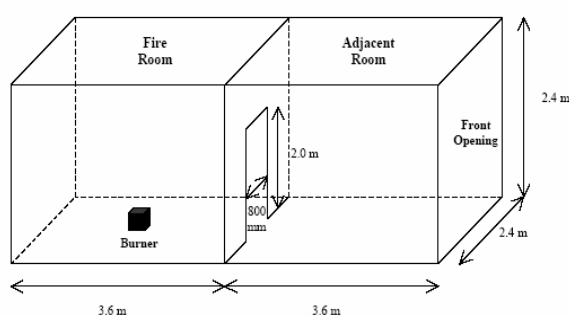
**ตารางที่ 4** แสดงเวลาของโปรแกรม FDS กับ CFAST

| Grid size    | Entire Hanger |        | Draft curtain only |        |
|--------------|---------------|--------|--------------------|--------|
|              | Run time      | RAM    | Run time           | RAM    |
| 300mm (H/48) | -             | -      | 98.8 hrs           | 256 Mb |
| 450mm (H/32) | -             | -      | 16.5 hrs           | 256 Mb |
| 600mm (H/25) | 123.2 hrs     | 511 Mb | 5.7 hrs            | 13 Mb  |
| 900mm (H/17) | 13.6 hrs      | 256 Mb | 51.6 mins          | 130 Mb |
| 1800mm (H/8) | 50 mins       | 130 Mb | 3.5 mins           | 130 Mb |
| 3600mm (H/4) | 4.5 mins      | 130 Mb | -                  | -      |
| CFAST        | 10 secs       | 130 Mb | 10 seconds         | 130 Mb |

ที่มา: Petterson (2002)

เวลาที่ใช้ทดลองประมวลผลของหน่วยความจำที่ใช้ของโปรแกรม FDS กับ CFAST โดยตัวอย่างจากตารางที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบงานวิจัยที่ทดสอบเวลาที่หน่วยความจำขนาด 511, 256, 130 เมกะไบต์ ใช้ในการประมวลผลการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ทั้งหมดและการเผาไหม้เฉพาะที่วัสดุโดยมีขนาดของ Grid ตามตารางที่ 4 พบว่า CFAST ใช้เวลาประมวลผลทั้งสองแบบได้อย่างรวดเร็วในเวลา 10 วินาที ที่หน่วยความจำ 130 เมกะไบต์

Christian (2000) ศึกษาการคาดคะเนจุดเริ่มต้นของการเกิดไฟไหม้ลูกท่วม (Pre-Flashover) ด้วยการทดลองสร้างห้อง Fire Room ขึ้นมา 2 ห้องติดต่อกันตามภาพที่ 4 ตำแหน่งการจุด LPG burner เพื่อให้เกิดติดไฟ เพื่อดูการเคลื่อนที่ของไฟผ่านช่องประตูที่เปิดโล่งโดยติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple) type K วัดอุณหภูมิในจุดต่างๆ และทำการจุด LPG burner เพื่อให้เกิดไฟจำนวน 1 ตำแหน่งที่บริเวณกลางห้องในสุดด้วยการให้พิกัดความร้อนที่ 55 กิโลวัตต์, 110 กิโลวัตต์, 160 กิโลวัตต์ และใช้โปรแกรม SMARTFIRE มาช่วยในการหาพิกัดการค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ ความร้อนที่ลอยขึ้นไปในระดับล่างกับ อุณหภูมิระดับบน และความเร็วของการคายไอหรือ การเคลื่อนที่ของเวกเตอร์กลุ่มก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้และการเผาไหม้ของมวลสารที่ส่งผลให้เกิดการรวมตัวของออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์



**ภาพที่ 3** ตำแหน่งการจุด LPG burner เพื่อให้เกิดไฟ  
ที่มา: McLeans Island (2002)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหน่วยประมวลผลความเร็วสูง CPU 1.3 GHz Hard Disk ขนาด 80 GB หน่วยความจำ Ram ขนาด 1 GB
2. เครื่องพิมพ์ชนิดใช้แสงเลเซอร์
3. กล้องถ่ายรูปดิจิทัล
4. เครื่อง Scanner
5. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือน Fire Dynamics Simulator (FDS) version 4.05 และ Smokeview version 4.0
6. โปรแกรม Microsoft Office XP
7. โปรแกรม Microsoft Notepad (Version 5.1)
8. โปรแกรม Acrobat Reader version 7

### วิธีการ

1. เก็บรวบรวมข้อมูล/ศึกษาข้อมูลอ้างอิง ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

วิธีการศึกษาได้แก่ การรวบรวมข้อมูลด้านความปลอดภัยทางเคมีภัณฑ์ของก๊าซหุงต้ม และ ใช้ข้อมูลอ้างอิงตามประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ว่าด้วยการบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในงานวิทยานิพนธ์

2. ศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมของร้านอาหารที่มีการใช้ก๊าซหุงต้มที่สอดคล้องกับการออกแบบ
3. เลือกทดสอบแบบจำลอง โดยใช้โปรแกรมสร้างภาพเสมือน FDS & Smokeview
4. ศึกษาลักษณะของวัสดุตามฐานข้อมูลที่สถาบัน NIST ได้กำหนดเอาไว้
5. กำหนดขนาดของห้องและตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในร้านอาหารด้วยโปรแกรม Microsoft Notepad
6. จำลองเหตุการณ์กรณีเกิดเพลิงไหม้ก๊าซหุงต้มที่บริเวณหัวเตาที่ 1 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการ Run โปรแกรม FDS เพื่อคำนวณและจำลองเหตุการณ์จากโปรแกรม Smokeview จากนั้นนำไปออกแบบสร้างร้านอาหารจากปัญหาที่กำหนด และกำหนดพื้นที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงของการเกิดเพลิงไหม้จากโปรแกรม FDS
7. ออกแบบสร้างร้านอาหารจากปัญหาที่กำหนด และกำหนดพื้นที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงของการเกิดเพลิงไหม้จากโปรแกรม FDS
8. วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ
9. สรุปผล วิเคราะห์ผล ข้อเสนอแนะและจัดทำวิทยานิพนธ์



## ผลและวิจารณ์

### ผลการดำเนินการ

สำหรับผลของการศึกษาในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ผลการศึกษาลักษณะของร้านอาหารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ผลของการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ภายในร้านอาหาร โดยใช้โปรแกรม FDS และการใช้โปรแกรม FDS สร้างภาพจำลองการออกแบบติดตั้งและทำงานของระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย

#### 1. ศึกษาลักษณะของร้านอาหารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของร้านอาหารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มีขนาดพื้นที่ของร้าน 44 ตารางเมตร มีความกว้าง 5.5 เมตร ยาว 8.0 เมตร สูง 2.5 เมตร ภายในร้านสามารถรองรับจำนวนผู้มาใช้บริการได้ประมาณ 80 คน โดยมีการจัดแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่

ส่วนที่ 1 ด้านหลังร้าน ประกอบด้วย ห้องครัว ซึ่งเป็นจุดที่มีเตาแก๊สสำหรับประกอบอาหารจำนวน 3 เตา ดังที่แสดงในภาพที่ 4 โดยมีการเดินแนวท่อก๊าซหุงต้มเข้ามาภายในร้านจากสถานี ก๊าซหุงต้ม (Gas Station) ภายนอกอาคาร โดยมีปริมาณถึงก๊าซขนาด 48 กิโลกรัม ที่ใช้งานประมาณ 10 ถึง และถึงสารรองจำนวน 20 ถึง สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร ดังที่แสดงในภาพที่ 5 ห้องเก็บของ สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบต่างๆ โดยมีการจัดเก็บวัสดุที่มีลักษณะเป็นเชื้อเพลิงร่วมด้วยได้แก่ ก่อกระดาบ, น้ำมัน ฯลฯ ดังที่แสดงในภาพที่ 6 ห้องสำนักงาน สำหรับจัดทำเอกสารและเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ของร้าน



ภาพที่ 4 เตาแก๊สในห้องครัวด้านหลังร้าน





ภาพที่ 5 บริเวณสถานีก๊าซย่อย



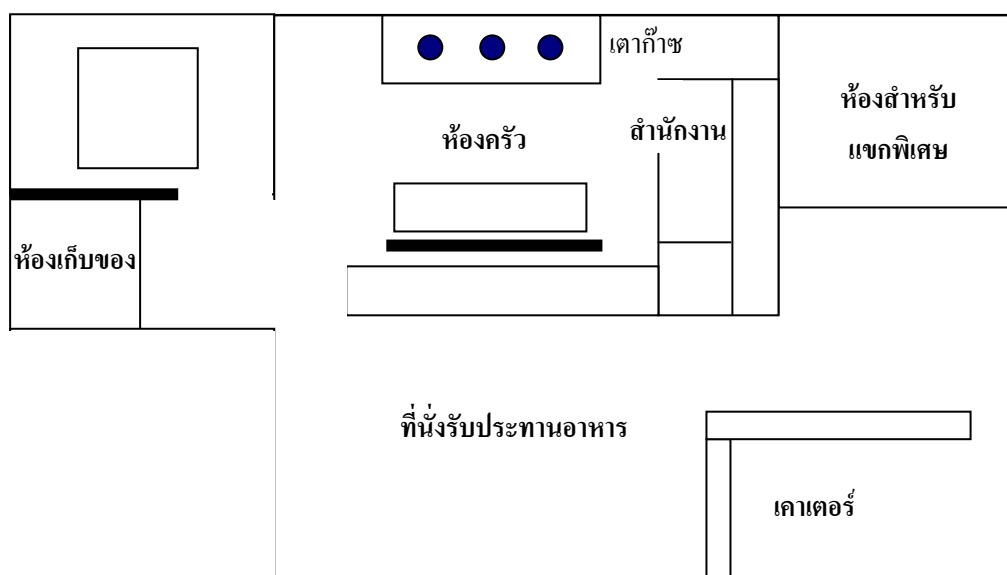
ภาพที่ 6 การจัดเก็บวัตถุดิบในห้องเก็บของภายในร้าน

ส่วนที่ 2 ด้านหน้าร้าน จัดเป็นพื้นที่สำหรับจำหน่ายอาหารและที่นั่งรับประทานอาหาร  
ตามที่แสดงในภาพที่ 7



**ภาพที่ 7** สภาพพื้นที่บริเวณหน้าร้าน

โดยในพื้นที่ทั้ง 2 ส่วนเป็นพื้นที่ที่ต่อเนื่องถึงกันทั้งหมดตามแผนผังของร้านที่แสดงในภาพที่ 8 ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ย่อมทำให้มีการลุกลามของไฟเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็ว รวมถึงในกรณีที่มีก๊าซรั่วอาจทำให้ก๊าซมีการกระจายตัวไปสะสมอยู่ตามจุดต่างๆ ได้ในทันที อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไปภายในร้านอาหารประมาณ 25 องศาเซลเซียส



**ภาพที่ 8** แผนผังของร้าน

## 2. ผลของการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้โดยใช้โปรแกรม FDS

การเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากก๊าซหุงต้มภายในร้านอาหารที่มีการเดินระบบท่อส่งจ่ายก๊าซเข้ามาใช้งานอาจเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ทั้งที่เกิดจากอุปกรณ์ในระบบการจ่ายก๊าซชำรุด เนื่องจากมีอายุการใช้งานนานเกิดจากเหตุฉุกเฉินทำให้บริเวณข้อต่อของท่อแก๊สหลุด จึงทำให้ก๊าซรั่วออกมาเป็นจำนวนมากและลุกติดไฟขึ้น การจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้โดยใช้โปรแกรม FDS ศึกษาลักษณะอันตรายที่เกิดขึ้นจึงได้จำลองต้นเพลิงจากการรั่วของก๊าซหุงต้มอยู่ที่บริเวณเตาแก๊สภายในห้องครัว โดยตั้งสมมติฐานจากการสำรวจจุดที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดในการเกิดอัคคีภัย เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีข้อต่อและจุดที่มีการเปิดให้ก๊าซไหลออกมา โดยกำหนดตำแหน่งของเตาแก๊สที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน 3 ช่อง แทนหัวของเตาแก๊ส สำหรับการกำหนดวัสดุของโครงสร้างอาคารและวัสดุต้นเพลิงนั้น ใช้ข้อมูลจาก Database File ภายในโปรแกรม FDS ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้ ได้แก่ คอนกรีต ยิปซัม กระจก แผ่นโลหะ วัสดุบุเฟอร์นิเจอร์ และ ส่วนวัสดุที่เป็นไม้จะกำหนดขึ้นเองโดยอ้างอิงจากตำราเอกสารต่างประเทศ (Quintiere, 1998) การกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ในร้านอาหาร ดังแสดงตามตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** แสดงชนิดของวัสดุที่ใช้ในการจำลองการเกิดเพลิงไหม้ตามฐานข้อมูลของ FDS

| ลำดับที่ | ฐานข้อมูลจาก FDS                   | ชนิดของวัสดุที่ใช้               |
|----------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1        | วัสดุประเภทไม้ (WOOD)              | โต๊ะและเก้าอี้                   |
| 2        | วัสดุประเภทคอนกรีต (CONCRETE)      | กำแพงและเสา                      |
| 3        | วัสดุประเภทยิปซัม (GYPSUM BOARD)   | ฝ้าเพดาน                         |
| 4        | วัสดุประเภทแผ่นเหล็ก (SHEET METAL) | ตู้เก็บเอกสาร ชั้นวางของและเตาอบ |
| 5        | กระจกหรือแก้ว (GLASS)              | ผนังบริเวณด้านหน้าของร้าน        |

โดยผลของการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากก๊าซหุงต้มภายในร้านอาหารมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 แสดงแบบจำลองร้านอาหาร ที่ได้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม FDS ก่อนที่จะเกิดเพลิงลุกไหม้ โดยมีเตาแก๊สจำนวน 3 หัว อยู่ที่บ้านบริเวณห้องครัวของร้านอาหาร แสดงผลดังภาพที่ 9

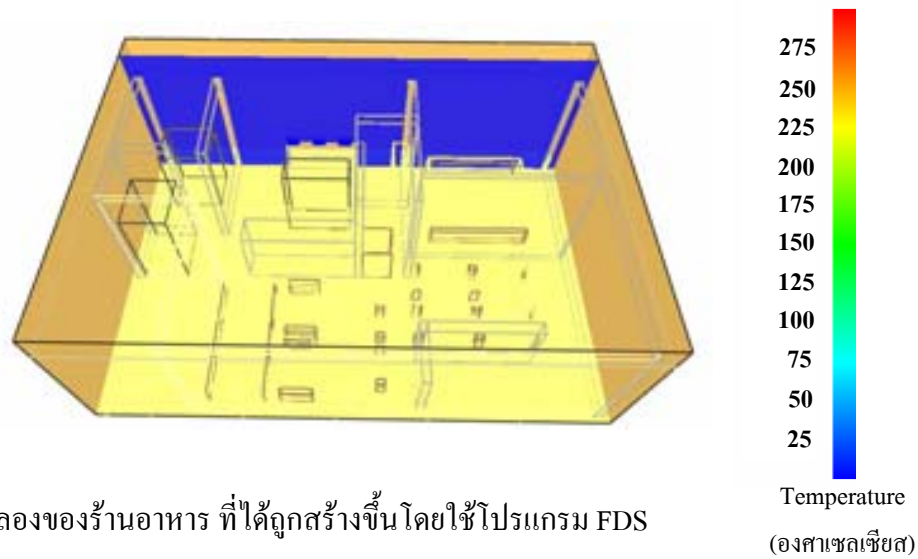
2.2 การเกิดเพลิงไหม้และควัน เมื่อเวลาผ่านไป 60 วินาที นับตั้งแต่เริ่มจำลองเหตุเพลิงไหม้ แสดงการจำลองการเคลื่อนที่ของเปลวไฟและควันในช่วงแรกของการเกิดเพลิงลุกไหม้ ณ เวลา 60 วินาที ได้ผลดังภาพที่ 10 แสดงให้เห็นเพลิงไหม้มีการลุกไหม้อยู่ในวงจำกัดไม่ลุกลามเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยยังมีการขยายตัวของเพลิงอยู่ในวงจำกัด และมีกลุ่มควันจางๆ ที่ลอยตัวขึ้นและกระจายตัวอยู่เฉพาะภายในห้องครัว (ดูภาพที่ 10 ประกอบ)

2.3 การเกิดเพลิงไหม้และควัน เมื่อเวลาผ่านไป 180 วินาที นับตั้งแต่เริ่มจำลองเหตุเพลิงไหม้ ได้ผลดังภาพที่ 11 แสดงการจำลองการเคลื่อนที่ของเพลิงไหม้และควันที่ ณ เวลา 180 วินาที จากภาพแสดงให้เห็นเพลิงไหม้มีการขยายออกทางด้านข้างมากขึ้นแต่ยังไม่มีการกระจายตัวออกไปมากนัก แต่กลุ่มควันเริ่มมีการเคลื่อนตัวไปที่บริเวณหน้าร้านมีลักษณะหนาขึ้น (ดูภาพที่ 11 ประกอบ)

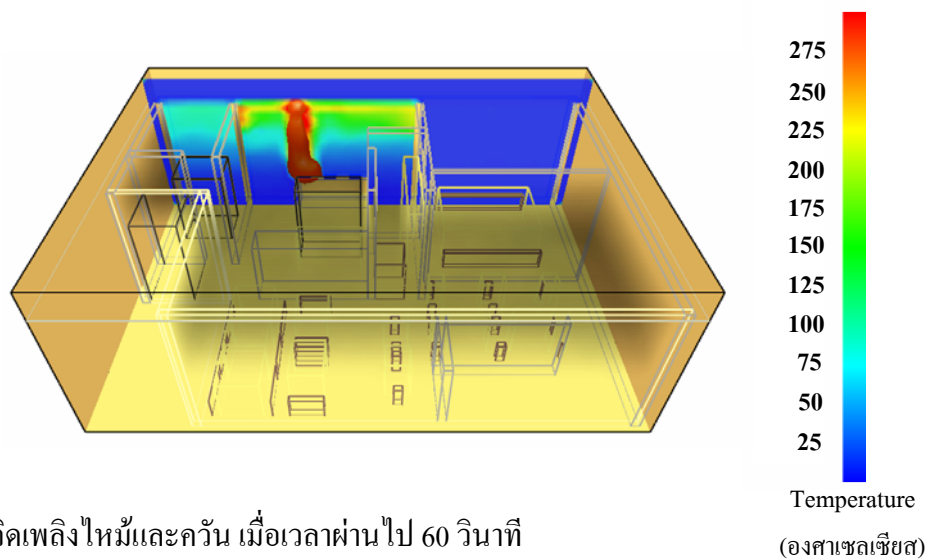
2.4 การเกิดเพลิงไหม้และควัน ณ ที่เวลา 300 วินาที ได้ผลดังภาพที่ 12 จากภาพแสดงให้เห็นเพลิงไหม้มีการลุกลามออกไปทั่วบริเวณของร้านด้วยความรวดเร็ว และกลุ่มควันมีลักษณะหนาทึบ โดยในส่วนของพื้นที่ที่ปิดล้อมไว้ด้วยผนังจะยังไม่ทำให้เพลิงและควันเข้าไปในพื้นที่ (ดูภาพที่ 12 ประกอบ)

2.5 การเกิดเพลิงไหม้และควัน ณ ที่เวลา 480 วินาที ได้ผลดังภาพที่ 13 แสดงการจำลองการเคลื่อนที่ของเพลิงไหม้และควันที่ ณ เวลา 480 วินาที จากภาพแสดงให้เห็นเพลิงไหม้มีการเติบโตของเพลิงมีการลุกลามอยู่เฉพาะในส่วนของห้องครัว แต่เกิดควันค่อนข้างหนาทึบมากขึ้นเนื่องจากไม่มีที่ระบายออก (ดูภาพที่ 13 ประกอบ)

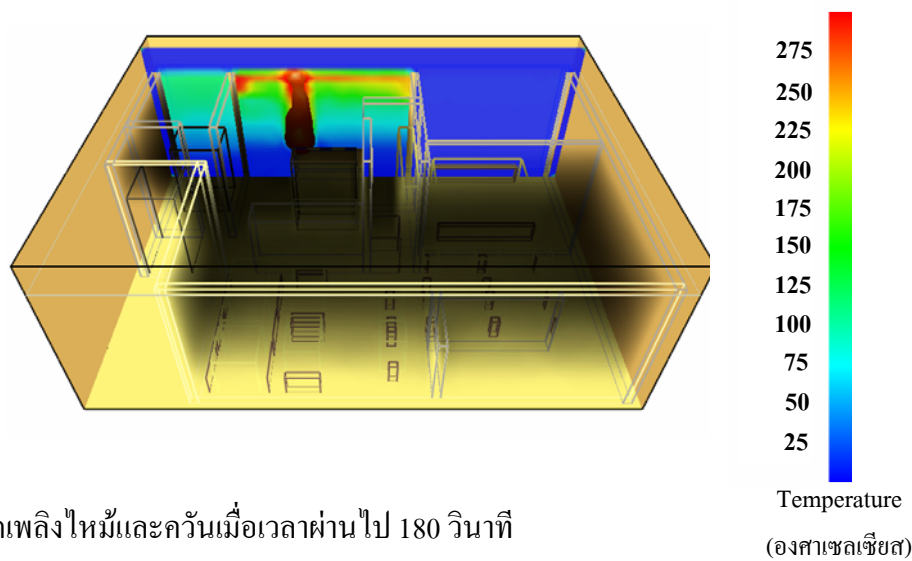
2.6 อุณหภูมิบริเวณเพดานในขณะการเกิดเพลิงไหม้ ณ เวลา 480 วินาที โดยบริเวณเพดานมีอุณหภูมิประมาณ 115 - 150 องศาเซลเซียส (ดูภาพที่ 14 ประกอบ)



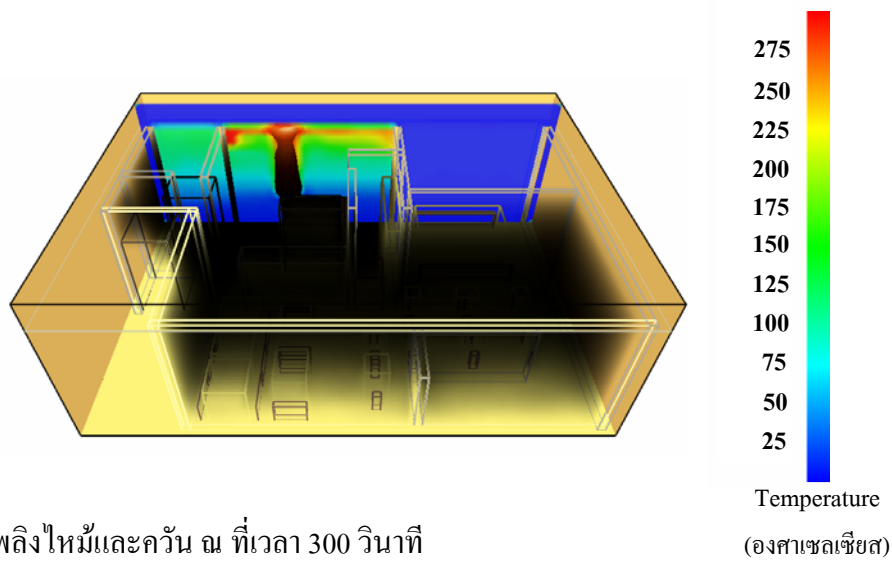
**ภาพที่ 9** แบบจำลองของร้านอาหาร ที่ได้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม FDS



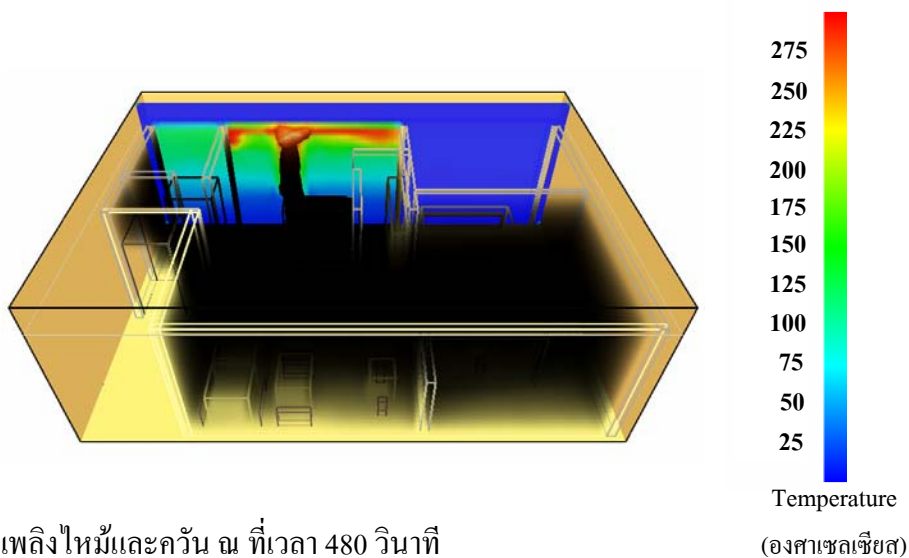
**ภาพที่ 10** การเกิดเพลิงไหม้และควัน เมื่อเวลาผ่านไป 60 วินาที



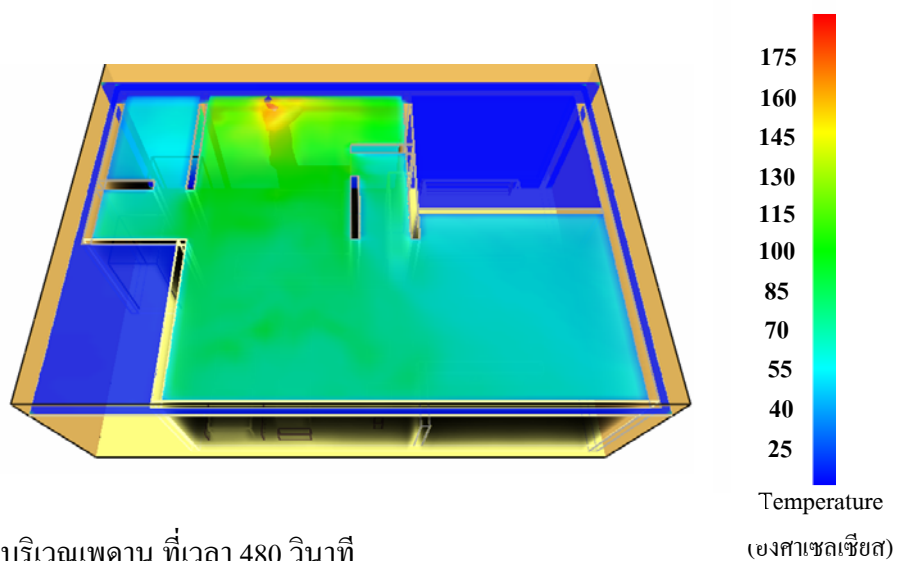
**ภาพที่ 11** การเกิดเพลิงไหม้และควันเมื่อเวลาผ่านไป 180 วินาที



ภาพที่ 12 การเกิดเพลิงไหม้และควัน ณ ที่เวลา 300 วินาที



ภาพที่ 13 การเกิดเพลิงไหม้และควัน ณ ที่เวลา 480 วินาที



ภาพที่ 14 อุณหภูมิบริเวณเพดาน ที่เวลา 480 วินาที

### 3. การใช้โปรแกรม FDS สร้างภาพจำลองการออกแบบติดตั้งและทำงานของระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย

3.1 ผลการออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง และการใช้โปรแกรมพลศาสตร์  
อัคคีภัยสร้างภาพจำลองเสมือนจริงของการติดตั้งและทำงานของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ในการการออกแบบการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงภายในร้านอาหาร เลือกเป็นชนิดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจากฐานข้อมูลในโปรแกรม FDS โดยเราเลือกหัวกระจายน้ำดับเพลิงเป็นแบบ K11 เนื่องจากเป็นชนิดหัวกระจายน้ำธรรมดาที่ใช้กันโดยทั่วไป โดยมีวิธีการคำนวณหาตำแหน่งการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงตามขั้นตอนดังนี้

1. หาพื้นที่ของห้องที่จะติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงซึ่งขนาดของห้องจะเท่ากับ 44 ตารางเมตร
2. ตรวจสอบลักษณะของพื้นที่ว่าจัดอยู่ในพื้นที่อันตรายประเภทใด โดยตรวจสอบจากมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย พบว่าจัดเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยปานกลาง
3. หาพื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงแต่ละหัว ตามตารางที่ 6 จะได้ว่าพื้นที่ป้องกันสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิง 1 หัว ซึ่งใช้กับพื้นที่อันตรายปานกลาง และไม่มีสิ่งกีดขวางจากโครงสร้างจะเท่ากับ 12.1 ตารางเมตร

**ตารางที่ 6** พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง

| โครงสร้างที่ขีดขวาง          | พื้นที่ครอบครอง |                |              |
|------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
|                              | อันตรายน้อย     | อันตรายปานกลาง | อันตรายมาก   |
|                              | ตารางเมตร       | ตารางเมตร      | ตารางเมตร    |
|                              | (ตารางฟุต)      | (ตารางฟุต)     | (ตารางฟุต)   |
| ไม่มีสิ่งกีดขวางจากโครงสร้าง | 20.9<br>(225)   | 12.1<br>(130)  | 9.3<br>(100) |
| โครงสร้างที่กีดขวางไม่ติดไฟ  | 18.6<br>(200)   | 12.1<br>(130)  | 9.3<br>(100) |
| โครงสร้างที่กีดขวางติดไฟ     | 15.6<br>(168)   | 12.1<br>(130)  | 9.3<br>(100) |

ที่มา: มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย (2545)

#### 4. คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ต้องใช้ในอาคาร จากสูตร

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง} &= \frac{\text{พื้นที่ห้องทั้งหมด/พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง}}{12.1} \\
 &= 44 / 12.1 \\
 &= 3.63 \\
 &= 4 \text{ หัว}
 \end{aligned}$$

5. หาระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยเดียวกัน และระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยแต่ละท่อ ตามตารางที่ 7 มีค่าเท่ากับ 4.6 และ 4.6 เมตร ตามลำดับ โดยมีข้อกำหนดเพิ่มเติมว่าระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจากผนังจะต้องมีระยะห่างครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงแต่ละหัว และห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร



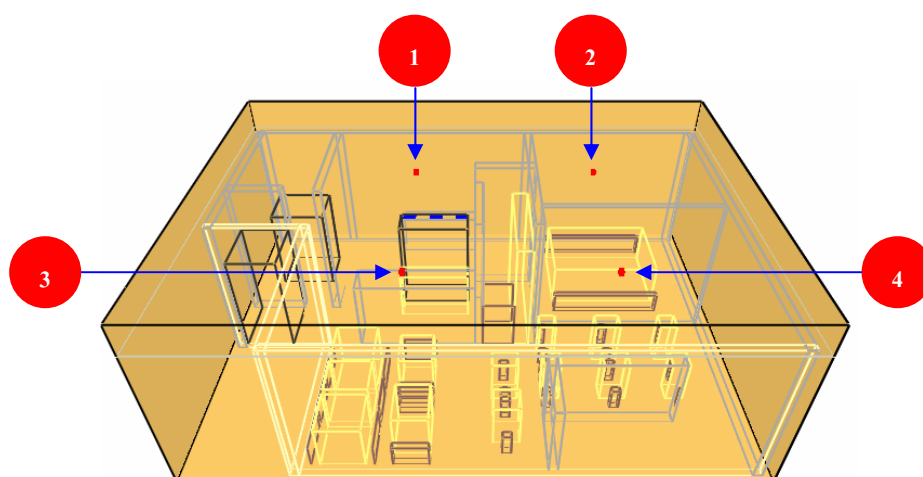
**ตารางที่ 7** ระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

| ประเภทของพื้นที่ที่ครอบครอง | ระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยเดียวกัน | ระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยแต่ละท่อ |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                             | เมตร (ฟุต)                                             | เมตร (ฟุต)                                             |
| อันตรายน้อย                 | 4.6 (15)                                               | 4.6 (15)                                               |
| อันตรายปานกลาง              | 4.6 (15)                                               | 4.6 (15)                                               |
| อันตรายมาก                  | 3.7 (12)                                               | 3.7 (12)                                               |

หมายเหตุ ระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจากผนังจะต้องมีระยะห่างครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงแต่ละหัว และห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

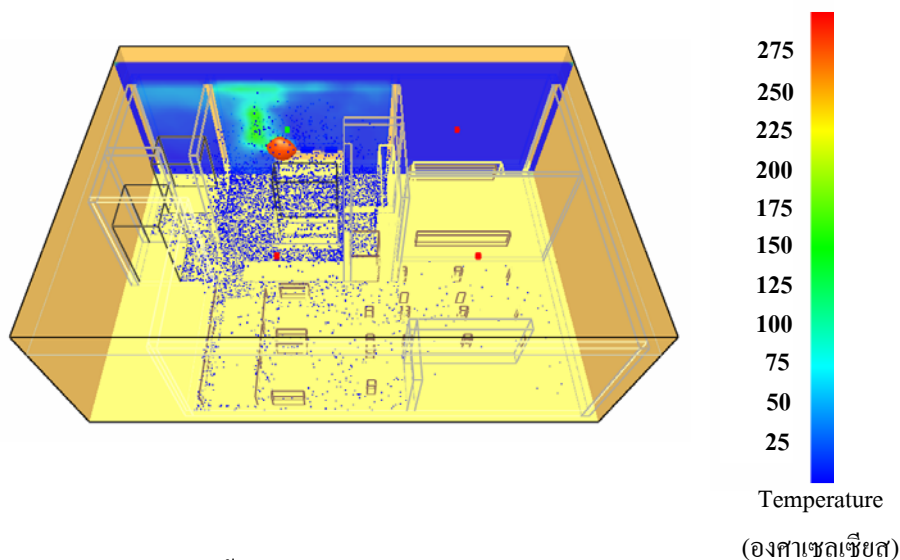
ที่มา: มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย (2545)

จากข้อมูลและข้อกำหนดข้างต้น เมื่อทดสอบออกแบบติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแล้ว จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่คำนวณได้ 4 หัวไป จึงสามารถติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงได้ครอบคลุมและเป็นไปตามข้อกำหนด นำข้อมูลไปสร้างตำแหน่งการวางหัวกระจายน้ำดับเพลิงในโปรแกรม FDS แสดงตามภาพที่ 15



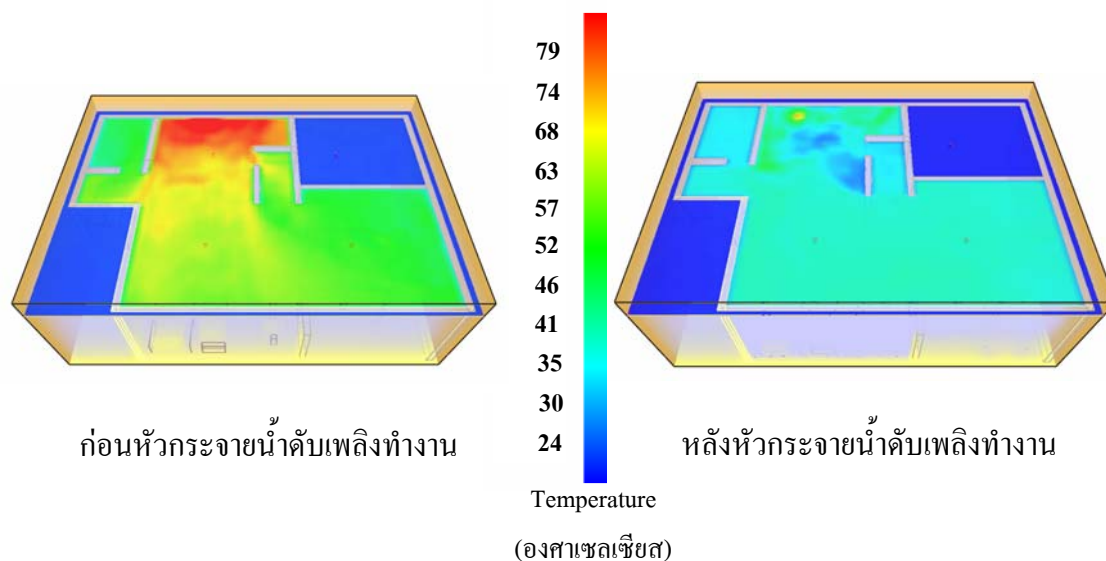
**ภาพที่ 15** ตำแหน่งการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงจากโปรแกรม FDS

ลักษณะหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ได้รับการ โปรแกรม FDS จะมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม สีแดงและจะทำงานเมื่ออุณหภูมิที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงสูงถึง 74 องศาเซลเซียส การทำงานคือ กล่องจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว จากภาพที่ 16 แสดงการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงมี ลักษณะเป็นอนุภาคสีน้ำเงินออกมาจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงในจุดที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่เกิดเหตุ ที่สุด



**ภาพที่ 16** การทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

จากการทดสอบการสร้างแบบจำลองการเกิดอัคคีภัยด้วยโปรแกรม FDS โดยติดตั้งหัว กระจายน้ำดับเพลิงตามที่ออกแบบไว้ และทำการทดสอบเป็นเวลา 6 นาที เพื่อดูภายในห้องครัวมี อุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อเวลาประมาณ 5 นาที พบว่าหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะทำงานจำนวน 1 หัว และอุณหภูมิบริเวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะลดลง เมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิบนเพดานจะสังเกตได้ ว่า เมื่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงทำงาน อุณหภูมิบริเวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะลดลงแสดงตามภาพ ที่ 17

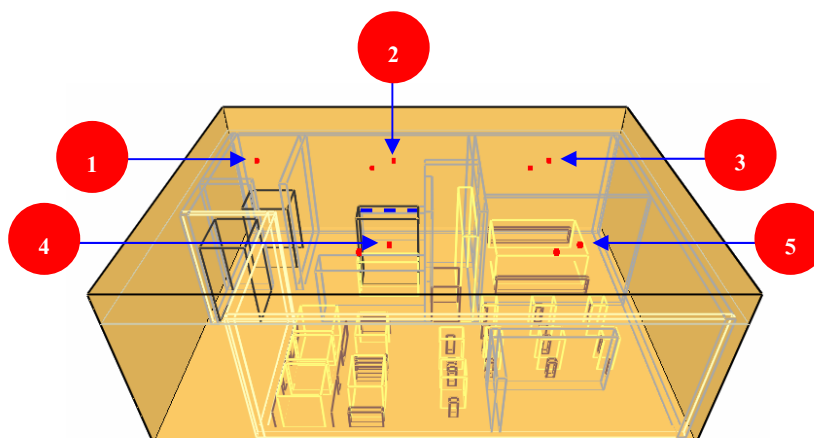


**ภาพที่ 17** อุณหภูมิบริเวณเพดานก่อนและหลังหัวกระจายน้ำดับเพลิงทำงาน

3.2 ผลการออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และ การใช้โปรแกรมพลศาสตร์อวกาศ  
สร้างภาพจำลองเสมือนจริงของการติดตั้งและทำงานของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

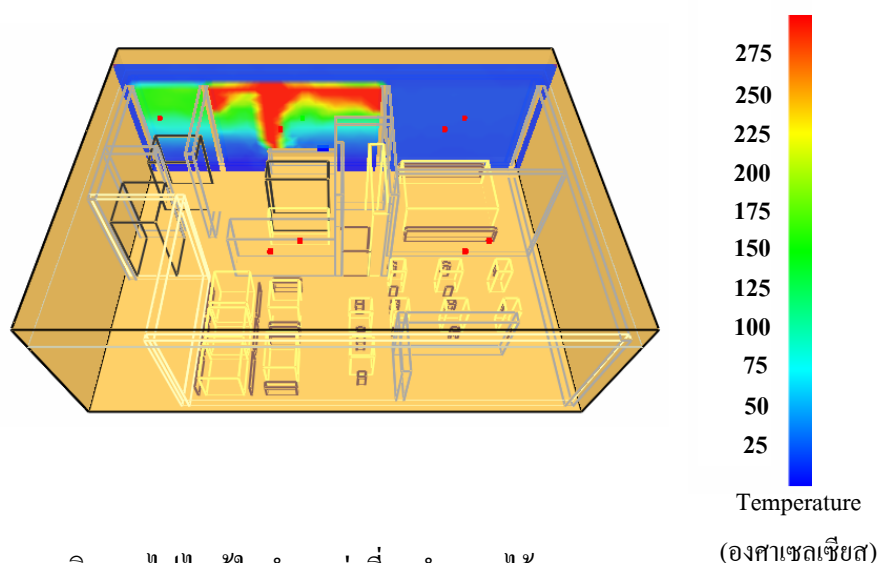
การออกแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยเราใช้อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นชนิด  
อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน กำหนดให้อุณหภูมิทำงานที่ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งการคำนวณระยะห่าง  
ของการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะอ้างอิงตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่ง  
ประเทศไทย กำหนดให้ระยะห่างของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแต่ละหัวห่างกันไม่เกิน 7.20 เมตร  
และห่างจากผนังกำแพงไม่เกิน 3.6 เมตร และต้องไม่น้อยกว่า 300 เซนติเมตร

เมื่อสามารถหาตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้ตามมาตรฐานแล้ว จะนำ  
ข้อมูลดังกล่าวมากำหนดการจัดวางอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่โปรแกรม FDS ตามแบบจำลอง  
เสมือนจริงภายในร้านอาหารติดตั้งให้จะมีลักษณะดังภาพที่ 18



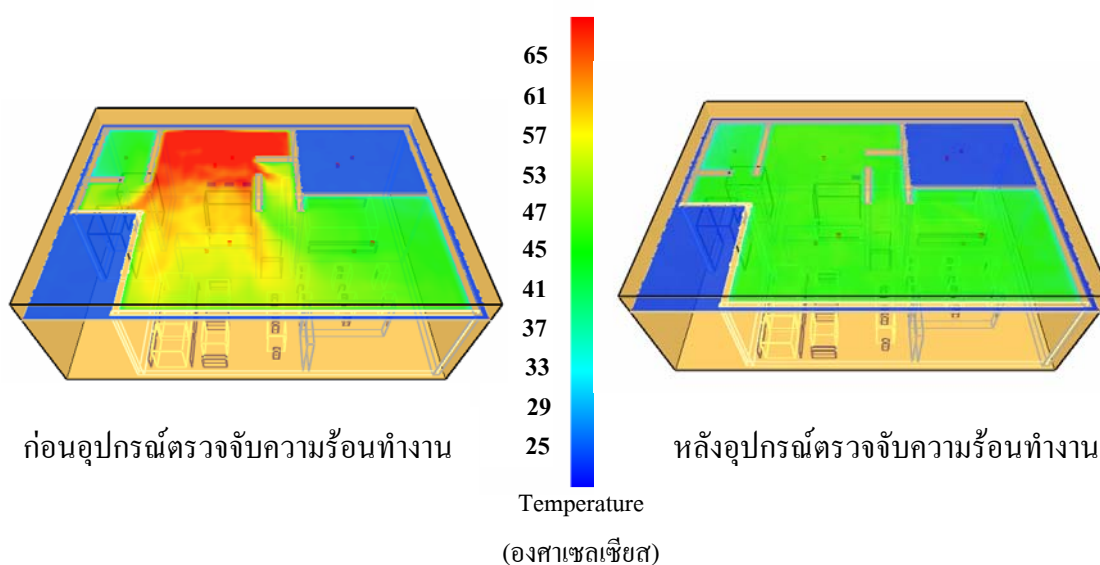
**ภาพที่ 18** ตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจากโปรแกรม FDS

เมื่อทำการจำลองการเกิดไฟไหม้ในตำแหน่งที่เรากำหนดไว้ ไฟจะพัฒนาตัวตามเวลา ความร้อนจะแพร่กระจายไปตามกลุ่มควัน เมื่อความร้อนยังไม่ถึงค่าอุณหภูมิการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวอุปกรณ์จะเป็นสีแดง และเมื่ออุณหภูมิบนเพดานรอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 60 องศาเซลเซียส อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะทำงานโดยเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีเขียว เวลาที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตัวที่หนึ่งทำงานคือที่เวลา 82.4 วินาที โดยเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงานจะส่งสัญญาณไปยังผู้ควบคุม โดยแจ้งเป็นเสียงหรือสัญญาณแสงให้ผู้ที่อยู่ให้อาคารทราบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้ และส่งสัญญาณไปสั่งอุปกรณ์ตัดระบบการส่งจ่ายก๊าซโดยใช้ Solenoid valve ที่บริเวณหัวเตาแก๊ส โดยจะสังเกตได้ว่าตำแหน่งของหัวเตาที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมสีน้ำเงินได้หายไป ทำให้เพลิงที่ไหม้อยู่ค่อยๆ ดับลง แสดงตามภาพที่ 19



**ภาพที่ 19** การจำลองการเกิดเหตุไฟไหม้ในตำแหน่งที่เรากำหนดไว้

จากการทดสอบการสร้างแบบจำลองการเกิดอัคคีภัยด้วยโปรแกรม FDS โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนตามที่ออกแบบไว้ และทำการทดสอบเป็นเวลา 6 นาที แสดงภาพในช่วงเวลาที่เพดานภายในห้องครัวมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อเวลาประมาณ 82.4 วินาที พบว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่อยู่ใกล้กับจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้ จะทำงานจำนวน 1 หัว และเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิบนเพดานจะสังเกตได้ว่า เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงาน อุณหภูมิบริเวณเพดานจะลดลง แสดงตามภาพที่ 20



**ภาพที่ 20** อุณหภูมิบริเวณเพดานก่อนและหลังอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงาน

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ภาพที่ได้จากการจำลองเหตุการณ์การเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากก๊าซหุงต้มตั้งแต่เกิดเพลิงไหม้ภายในห้องครัว ของร้านอาหาร โดยใช้โปรแกรม FDS ใช้เวลาในการจำลอง 8 นาที จะเห็นว่าเพลิงมีการลุกลามอย่างต่อเนื่อง แต่ยังจำกัดอยู่เฉพาะในส่วนของห้องครัวไม่ลุกลามออกมาภายนอกร้าน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 275 องศาเซลเซียส ส่วนในบริเวณพื้นที่ปิด ซึ่งเป็นห้องสำหรับแขกพิเศษ มีการแยกส่วนจากบริเวณของห้องครัวและที่นั่งรับประทานอาหารทั่วไป ทำให้การกระจายตัวของไฟและควันเข้าไปไม่ถึง

การออกแบบติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงในพื้นที่ร้านอาหาร โดยใช้โปรแกรม FDS ในการจำลองเป็นเวลา 6 นาทีนั้น จากการคำนวณแสดงว่าจะต้องใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงทั้งสิ้น 4 หัว โดยระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อยู่ใกล้กับจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้ 1 หัว ทำงานที่เวลา 5 นาที และสามารถควบคุมเพลิงไม่ให้มีการลุกลามได้ โดยทำให้อุณหภูมิในบริเวณดังกล่าวลดลงจาก 79 องศาเซลเซียส เหลือ ประมาณ 29-40 องศาเซลเซียส

การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนในพื้นที่ร้านอาหาร โดยใช้โปรแกรม FDS ในการจำลองเป็นเวลา 6 นาทีนั้น จากการคำนวณพบว่าจะต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทั้งสิ้น 5 หัว โดย อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่อยู่ใกล้กับจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้ 1 หัว ทำงานที่เวลา 82.4 วินาที เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงานนอกจากการส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้คนในอาคารรับทราบเหตุแล้ว ยังสามารถใช้โปรแกรม FDS ในการสร้างการออกแบบติดตั้งระบบตัดการจ่ายก๊าซไปยังวาล์วฉุกเฉินแบบอัตโนมัติได้หลังจากที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้รับอุณหภูมิจนถึงระดับที่ทำงานเพื่อเป็นการตัดแหล่งของเชื้อเพลิง (ก๊าซหุงต้ม) ได้ โดยใช้ Solenoid valve เป็นตัวตัดระบบการส่งจ่ายก๊าซทำให้เพลิงที่ลุกลามอยู่ดับลงเนื่องจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ถูกตัดออกไป

ในพื้นที่ของร้านค้าที่มีการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนไว้ในพื้นที่เดียวกัน เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นจะพบว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะทำงานก่อนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่เวลา 82.4 วินาที ในขณะที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะทำงานที่เวลา 5 นาที โดยเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำงานจะส่งสัญญาณสั่งระบบการส่งจ่ายก๊าซ ทำให้การดับเพลิงเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในส่วนของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง นั้นจะเป็นการควบคุมเพลิงไม่ให้ขยายวงกว้างออกไปทำให้การดับเพลิงมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาวิจัย จะเห็นว่าโปรแกรม FDS มีประโยชน์อย่างมากในการนำมาวิเคราะห์การเกิดอัคคีภัย การศึกษาพฤติกรรมของไฟ การออกแบบโครงสร้างต่างๆ ของร้านอาหาร เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากอัคคีภัยโดยสามารถแสดงผลให้เห็นแบบภาพ 3 มิติ ผลจากการศึกษาพฤติกรรมของการเกิดเพลิงไหม้นั้น จะเห็นว่าเปลวไฟจากก๊าซหุงต้มจะให้ความร้อนสูง ดังนั้นหากมีแหล่งของเชื้อเพลิงภายในร้านอาหารจำนวนมากจะทำให้มีการกระจายตัวของเพลิงไปอย่างรวดเร็ว และสามารถเคลื่อนที่ไปยังส่วนที่ต่อเชื่อมถึงกันภายในร้านได้ รวมถึงควันไฟซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นพิษอยู่หลายชนิด ดังนั้นจึงควรพิจารณาเรื่องการจัดทำพื้นที่ปิดล้อมเพื่อแบ่งพื้นที่ป้องกันในส่วนที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยสูง ได้แก่ บริเวณห้องครัว แยกส่วนจากบริเวณที่นั่งรับประทานอาหารของลูกค้า รวมถึงควรจัดทำห้องปิดล้อมสำหรับการจัดเก็บวัตถุดิบ, สินค้าหรือวัสดุต่างๆ ภายในร้านที่อาจเป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น ถังแก๊ส ถังน้ำมัน เป็นต้น เพื่อป้องกันหากเกิดอัคคีภัยในห้องนั้นเอง และเพื่อป้องกันการลุกลามเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น

2. รูปแบบการป้องกันและระงับการเกิดเพลิงไหม้ที่ได้นำมาออกแบบ ได้แก่ การออกแบบติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน จากการคำนวณจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่เหมาะสม ในพื้นที่ขนาด 44 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงจำนวน 4 หัว โดยจะทำงานเมื่อค่าความร้อนสูงถึงอุณหภูมิทำงานของระบบ คือที่ 74 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาเวลาการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงพบว่าจะเริ่มทำงาน โดยใช้เวลา 5 นาที และจากการเปรียบเทียบพื้นที่ที่มีการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงและไม่มีการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงทำให้ทราบว่าเมื่อมีระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะสามารถควบคุมความร้อนและการแพร่กระจายของความร้อนให้อยู่ในวงจำกัดได้ และจากการคำนวณจำนวนอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่เหมาะสม ตามขนาดและลักษณะของพื้นที่ในการทำงานต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจำนวน 5 หัว การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะทำงานเมื่อค่าความร้อนสูงถึงอุณหภูมิทำงานของระบบ คือที่ 60 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาเวลาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้พบว่าจะเริ่มทำงาน โดยใช้เวลา 82.4 วินาที และเมื่อเปรียบเทียบการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน พบว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะเริ่มทำงานก่อนระบบหัว

กระจายน้ำดับเพลิงและสามารถตัดระบบการส่งจ่ายแก๊สทำให้เพลิงที่ลุกไหม้อยู่ดับลงอย่างรวดเร็ว จึงนับว่าเป็นการระงับอัคคีภัยที่มีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะ

ร้านอาหารที่ใช้ก๊าซหุงต้ม ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ มีแนวทางการจัดมาตรการด้านความปลอดภัยในการดำเนินการในเชิงรับ และเชิงรุก ดังนี้

#### 1. การดำเนินการในเชิงรับ (Passive) แบ่งออกเป็น

1.1 การแบ่งส่วนด้านอัคคีภัย โดยจัดทำผนังและเพดานกันไฟ เพื่อป้องกันไฟจากห้องหนึ่งแพร่กระจายออกไปห้องอื่นๆ ได้แก่ การจัดทำผนังกันไฟของร้านอาหารแต่ละร้าน แยกออกจากกัน ให้ชัดเจน เพื่อป้องกันการลามไฟ ในส่วนของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงภายในร้าน ได้แก่ ห้องครัว ควรจัดแบ่งพื้นที่ให้แยกออกจากจุดที่มีการจัดเก็บวัสดุเชื้อเพลิงต่างๆ และอยู่ในส่วนที่แยกออกจากพื้นที่ของที่นั่งสำหรับลูกค้าที่เข้ามารับประทานอาหาร

1.2 เส้นทางหลักในการอพยพหนีไฟ (Mean of Egress) ภายในร้านควรจัดให้มีช่องทางหนีไฟ 2 ช่องทาง บริเวณเส้นทางอพยพออกมาจากตัวร้าน ต้องไม่มีสิ่งของวางกีดขวาง โดยสามารถออกมาจากตัวร้านได้ในระยะเวลาที่รวดเร็ว

1.3 การอุดช่องทางผ่านของไฟ (Fire Seal) โดยการใช้วัสดุกันไฟลามอุดตามช่องที่สามารถจะส่งผ่านความร้อนออกมาได้ เช่น ตามช่อง Shaft ของระบบท่อน้ำ ไฟฟ้า ในแนวดิ่ง ของแต่ละชั้น

#### 2. การดำเนินการในเชิงรุก (Active) แบ่งออกเป็น

2.1 การตรวจตรา (Fire Monitoring) ได้แก่ การสำรวจความปลอดภัยภายในร้านค้าตามจุดเสี่ยงต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดเหตุเพลิงไหม้ได้ เช่น บริเวณที่มีการจัดเก็บวัสดุไวไฟ, จุดที่มีงานก่อสร้างต่อเติมและมิกานเชื่อมประภายไฟ รวมถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบจ่ายก๊าซตามมาตรฐานกำหนด และอุปกรณ์ในระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยที่ติดตั้งภายในร้านตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ



2.2 การป้องกันอัคคีภัย (Fire Protection) ได้แก่ การติดตั้งระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย เช่น อุปกรณ์ตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ เช่น Smoke Detector, Heat Detector ระบบดับเพลิง Sprinkle และอุปกรณ์ตรวจจับก๊าซรั่ว

2.3 การควบคุมควันไฟ (Smoke Control) ได้แก่ จัดให้มีระบบระบายควันออกจากร้านค้าได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้น โดยจากการจำลองสถานการณ์จะเห็นได้ว่าปริมาณควันที่เกิดขึ้นค่อนข้างมาก อาจทำให้เกิดการสำลักควันหรือทำให้การอพยพเข้าถึงได้ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ของการเสียชีวิตขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้ คือการสำลักควันไฟ รวมทั้งการระบายควัน รวมทั้งเป็นการช่วยทำให้ทีมระงับเหตุสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้นอีกด้วย

### ปัญหาและอุปสรรคของการทำงาน

1. ก๊าซหุงต้มเป็นก๊าซที่มีส่วนประกอบของก๊าซโพรเพน และบิวเทน ในอัตราส่วนประมาณ 70:30 แต่เนื่องจากในฐานข้อมูลของโปรแกรม Fire Dynamics Simulator มีข้อมูลของก๊าซโพรเพน (PROPANE) เพียงชนิดเดียวจึงใช้ฐานข้อมูลของก๊าซโพรเพน ในการ Run โปรแกรมเท่านั้น
2. ในการใช้โปรแกรม Fire Dynamics Simulator ต้องใช้ทรัพยากรของเครื่องค่อนข้างสูง และเมื่อรันโปรแกรมแล้วเครื่องมีความร้อนสูงซึ่งเป็นสาเหตุให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสียหายได้

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซ กรมโยธาธิการ. 2539. ประกาศของคณะปฏิบัติ ฉบับที่ 28.

2514 ว่าด้วยการบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกชา ชีระโกเมน. 2545. ปัญหาในการจัดระบบการป้องกันอัคคีภัยสำหรับอาคาร, น. 1-53. ใน  
เกชา ชีระโกเมน และ โสภณ เหล่าสุวรรณ, บรรณาธิการ. **ประสบการณ์วิศวกรรมงาน  
ระบบ ระบบป้องกันอัคคีภัย**. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรม  
ราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

เกียรติคุณ เหลืองวัฒนา. 2540. รูปแบบการเกิด การลุกลาม และความเสียหายของอัคคีภัยใน  
กรุงเทพมหานครกรณีศึกษาเขตนานนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

คณะกรรมการร่างมาตรฐานความปลอดภัยด้านอัคคีภัย. 2002, 2543 – 2544. สมาคมวิศวกรรม  
สถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2545. **มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย แก้ไข  
ครั้งที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 1.**

คณะกรรมการร่างมาตรฐานความปลอดภัยด้านอัคคีภัย. 2002, 2543 – 2544. สมาคมวิศวกรรม  
สถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2545. **มาตรฐานก๊าซหุงต้ม แก้ไขครั้งที่ 1  
พิมพ์ครั้งที่ 1.**

อินคัสเตรียล เซฟตี้ แอปไพร์แอนด์. 2548. แก๊สดีเทคเตอร์. เซฟตี้ไลฟ์แมกกาซีน 52-54

บริษัท น้ำมันแคลเท็กซ์ (ไทย) จำกัด. 2548. คู่มือหลักสูตรอบรมพนักงานบรรจุก๊าซ  
ปิโตรเลียมเหลว.

บริษัท ยูนิคแก๊ส แอนด์ ปิโตรเคมีคัล จำกัด (มหาชน). 2540. คู่มือการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวอย่าง  
ถูกต้องปลอดภัย.

บริษัท เอสโซ่สแตนดาร์ด ประเทศไทย จำกัด. 2540. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว.

บริษัท ท็อปแก๊ส แอนด์ ปิโตรคอนเซอร์วิส จำกัด. 2547. ระบบแก๊สแบบถังและอุปกรณ์  
และการทำงาน.

พิชญะ จันทรานูวัฒน์. 2547. กฎหมายควบคุมอาคารแบบเชิงประสิทธิผล, น 18-19 ในเอกสาร  
ประกอบการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 วิศวกรรม  
สถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

พันธุ์พร นรพลลภ. 2546. เรื่องความปลอดภัยในการป้องกันและบรรเทาความเสียหายจากอัคคีภัย  
ของอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร.

ศูนย์ควบคุมอาคารแห่งประเทศไทย, 2546. คู่มือด้านเทคนิคสำหรับการออกแบบระบบป้องกัน  
อัคคีภัย.

Quintiere, J.G. 1998. **Principles of Fire Behavior.** Thomsom Learning, Inc., United States of  
America.

National Institute of Standards and Technology. 2004. **Fire Dynamics Simulator (FDS) and  
Smokeview.**

Petterson, N.M. 2002. **Assessing the Feasibility of Reducing the Grid Resolution in FDS  
Field Modeling.** M.E. thesis, Canterbury University.

Ladwig, T. H., 1991. **Industrial Fire Prevention and Protection.** Van Nostrand Reinhold,  
New York.

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

**แสดงรายละเอียดของคำสั่งเพื่อใช้รันโปรแกรม Fire Dynamics Simulator**

---

รายละเอียดของคำสั่ง

---

&GRID IBAR=64 JBAR=64 KBAR=24/ Grid

&PDIM XBAR0=-0.2000 YBAR0=-0.2000 ZBAR0=0.00 XBAR=8.20 YBAR=5.80  
ZBAR=2.50/ Grid

&HEAD CHID='test' TITLE='LPG'/

หมายถึง: กำหนด GRID ขนาดของห้องโดยบอกพิกัดเป็น X,Y,Z และการตั้งชื่อหัวเรื่อง

&TIME TWFIN=360.00/

หมายถึง: เวลาในการจำลองเหตุการณ์เกิดเหตุเพลิงไหม้

&MISC REACTION='PROPANE' TMPA=25.00 NFRAMES=3600  
POROUS\_FLOOR=.FALSE./

หมายถึง: การกำหนดวัสดุของห้องต้นเพลิงที่สมมุติขึ้น และกำหนดชั้นอุณหภูมิภายใน GRID

&REAC ID='PROPANE' SOOT\_YIELD=0.0100 NU\_H2O=4.00 NU\_CO2=3.00  
MW\_FUEL=44.00 NU\_O2=5.00/  
&SPEC ID='PROPANE' MASS\_FRACTION\_0=0.1000 MW=44.00/

หมายถึง: การสั่งให้เกิดเพลิงไหม้ที่มีคุณสมบัติเหมือนก๊าซโพรเพน

&SURF ID='BURNER' RGB=0.50, 0.50, 0.50 E\_COEFFICIENT=0.00  
HEAT\_OF\_COMBUSTION=4.725000E004 FUEL\_FRACTION=3.00 HRRPUA=3.000000E003  
POROSITY=0.00/

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวให้ติดไฟ และกำหนด อัตราการปลดปล่อยพลังงาน ( heat release rates)

&SURF ID='WOOD' RGB=1.00, 1.00, 0.50 HEAT\_OF\_COMBUSTION=1.300000E004  
TMPIGN=335.00 HEAT\_OF\_VAPORIZATION=5.000000E003 C\_P=2.85 DENSITY=640.00  
KS=0.1400/

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวของวัสดุให้เป็นไม้และกำหนดความสูง อุณหภูมิ สีของวัตถุที่ติดไฟ

---

ความหนาแน่นของไม้ และ ความร้อนในการกลายเป็นไอ

---

```
&SURF ID='CONCRETE' RGB=0.66, 0.66, 0.66 KS=1.00 DELTA=0.1000
DENSITY=2.100000E003 C_P=0.88/
```

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวของวัสดุของกำแพงให้เป็น คอนกรีต และกำหนดความสูง อุณหภูมิ สีของวัตถุที่ติดไฟ ความหนาแน่นของคอนกรีต และ ความร้อนในการกลายเป็นไอ

---

```
&SURF ID='GYPSUM BOARD' RGB=0.80, 0.80, 0.70 HRRPUA=100.00
DENSITY=1.440000E003 DELTA=0.0130 KS=0.4800 TMPIGN=400.00 C_P=0.84
RAMP_Q='RAMP_Q_GYPSUM BOARD'/
&RAMP ID='RAMP_Q_GYPSUM BOARD' T=0.00 F=0.00/
&RAMP ID='RAMP_Q_GYPSUM BOARD' T=1.00 F=0.50/
&RAMP ID='RAMP_Q_GYPSUM BOARD' T=2.00 F=1.00/
&RAMP ID='RAMP_Q_GYPSUM BOARD' T=10.00 F=1.00/
&RAMP ID='RAMP_Q_GYPSUM BOARD' T=20.00 F=0.00/
&RAMP ID='RAMP_Q_GYPSUM BOARD' T=30.00 F=0.00/
```

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวของวัสดุให้เป็นยิปซัม และกำหนดความสูง อุณหภูมิ สีของวัตถุที่ติดไฟ ความหนาแน่นของยิปซัม และ ความร้อนในการกลายเป็นไอ รวมถึงคุณสมบัติของการติดไฟ

---

```
&SURF ID='SHEET METAL' RGB=0.2000, 0.2000, 0.2000 C_DELTA_RHO=4.70
DELTA=1.300000E-003/
```

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวของวัสดุให้เป็นโลหะ และกำหนดความสูง อุณหภูมิ สีของวัตถุที่ติดไฟ รวมถึงคุณสมบัติของการติดไฟ

---

```
&SURF ID='GLASS' RGB=1.00, 1.00, 0.75 BACKING='EXPOSED' C_P=0.84
DELTA=5.000000E-003 DENSITY=2.700000E003 KS=0.76/
```

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวบริเวณหน้าร้านเป็นกระจก และกำหนดความสูง อุณหภูมิ สีของวัตถุที่ติดไฟ ความหนาแน่นของกระจก และ ลักษณะการแตกเมื่อได้รับความร้อนสูง

---

```
&SURF ID='BLOW' RGB=0.00, 0.00, 1.00 BURN_AWAY=.FALSE.
BURNING_RATE_MAX=0.1000 HEAT_OF_VAPORIZATION=0.00 TMPWAL0=24.00
DELTA=0.1000 KS=0.00 C_P=0.70 EMISSIVITY=0.90 FUEL_FRACTION=3.00
```

PHASE='LIQUID' HEAT\_OF\_COMBUSTION=4.725000E004 DENSITY=450.00  
WALL\_POINTS=20.00/

หมายถึง: การกำหนดพื้นผิวให้มีการปล่อยก๊าซออกมา

---

&HEAT XYZ=0.75, 4.40, 2.48 RTI=132.00 ACTIVATION\_TEMPERATURE=60.00

LABEL='HEAT1'/

&HEAT XYZ=6.40, 1.60, 2.48 RTI=132.00 ACTIVATION\_TEMPERATURE=60.00

LABEL='HEAT5'/

&HEAT XYZ=6.40, 4.40, 2.48 RTI=132.00 ACTIVATION\_TEMPERATURE=60.00

LABEL='HEAT3'/

&HEAT XYZ=3.40, 4.40, 2.48 RTI=132.00 ACTIVATION\_TEMPERATURE=60.00

LABEL='HEAT2'/

&HEAT XYZ=3.45, 1.60, 2.48 RTI=132.00 ACTIVATION\_TEMPERATURE=60.00

LABEL='HEAT4'/

หมายถึง: การกำหนดตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

---

&SLCF PBY=5.35 QUANTITY='TEMPERATURE'/

&SLCF PBZ=2.47 QUANTITY='TEMPERATURE'/

หมายถึง: การแสดงผลของการเกิดเพลิงเป็นชั้นๆ ตามแกน Y,Z

---

&PIPE PRESSURE=1.50/

หมายถึง: ความดันในท่อของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

---

&SPRK LABEL='SPRK1-1 Com' MAKE='K-11' PART\_ID='WaterDroplet' XYZ=3.00, 1.40,  
2.48/

&SPRK LABEL='SPRK1-2 Com' MAKE='K-11' PART\_ID='WaterDroplet' XYZ=6.00, 1.40,  
2.48/

&SPRK LABEL='SPRK1-3 Com' MAKE='K-11' PART\_ID='WaterDroplet' XYZ=3.00, 4.10,  
2.48/

&SPRK LABEL='SPRK1-4 Com' MAKE='K-11' PART\_ID='WaterDroplet' XYZ=6.00, 4.10,  
2.48/



หมายถึง:การกำหนดตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์หัวกระจายน้ำดับเพลิง

---

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE' VALUE(1)=4.00/

หมายถึง: กำหนดระดับอุณหภูมิ ของการเผาไหม้

---

&OBST XB=1.40, 8.10, -0.1000, 0.00, 0.00, 2.50 SURF\_ID='GLASS' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=1.40, 1.50, -0.1000, 2.50, 0.00, 2.50 SURF\_ID='GLASS' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=-0.1000, 1.50, 2.40, 2.50, 0.00, 2.50 SURF\_ID='GLASS' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

หมายถึง:การกำหนดตำแหน่งผนังกระจกด้านหน้าร้าน

---

&OBST XB=-0.1000, 0.00, 2.40, 5.60, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=-0.1000, 8.10, 5.50, 5.60, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=8.00, 8.10, -0.1000, 5.60, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=1.40, 1.50, 3.50, 5.60, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=-0.1000, 0.80, 3.50, 3.60, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.90, 5.00, 2.50, 5.60, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.00, 5.00, 4.25, 4.35, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.00, 4.10, 2.50, 3.70, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.00, 8.00, 3.00, 3.10, 0.00, 2.50 SURF\_ID='CONCRETE'

PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.00, 5.20, 0.00, 1.00, 0.00, 1.20 SURF\_ID='CONCRETE'

---

```

PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=5.00, 7.00, 0.80, 1.00, 0.00, 1.20 SURF_ID='CONCRETE'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=-0.2000, 8.20, -0.2000, 5.80, 2.48, 2.50 SURF_ID='GYPSUM BOARD'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

```

หมายถึง: การกำหนดตำแหน่งผนังคอนกรีตและพื้นอาคาร

---

```

&OBST XB=2.65, 3.90, 3.60, 4.10, 0.00, 1.60 SURF_ID='SHEET METAL'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=0.3000, 1.20, 4.20, 5.00, 0.00, 1.50 SURF_ID='SHEET METAL'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=2.00, 4.00, 2.50, 3.00, 0.00, 1.20 SURF_ID='CONCRETE'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=0.00, 0.80, 2.50, 3.50, 0.00, 1.70 SURF_ID='SHEET METAL'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=4.10, 4.60, 2.50, 3.10, 0.00, 0.90 SURF_ID='WOOD' PERMIT_HOLE=.TRUE.
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=4.60, 4.90, 2.50, 4.25, 0.00, 2.00 SURF_ID='WOOD' PERMIT_HOLE=.TRUE.
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=2.65, 3.90, 3.25, 3.55, 0.00, 0.90 SURF_ID='WOOD' PERMIT_HOLE=.TRUE.
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=2.50, 4.00, 5.20, 5.50, 0.00, 0.80 SURF_ID='CONCRETE'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=1.80, 2.40, 0.1000, 0.70, 0.00, 0.80 SURF_ID='WOOD' PERMIT_HOLE=.TRUE.
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=1.80, 2.40, 0.80, 1.40, 0.00, 0.80 SURF_ID='WOOD' PERMIT_HOLE=.TRUE.
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=1.80, 2.40, 1.50, 2.10, 0.00, 0.80 SURF_ID='WOOD' PERMIT_HOLE=.TRUE.
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./
&OBST XB=1.60, 1.70, 0.1000, 0.70, 0.00, 0.4000 SURF_ID='WOOD'
PERMIT_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

```

---

&OBST XB=2.50, 2.60, 0.1000, 0.70, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD'  
PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=1.60, 1.70, 0.80, 1.40, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.50, 2.60, 0.80, 1.40, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=1.60, 1.70, 1.50, 2.10, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.50, 2.60, 1.50, 2.10, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.80, 3.40, 0.3000, 0.90, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.80, 3.40, 0.1000, 0.2000, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD'  
PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.80, 3.40, 1.00, 1.10, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.80, 3.40, 1.40, 2.00, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./ T5

&OBST XB=2.80, 3.40, 1.20, 1.30, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=2.80, 3.40, 2.10, 2.20, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.30, 4.60, 0.50, 0.80, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.40, 4.50, 0.3000, 0.4000, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD'  
PERMIT\_HOLE=.TRUE. SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.40, 4.50, 0.90, 1.00, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.30, 4.60, 1.30, 1.60, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./ T8

&OBST XB=4.40, 4.50, 1.10, 1.20, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

---

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=4.40, 4.50, 1.70, 1.80, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.00, 5.30, 1.30, 1.60, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.10, 5.20, 1.10, 1.20, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.10, 5.20, 1.70, 1.80, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.00, 5.30, 2.10, 2.40, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./ T11

&OBST XB=5.10, 5.20, 2.08, 2.09, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.10, 5.20, 2.50, 2.60, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=6.00, 6.30, 1.30, 1.60, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=6.10, 6.20, 1.10, 1.20, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=6.10, 6.20, 1.70, 1.80, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=6.00, 6.30, 2.10, 2.40, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=6.10, 6.20, 2.08, 2.09, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=6.10, 6.20, 2.50, 2.60, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=7.00, 7.30, 1.30, 1.60, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=7.10, 7.20, 1.10, 1.20, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.

SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

---

&OBST XB=7.10, 7.20, 1.70, 1.80, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=7.00, 7.30, 2.10, 2.40, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=7.10, 7.20, 2.08, 2.09, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=7.10, 7.20, 2.50, 2.60, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.50, 7.30, 3.60, 5.00, 0.00, 0.80 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.50, 7.30, 3.40, 3.50, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

&OBST XB=5.50, 7.30, 5.10, 5.20, 0.00, 0.4000 SURF\_ID='WOOD' PERMIT\_HOLE=.TRUE.  
SAWTOOTH=.TRUE. THICKEN=.FALSE./

หมายถึง:การกำหนดตำแหน่งของวัสดุและอุปกรณ์ภายในร้านอาหาร

---

&VENT XB=2.60, 2.85, 5.25, 5.45, 0.80, 0.80 SURF\_ID='BURNER' RGB=0.00, 0.00, 1.00  
HEAT\_DEACTIVATE='ALL'/ Vent #1

&VENT XB=3.10, 3.35, 5.25, 5.45, 0.80, 0.80 SURF\_ID='BLOW' RGB=0.00, 0.00, 1.00  
HEAT\_DEACTIVATE='ALL'/ Vent #2

&VENT XB=3.65, 3.90, 5.25, 5.45, 0.80, 0.80 SURF\_ID='UPHOLSTERY' RGB=0.00, 0.00,  
1.00/ Vent #3

หมายถึง:การกำหนดตำแหน่งของหัวเตาแก๊ส และการตัดระบบก๊าซ

---

&PART ID='WaterDroplet' MASSLESS=.FALSE. SAMPLING\_FACTOR=1  
AGE=1.000000E005 QUANTITY='BLUE' DENSITY=1.000000E003  
VAPORIZATION\_TEMPERATURE=100.00 MELTING\_TEMPERATURE=0.00  
SPECIFIC\_HEAT=4.18 HEAT\_OF\_VAPORIZATION=2.259000E003 DIAMETER=100.00  
GAMMA\_D=2.40 FUEL=.FALSE. WATER=.TRUE. DROPLETS\_PER\_SECOND=300  
INITIAL\_TEMPERATURE=0.00/

หมายถึง:การกำหนดลักษณะของน้ำดับเพลิงที่ออกจากระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

---

ภาคผนวก ข

ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ว่าด้วยการบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว (บทคัดลอก)

ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ว่าด้วยการบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

#### หมวด 1 บททั่วไป

ข้อ 2 (1) “ก๊าซ” หมายความว่า ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลว ซึ่งได้แก่โพรเพน โพรปีลีน นอร์มัลบิวเทน ไอโซ-บิวเทน หรือบิวทิลีนส้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างผสมกันเป็นส่วนใหญ่

ข้อ 2 (4) “ถังก๊าซหุงต้ม” หมายความว่าภาชนะที่ใช้บรรจุก๊าซสำหรับใช้ในการหุงต้ม การให้แสงสว่าง หรือพลังงานอื่น

ข้อ 2 (10) “สถานที่เก็บก๊าซ” หมายความว่า

(ก) ร้านจำหน่ายก๊าซ ซึ่งได้แก่สถานที่เก็บและจำหน่ายก๊าซที่บรรจุอยู่ในกระป๋องก๊าซและหรือถังก๊าซหุงต้ม และมีปริมาณก๊าซรวมกันทั้งหมดตั้งแต่ 500 ลิตรขึ้นไป

(ข) สถานที่ใช้ก๊าซ ซึ่งได้แก่สถานที่เก็บและใช้ก๊าซจากถังเก็บและจ่ายก๊าซ และหรือจากถังก๊าซหุงต้มหลายถังซึ่งมีไว้เพื่อการใช้เองและมีปริมาณก๊าซรวมกันทั้งหมดเกิน 500 ลิตร รวมทั้งบริเวณของสถานที่ดังกล่าว

(ค) สถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ ซึ่งได้แก่สถานที่เก็บและใช้ก๊าซจากถังก๊าซหุงต้มถังเดียวหรือหลายถัง และมีปริมาณก๊าซรวมกันทั้งหมดเกิน 250 ลิตรและหรือจากถังเก็บและจ่ายก๊าซ ทั้งนี้ เพื่อใช้ปรุงและจำหน่ายอาหารให้แก่ลูกค้า รวมทั้งบริเวณของสถานที่ดังกล่าว

#### หมวด 4 ลักษณะและระยะปลอดภัยของสถานที่เก็บก๊าซ

ข้อ 21 สถานที่ตั้งและเก็บถังก๊าซหุงต้มของสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ ต้องมีลักษณะและระยะปลอดภัย ดังนี้

(1) มีลักษณะและระยะปลอดภัยตามข้อ 19(1) และ (4)

(2) สถานที่ตั้งและเก็บถังก๊าซหุงต้ม อยู่ห่างจากแหล่งที่มีอุณหภูมิเกิน 52 องศาเซลเซียส จากที่มีเปลวไฟหรือประกายไฟ หรือจากวัสดุที่ทำให้เกิดไฟหรือไฟไหม้ได้ง่าย ไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

ข้อ 23 เจ้าของและผู้ครอบครองร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ สถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ หรือโรงเก็บก๊าซต้องควบคุมดูแลให้ร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ สถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ หรือโรงเก็บก๊าซที่ตนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองมีลักษณะและระยะปลอดภัยตามที่กำหนดในหมวดนี้

## หมวด 5 การวางระบบท่อก๊าซ และการติดตั้งอุปกรณ์

ข้อ 34 การวางระบบท่อก๊าซในสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซซึ่งใช้ก๊าซจากถังก๊าซหุงต้มที่มีความจุรวมกันตั้งแต่ 500 ลิตรขึ้นไป หรือจากถังก๊าซหุงต้มที่มีความจุรวมกันน้อยกว่า 500 ลิตร แต่มีการตั้งถังก๊าซหุงต้มเป็นกลุ่มเพื่อการใช้ก๊าซโดยระบบท่อก๊าซ หรือจากถังเก็บและจ่ายก๊าซ ต้องปฏิบัติดังนี้

(1) ต้องใช้ท่อเหล็กกล้าชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ และจะเป็นชนิดที่มีตะเข็บ หรือไม่มีตะเข็บก็ได้

(2) ถ้าไม่ใช่ท่อเหล็กกล้าตาม (1) แต่ใช้ท่อทองแดงแทน ต้องเป็นท่อทองแดง ชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะและไม่มีตะเข็บ แต่ถ้าเป็นท่อที่มีเฉพาะไอก๊าซผ่านและมีความดันของ ไอก๊าซผ่านและมีความดันของไอก๊าซไม่เกิน 0.48 เมกาปาสกาลเมตร หรือเป็นท่อที่วางไว้ภายใน อาคารที่มีเฉพาะไอก๊าซผ่านและมีความดันของไอก๊าซไม่เกิน 0.14 เมกาปาสกาลเมตร จะเป็นชนิด ที่มีตะเข็บก็ได้

(3) ให้ใช้ท่ออ่อนในระบบท่อก๊าซได้เฉพาะช่วงที่จำเป็นต้องให้ระบบท่อก๊าซ มีการขยับตัวได้เพื่อความสะดวกในการติดตั้งเข้ากับเครื่องใช้ที่เกี่ยวกับหรือภาชนะบรรจุก๊าซ และ ท่ออ่อนต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ มีความยาวแต่ละช่วงไม่เกิน 2.00 เมตร การต่อท่ออ่อน ต้องใช้ข้อต่อแบบเกลียวหรือการต่อแบบใช้หน้าแปลน เว้นแต่ท่ออ่อนช่วงที่มีความดันน้อยกว่า 0.007 เมกาปาสกาลเมตร จะใช้เข็มขัดรัดท่อแบบโลหะก็ได้

(4) การต่อท่อต้องกระทำโดยวิธีเชื่อม หรือวิธีอื่นที่กรมโยธาธิการกำหนด

(5) ต้องไม่ฝังท่อก๊าซไว้ในพื้นหรือผนัง ถ้าวางท่อก๊าซทะลุผ่านพื้นหรือผนัง ต้องวางในปลอกที่ฝังไว้ที่พื้นหรือผนังดังกล่าว

(6) ต้องติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันที่ถังก๊าซหุงต้มหรือที่ถังเก็บและจ่ายก๊าซ และที่ระบบท่อจ่ายก๊าซ อุปกรณ์ปรับความดันต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

(7) ต้องติดตั้งกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายที่ท่อก๊าซที่อยู่ระหว่างลิ้นปิดเปิดสอง ตัวด้วย

(8) เมื่อติดตั้งระบบท่อก๊าซเสร็จแล้วและก่อนเริ่มใช้งาน ต้องทดสอบระบบท่อ ก๊าซทั้งหมดด้วยความดันไม่น้อยกว่าหนึ่งเท่าครึ่งของความดันใช้งาน โดยรักษาความดันที่ใช้ ทดสอบให้คงที่ไว้ไม่น้อยกว่าสามสิบนาทีจนเป็นที่แน่นอนว่าระบบท่อก๊าซไม่รั่วจึงจะเริ่มใช้งานได้

## หมวด 10 การตั้งและเก็บถังก๊าซหุงต้มและถังเก็บและจ่ายก๊าซ

ข้อ 86 การเก็บก๊าซของสถานที่ใช้ก๊าซหรือสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซจากถังก๊าซหุงต้ม ต้องมีปริมาตรรวมกันแห่งละไม่เกิน 2,000 ลิตร เว้นแต่จะตั้งถังก๊าซหุงต้มแยกไว้เป็นกลุ่ม แต่ละ



กลุ่มมีปริมาณไม่เกิน 2,000 ลิตร โดยมีระบบท่อและอุปกรณ์ของแต่ละกลุ่มแยกจากกันและมีระยะห่างระหว่างกลุ่มไม่น้อยกว่า 20.00 เมตร

#### หมวด 11 การป้องกันและระงับอัคคีภัย

ข้อ 100 ที่บริเวณที่ตั้งและเก็บถังก๊าซหุงต้มและที่ห้องปรุงอาหารที่ใช้ก๊าซของสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ ให้มีป้ายที่มีข้อความดังนี้

#### “วิธีปฏิบัติเมื่อก๊าซรั่ว”

1. ปิดลิ้นทุกตัวทันที
2. ไม่กระทำการใดๆ ที่อาจเกิดเปลวไฟหรือประกายไฟ
3. เปิดประตูหรือหน้าต่างเพื่อให้ก๊าซระบายออกสู่ภายนอกได้
4. นำเครื่องดับเพลิงออกมาเตรียมพร้อม”

ข้อความในป้ายต้องเขียนด้วยตัวอักษรสีแดงบนพื้นสีขาวมีขนาดที่เห็นได้ชัดเจนและอ่านได้ง่ายในระยะ 10 เมตร และต้องติดตั้งป้ายนั้นไว้ในที่ที่เห็นได้ง่าย

ข้อ 101 ในสถานที่ใช้ก๊าซซึ่งใช้ก๊าซจากถังเก็บและจ่ายก๊าซหรือสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซจากถังเก็บและจ่ายก๊าซ ต้องจัดให้มีระบบการป้องกันและระงับอัคคีภัยตามข้อ 97 (1)(3)(4)(ก) (5) และ(6)

ถ้าในสถานที่ใช้ก๊าซซึ่งใช้ก๊าซจากถังเก็บและจ่ายก๊าซ หรือสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซซึ่งใช้ก๊าซจากถังเก็บและจ่ายก๊าซไม่มีระบบน้ำประปา หรือไม่ใช้น้ำประปาตามข้อ 97(1) ต้องต่อท่อสำหรับสูบน้ำจากแหล่งน้ำหรือที่เก็บน้ำซึ่งมีอยู่ตลอดเวลา และแหล่งน้ำหรือที่เก็บน้ำนั้นต้องมีปริมาตรน้ำไม่น้อยกว่า 17 ลูกบาศก์เมตร หรือ 17,000 ลิตรต่อปริมาณก๊าซ 12,000 ลิตร พร้อมเครื่องสูบน้ำและสายสูบน้ำเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ขาวพอที่จะฉีดน้ำคลุมพื้นที่ตั้งถังเก็บและจ่ายก๊าซและต้องเพิ่มปริมาตรน้ำอีก 17 ลูกบาศก์เมตร หรือ 17,000 ลิตร และสายสูบน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตรอีก 1 สาย ต่อปริมาณก๊าซที่เก็บเพิ่มขึ้นทุกๆ 20,000 ลิตรเศษของ 20,000 ลิตร ให้คิดเป็น 20,000 ลิตร

#### หมวด 12 การติดตั้งเครื่องส่งเสียงดังเมื่อก๊าซรั่ว

ข้อ 107 ในร้านจำหน่ายก๊าซหรือสถานที่ใช้ก๊าซหรือสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ หรือโรงเก็บก๊าซ ซึ่งมีกระป๋องก๊าซและถังก๊าซหุงต้มมีปริมาณก๊าซรวมกันทั้งหมดเกิน 500 ลิตร ต้องติดตั้งเครื่องส่งเสียงดังเมื่อก๊าซรั่วไว้ในบริเวณที่ตั้งหรือเก็บกระป๋องก๊าซและถังก๊าซหุงต้มอย่างน้อยบริเวณละหนึ่งเครื่อง เว้นแต่กรณีที่เก็บกระป๋องก๊าซเพียงอย่างเดียว

ข้อ 108 เครื่องส่งเสียงดังเมื่อก๊าซรั่วตามข้อ 106 และข้อ 107 ต้องเป็นชนิดที่กรมโยธาธิการเห็นชอบ และผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการบรรจุก๊าซ เจ้าของหรือผู้ครอบครองสถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซดังกล่าวต้องตรวจสอบให้เครื่องส่งเสียงดังเมื่อก๊าซรั่วอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

|                      |                                          |
|----------------------|------------------------------------------|
| ชื่อ                 | นางสาวศิริประภา สมวงษ์                   |
| เกิดวันที่           | 9 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2519                 |
| สถานที่เกิด          | จังหวัดสระบุรี                           |
| ประวัติการศึกษา      | วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล |
| ตำแหน่งปัจจุบัน      | ผู้จัดการแผนกความปลอดภัยและอาชีวอนามัย   |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | บริษัท ซี.พี. แลนด์ จำกัด                |