	<b>แผนการสอนที่ 1</b>	<b>หน่วยที่ 1</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 1</b>
	ชื่อหน่วย ระบบการปรับอากาศ	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>1.1 เข้าใจหลักการทำความเย็น</p> <p>1.1.1 อธิบายการเกิดความเย็น</p> <p>1.1.2 อธิบายการทำความเย็นด้วยการอัดไอ</p> <p>1.1.3 อธิบายการควบคุมการกลายเป็นไอของตัวทำความเย็น</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ หลักการทำความเย็นที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับหลักการทำความเย็น</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของหลักการทำความเย็น</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาษ</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่องหลักการทำความเย็นพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของหลักการทำความเย็น</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องหลักการทำความเย็น</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของหลักการทำความเย็น
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องหลักการทำความเย็น

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดหลักการทำความเย็น

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

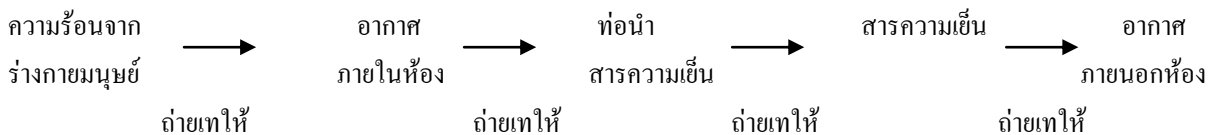
<b>ใบความรู้ที่ 1</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบการปรับอากาศ</b>	<b>สอนครั้งที่ 1</b>
เรื่อง ระบบการปรับอากาศ	จำนวนคาบ 2

**1.1 หลักการทำความเย็น**

**1.1.1 การเกิดความเย็น**

เมื่อเราโดนสาดน้ำหรือเมื่อเราทำงานจนเหงื่อชุ่มตัว แล้วนั่งพักเราอาจจะรู้สึกสบาย เนื่องจากน้ำที่ระเหยออกจากเสื้อผ้า พาเอาความร้อนจากร่างกายออกไปด้วย หลักการทำความเย็นก็อาศัยการระเหยไปในทำนองเดียวกันนี้

สำหรับการปรับอากาศที่จะกล่าวถึงในที่นี้เป็นการปรับอากาศที่ร้อนเกินไป ให้เย็นลงจนอยู่ในระดับที่เราต้องการ เมื่ออากาศที่อยู่รอบตัวเราร้อนหรือมีอุณหภูมิสูง ก็แสดงว่าอากาศที่อยู่รอบตัวเรานั้นมีความร้อนอยู่มากการที่จะทำให้อากาศเย็นลงหรือมีอุณหภูมิลดลง เราจำเป็นต้องนำเอาความร้อนออกจากอากาศ เมื่อในอากาศมีปริมาณความร้อนลดลง อากาศที่จะเย็นลงหรืออุณหภูมิลดต่ำลงนั่นเอง

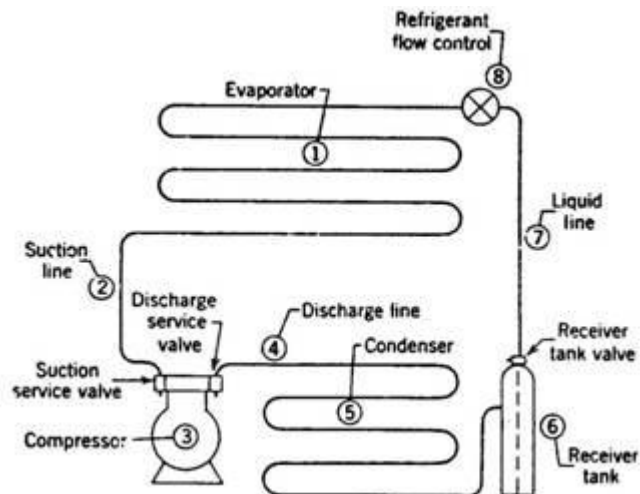


การถ่ายเทความร้อนในกระบวนการทำความเย็นและปรับอากาศอย่างง่าย

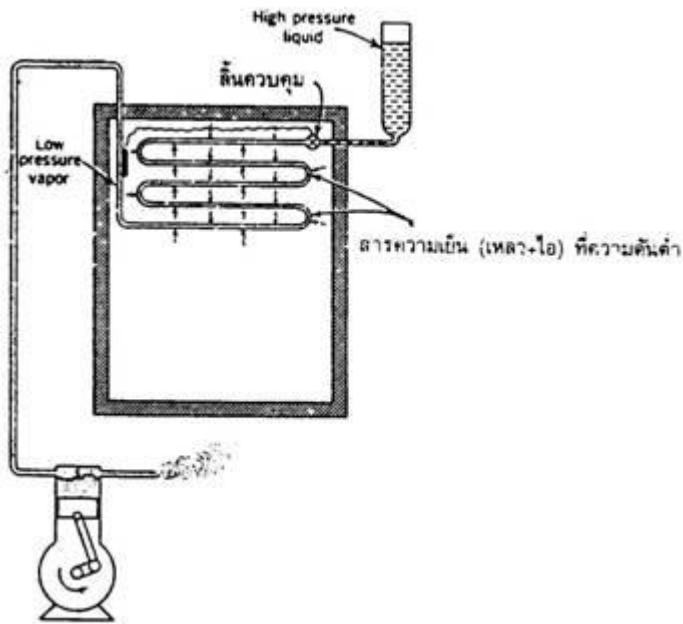
## 1.1.2 การทำความเย็นด้วยการอัดไอ

### การทำความเย็นด้วยการอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System)

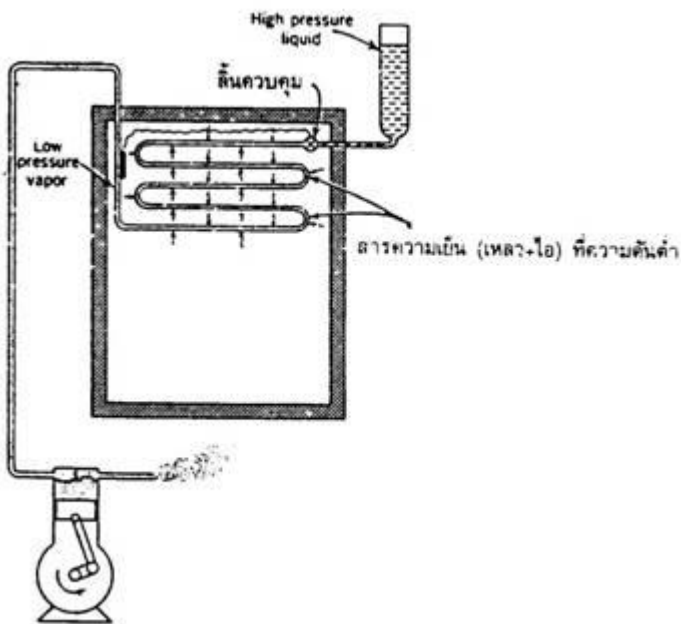
การกลายเป็นไอของของเหลวต้องอาศัยความร้อน ดังนั้นถ้ามีตัวทำความเย็นที่เป็นของเหลวบรรจุในถึงปิดสนิท ซึ่งสามารถควบคุมการเปิดลิ้นลดความดันให้ความดันของตัวทำความเย็นลดลงมาถึงจุดกลายเป็นไอ (Evaporation Pressure) ซึ่งทั้งนี้อุณหภูมิของตัวทำความเย็นก็จะลดลงด้วย



### 1.1.3 การควบคุมการกลายเป็นไอของตัวทำความเย็น



จึงทำให้ตัวทำความเย็นดูดความร้อนภายในบริเวณรอบๆ ตัวมันเพื่อการกลายเป็นไอ ซึ่งถ้าบริเวณนั้นอยู่ในตู้เล็กๆ ซึ่งหุ้มฉนวนไว้เป็นอย่างดี ตู้นั้นจะเย็นสามารถใช้แช่สิ่งของได้ แต่วิธีการนี้ตัวทำความเย็นจะถูกลบทิ้งออกไป เมื่อหมดก็ต้องเปลี่ยนใหม่ซึ่งไม่สะดวกแก่การใช้ซึ่งมีผู้คิดวิธีเอาตัวทำความเย็นส่วนที่กลายเป็นไอไปอัดให้เป็นของเหลวและส่งเข้ามาในถัง เรียกว่า Vapor Compression System มีส่วนประกอบดังนี้



Flow Diagram Compressor ของเครื่องทำความเย็นแบบใช้อัดไอตัวทำความเย็น

1. ตัวทำละลาย (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนเพื่อการกลายเป็นไอของตัวทำความเย็นเหลวความดันต่ำที่ไหลเข้ามาใน Evaporator ดังนั้น Evaporator จะต้องมีพื้นที่ผิวเพียงพอสำหรับการส่งผ่านความร้อนจากบริเวณหรือจากวัสดุต่างๆ ที่ต้องการทำให้เย็น
2. ท่อดูด (Suction line) ท่อดูดตัวทำความเย็นจาก Evaporator กลับมาเข้าเครื่องอัด (Compressor)
3. เครื่องอัด (Compressor) ทำหน้าที่ดูดไอจาก Evaporator และอัดให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จนถึงจุดหนึ่งซึ่งสามารถใช้ตัวหล่อเย็นตามธรรมชาติหล่อเย็นได้ กลับตัวเป็นของเหลวได้
4. ท่อส่ง (Discharge line) เป็นท่อส่งไอนำความเย็น ที่มีความดันและอุณหภูมิสูง (Hot Gas) จากเครื่องอัด (Condenser) ไปยังตัวกลับ
5. ตัวกลับ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจาก Hot Gas เพื่อให้กลับตัวเป็นของเหลว ตัวกลับจะต้องมีพื้นที่ผิวพอเพียงในการระบายความร้อนเพื่อให้การกลับตัวสมบูรณ์ที่สุด
6. ถังเก็บของเหลว (Receiver tank) มีไว้สำหรับเก็บตัวทำความเย็นเหลวที่ไหลออกจาก Condenser เพื่อจ่ายให้กับ Evaporator เป็นการชดเชยส่วนที่กลายเป็นไอ ซึ่งจะทำให้จำนวนของเหลวใน Evaporator คงที่เสมอ
7. ท่อทางเดินของเหลว (Liquid line) เป็นท่อนำของเหลวจากถังเก็บของเหลวไปยังตัวควบคุมการไหล Refrigerant Flow Control
8. ตัวควบคุมการไหล (Refrigerant Flow Control) ทำหน้าที่ลดความดันของของเหลวให้ถึงจุดกลายเป็นไอ ความเย็นเหลวจากถังเก็บไปยัง Evaporator ได้อย่างถูกต้องและเพียงพอ ซึ่งอุณหภูมิก็จะลดลงด้วยและเป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของตัวนำ

นอกจากนี้ยังมีลิ้นเปิดปิด (Service Valve) ต่างๆ เพื่อสะดวกแก่การใช้งานและตรวจสอบ ดังนี้

1. ลิ้นเปิดปิดทางด้านดูด (Suction Service Valve) ติดอยู่ทางด้านดูดของ Compressor
2. ลิ้นเปิดปิดทางด้านส่ง (Discharge Service Valve) ติดอยู่ทางด้านจ่ายของ Compressor
3. ลิ้นเปิดปิดที่ถังเก็บตัวทำความเย็นเหลว (Receiver Tank Service Valve) ส่วนมากจะติดไว้ทั้งด้านเข้าและด้านออกจากถัง

## 1.2 ขนาดของเครื่องทำความเย็น

### 1.2.1 การกำหนดหาขนาดเครื่องทำความเย็น

### 1.2.2 ข้อพิจารณาในการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ

#### ข้อพิจารณาในการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ

ขนาดที่เหมาะสมกับห้องที่ต้องการติดตั้ง สามารถดูได้จากตารางขนาดพื้นที่ห้องเทียบกับความสูงของห้องปกติ 3 เมตร

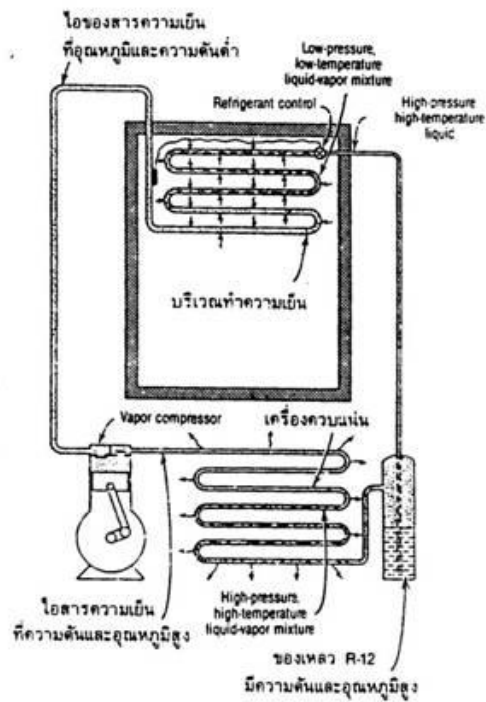
ขนาดห้อง (ตารางเมตร)	บีทียู/ชั่วโมง
14	8,000
17	10,000
20	12,000 (1ตัน)
24	14,000
30	18,000

B.T.U. ย่อมาจาก BRITISH HERMAL UNIT

### 1.2.3 การควบคุมการกลายเป็นไอของตัวทำความเย็น

สถานะของตัวทำความเย็นใน Vapor Compression System ใน Vapor Compression System นั้น ตัวทำความเย็นเมื่อดูดความร้อนจากวัตถุใน Evaporator จะเป็นไอ ความดันและอุณหภูมิต่ำ (Low pressure , Low Temperature Liquid) และจะถูก Compressor ดูดและอัดให้เป็นไอ ซึ่งมีความดันและอุณหภูมิสูง (High Pressure + High Temperature Vapor) หลังจากนั้นจะถูกกลั่นตัวใน condenser เป็นของเหลวความดันและอุณหภูมิสูง (High Pressure + High Temperature Liquid) ดังรูป ไหลไปเข้าสู่ถังเก็บ (liquid receiver)






แสดงถึงการดึงดูความร้อนเพื่อการกลายเป็นไอและการระบายความร้อนเพื่อการกลั่นตัวของของเหลว

หลังจากนั้นจะถูกส่งตัวไปยังลิ้นควบคุมการไหล (Refrigerant Flow Control) และถูกลดความร้อนให้เป็นของเหลวผสมไอความดันและอุณหภูมิต่ำ (Low Pressure and Temperature Liquid Vapor Mixture) เข้าไปใน Evaporator และวนเวียนอยู่อย่างนี้ตลอดระยะเวลาที่เครื่องเดิน



	<b>แผนการสอนที่ 2</b>	<b>หน่วยที่ 1</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 2</b>
	ชื่อหน่วย ระบบการปรับอากาศ	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>1.3 เข้าใจชนิดเครื่องปรับอากาศ</p> <p>1.3.1 อธิบายเครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง</p> <p>1.3.2 อธิบายเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน</p> <p>1.3.3 อธิบายเครื่องปรับอากาศระบบอินเทอร์เวอร์เตอร์</p> <p>1.4 เข้าใจการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ</p> <p>1.4.1 อธิบายขั้นตอนเลือกสถานที่สำหรับติดตั้ง</p> <p>1.4.2 อธิบายข้อควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ หลักการทำความเย็นที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับหลักการทำความเย็น</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของหลักการทำความเย็น</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาษ</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ขั้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่องหลักการทำความเย็นพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ขั้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของหลักการทำความเย็น</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องหลักการทำความเย็น</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของหลักการทำความเย็น
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องหลักการทำความเย็น

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดหลักการทำความเย็น

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<b>ใบความรู้ที่ 2</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบการปรับอากาศ</b>	<b>สัปดาห์ที่ 2</b>
<b>เรื่อง</b> ระบบการปรับอากาศ	<b>จำนวนคาบ 2</b>

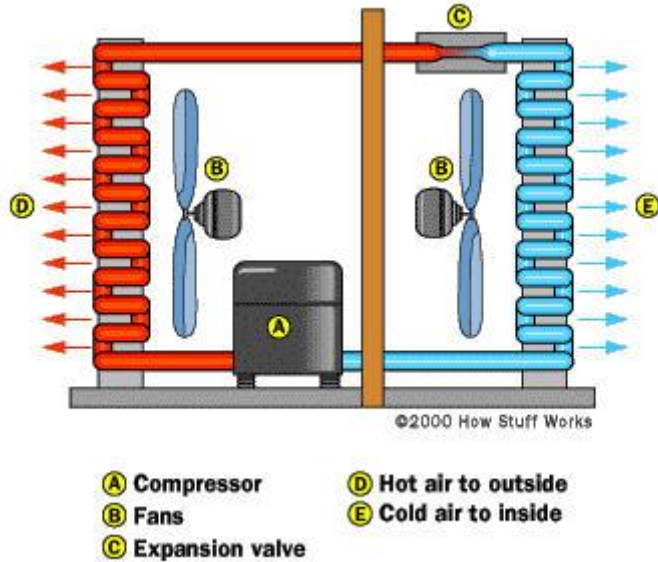
### 1.3 ชนิดเครื่องปรับอากาศ

#### 1.3.1 เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง

เป็นเครื่องที่เคยนิยมใช้กันมากตามบ้านพักอาศัยในปัจจุบันก็ยังมีการใช้กันอยู่เพราะง่ายต่อการติดตั้งและซ่อมบำรุง ภายในตัวเครื่องประกอบด้วยวงจรทำความเย็น และวงจรการหมุนเวียนของอากาศสมบูรณ์ในตัว โดยมีผนังกั้นระหว่างส่วนที่หมุนเวียนของอากาศภายในห้องทางด้านคอยล์เย็นหรืออีวา -พอเรเตอร์ และส่วนที่ระบายความร้อนออกภายนอกห้องทางด้านคอนเดนเซอร์ ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่างที่มีขนาดเล็ก ตั้งแต่ 6000 btu/hr.(1,666 แคลอรี/ชั่วโมง) ขึ้นไปจนถึงขนาด 36,000 btu/hr.(10,000 แคลอรี/ชั่วโมง)แอร์แบบนี้มีส่วนประกอบทั้งหมดประกอบเป็นชิ้นเดียวกัน เพื่อประหยัดเนื้อที่ ติดตั้งอยู่บนกรอบของหน้าต่าง ถ้าคุณเปิดฝากรอบออกมาจะพบว่า ภายในประกอบด้วย

- คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
- วาล์วขยาย (Expansion valve)
- คอนเดนเซอร์ (Condenser) นิยมเรียกว่า คอยล์ร้อน ขึ้นออกมาอยู่นอกตัวห้อง
- คอยล์เย็น (Evaporator)
- พัดลม 2 ตัว ตัวหนึ่ง พัดคอยล์ร้อน อีกตัวพัดคอยล์เย็น





รูปที่1 ภายในเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง

- A) คอมเพรสเซอร์ B) พัดลม C) วาล์วขยาย  
 D) คอยล์ร้อน E) คอยล์เย็น

#### ข้อดี

1. การติดตั้งสะดวกรวดเร็ว

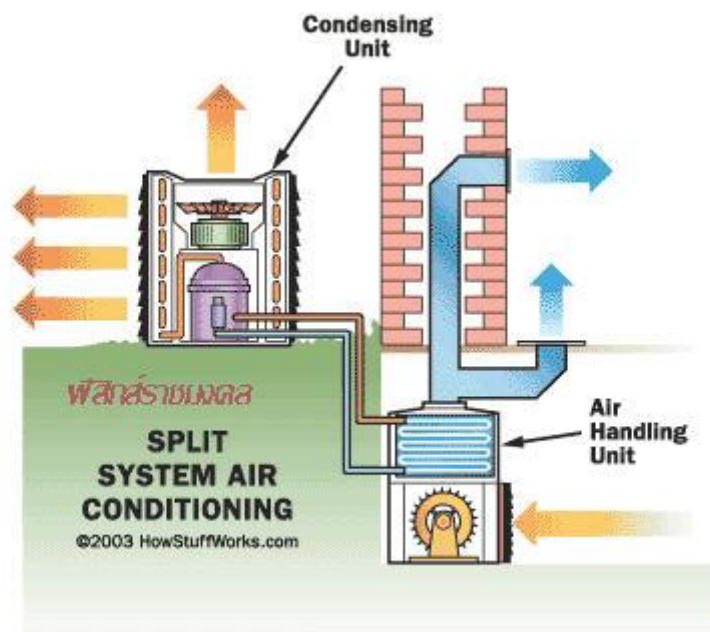
#### ข้อเสีย

1. หากเครื่องมีขนาดใหญ่เกินไปจะมีปัญหาการติดตั้ง เพราะบริเวณช่องหน้าต่างไม่สามารถรับน้ำหนักได้มาก
2. กินไฟสูงและมีเสียงดังกว่าทุกประเภท เพราะการสั่นสะเทือนของตัวเครื่อง

### 1.3.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากตามบ้านพักอาศัยและสำนักงานในปัจจุบัน เพราะเสียงเงียบกว่าและการติดตั้งสะดวกกว่า เนื่องจากไม่ต้องรื้อหน้าต่างออกเช่นเดียวกับแบบติดตั้งหน้าต่าง เพียงแต่เจาะผนังเป็นรูสำหรับชักชั้น ท่อลึควิดและสายไฟเล็กน้อยเท่านั้น เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้จะแบ่งระบบวงจรน้ำยาของเครื่องออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ชุดคลอล์เย็น หรือ อีวาพอเรเตอร์
2. ชุดคอนเดนซิงยูนิต



รูปที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและลักษณะการทำงาน



ตัวคอยล์เย็นประกอบด้วย วาวล์ขยาย และคอยล์เย็น ตั้งอยู่ในห้อง พัดลมจะพัดผ่านคอยล์เย็น ให้ลมเย็นกระจายไปทั่วห้อง ส่วนคอยล์ร้อนตั้งอยู่นอกอาคาร มีพัดลมเป่าให้ความร้อนออกไป ส่วนที่เป็นคอยล์ร้อนและเย็น ต่อกันด้วยท่อสองเส้น

#### ข้อดี

- ไม่ค่อยมีเสียงดังรบกวน เหมาะกับห้องนอนที่ต้องการความเงียบ

#### ข้อเสีย

- มีความยุ่งยากในการติดตั้งเพราะต้องคำนึงถึงการเดินท่อระหว่างเครื่องที่แยกส่วน

### 1.3.3 เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

เครื่องปรับอากาศรุ่นใหม่ ๆ ในปัจจุบันได้นำเอาระบบอินเวอร์เตอร์ (inverter) มาใช้เพื่อการประหยัดพลังงานและลดค่าไฟฟ้าลง โดยนำเอาความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ ให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ควบคุมการทำความเย็นโดยปรับอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่มากที่สุด ตลอดจนควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องให้อยู่ในค่าที่ร่างกายกำลังสบาย

### 1.4 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

การเลือกสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศนับว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพราะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ถูกหลักการแล้ว จะช่วยให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบเครื่องปรับอากาศดีขึ้น และลดปัญหาการเกิดเสียงดังได้ด้วย

#### 1.4.1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ในการเลือกสถานที่สำหรับติดตั้งมีข้อควรคำนึงดังนี้

1. ติดตั้งแล้วไม่ทำให้เกิดเสียงดังมาก
2. ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางทางระบายลมร้อนของคอนเดนเซอร์
3. สถานที่ตั้งคอยล์เย็น จะต้องดูเป่าลมเย็นให้หมุนเวียนในห้องปรับอากาศได้ดี
4. ท่อทางเดินน้ำยาที่ต่อระหว่างชุดคอยล์เย็นและชุดคอนเดนซิ่งยูนิต ไม่ควรยาวเกินกว่าที่กำหนด
5. ท่อน้ำทิ้งจากชุดคอยล์เย็น ควรจะถ่ายเทได้สะดวก


ไม่ควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศในสถานที่ที่สภาพแวดล้อมดังนี้

1. บริเวณที่มีน้ำมันเครื่องวิ่ง อาจกระเด็นถูกตัวเครื่องปรับอากาศได้ เช่น ในบริเวณโรงงานซ่อมเครื่องยนต์ เป็นต้น
2. บริเวณที่มีการรั่วของก๊าซติดไฟได้ หรือสารเคมีบางชนิด ซึ่งอาจทำให้เครื่องเสียหายและมีอายุการใช้งานน้อยลง

#### 1.4.2 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

1. ควรติดตั้ง Condensing Unit กับ Fancoil Unit ให้ใกล้กันที่สุด
2. หุ้มท่อสายทำความเย็นด้วยฉนวนหนา 0.5 นิ้ว
3. ตำแหน่งติดตั้ง Condensing ไม่ควรให้ถูกแสงแดดโดยตรง
4. อย่าให้ลมร้อนที่ระบายจากเครื่องหนึ่งไปหาอีกเครื่องหนึ่ง
5. ให้อากาศร้อนที่ระบายจากเครื่องอยู่ทิศทางเดียวกับกระแสลม
6. ให้ลมเย็นที่ออกจากตัวเครื่องสามารถกระจายได้ทั่วห้อง



	<b>แผนการสอนที่ 1</b>	<b>หน่วยที่ 2</b>
	<b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>	<b>สัปดาห์ที่ 3</b>
	<b>ชื่อหน่วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</b>	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>2.1 เข้าใจระบบไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคาร</p> <p>2.1.1 อธิบายแหล่งกำเนิดแสงสว่าง</p> <p>2.1.2 อธิบาย หลักการออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>2.1.3 อธิบายส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>2.1.4 อธิบายชนิดของหลอดไฟ</p> <p>2.2 เข้าใจการควบคุมและมาตรฐานการไฟฟ้า</p> <p>2.2.1 อธิบายมาตรฐาน กฎและระเบียบ ในการออกแบบระบบไฟฟ้า</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่องระบบไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p>		

### 3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

#### 5. บันทึกผลหลังการสอน

##### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

##### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<b>ใบความรู้ที่ 3</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบการปรับอากาศ</b>	<b>สอนครั้งที่ 3</b>
<b>เรื่อง ระบบการปรับอากาศ</b>	<b>จำนวนคาบ 2</b>

## 2.1 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคาร

### 2.1.1 แหล่งกำเนิดแสงสว่าง

แหล่งกำเนิดแสงสว่างที่พบเห็นในปัจจุบันนี้นอกจากดวงอาทิตย์แล้ว เราสามารถแบ่งแหล่งกำเนิดแสงสว่างออกมาได้ 2 กรณี คือ

1. เกิดจากการเผาไหม้หรือทำให้วัตถุร้อนจนเปล่งแสงออกมา เราเรียกแหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ว่า แหล่งกำเนิดแสงร้อน (Hot Source) แหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ จะให้พลังงานของแสงสีแดง มากกว่าพลังงานของแสงสีน้ำเงิน ถ้าโลหะที่ถูกทำให้ร้อน เป็นแท่งเหล็ก จะให้รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) และรังสีอินฟราเรด (Infrared) ออกมาด้วย ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ได้แก่ แสงจากการเชื่อม โลหะ แสงจากการเผาวัสดุต่าง ๆ แสงจากหลอดไส้ (Incandescent Lamp) เป็นต้น



แสงจากหลอดไส้



แสงจากการเผาวัสดุ

รูปที่ 15.1 แสดงแสงที่เกิดจากการทำให้วัตถุร้อนจนเปล่งแสงออกมา

2. เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของวงโคจรอิเล็กตรอน หรือเกิดจากการปล่อยประจุของก๊าซ เราเรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (Cold Source) หรือแหล่งกำเนิดแสงแบบเรืองแสง (Luminescence) ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) และหลอดแสงจันทร์ (Mercury Lamp) เป็นต้น



รูปที่ 15.2 แสดงแสงที่เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง

การวัดความสว่างของแสง นิยมวัดออกมาในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่าง หรือปริมาณจำนวน  
 เส้นแรงของแสงสว่าง การวัดความเข้มแห่งการส่องสว่าง สามารถวัดได้ตามพลังงาน ที่ออกมาจาก  
 แหล่งกำเนิดแสง ซึ่งมีหน่วยเป็น แคนเดลา(Candela) โดยที่ 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับ 1/60 ของความเข้ม  
 แห่งการส่องสว่างต่อตารางเซนติเมตร ส่วนการวัดความสว่าง ในรูปของปริมาณจำนวนเส้นแรงของ  
 แสงสว่าง ที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง จะวัดในหน่วยของลูเมน โดยเปรียบเทียบ หน่วยความ  
 เข้มแห่งการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งจำนวนเส้นแรง ของแสงสว่างออกมาได้เท่ากับ  
 12.57 ลูเมน

ความสว่างที่พบส่วนใหญ่ เกิดจากพลังงานไฟฟ้า ที่จ่ายออกมาตามสายไฟ แล้วต่อวงจรเข้ากับ  
 หลอดไฟ โดยที่ไฟฟ้า แบ่งออกเป็นสองประเภท คือ ไฟฟ้าสถิต( Static Electricity) และไฟฟ้ากระแส  
 (Current Electricity) ไฟฟ้าสถิตเป็นไฟฟ้าที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติ เช่นเกิดจากการเสียดสีของวัตถุ ฟ้า  
 แลบ ฟ้าผ่า ฯลฯ เป็นต้น ส่วนไฟฟ้ากระแส เป็นไฟฟ้าที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อใช้งานต่าง ๆ โดยผลิต  
 แรงเคลื่อนไฟฟ้า( Electro Motive Force) แล้วจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟ ไปยังหน่วยงานต่าง ๆ  
 ไฟฟ้ากระแสจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ





ความสว่างจากไฟฟ้ากระแสสลับ



แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

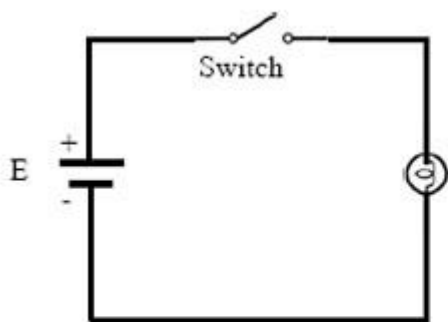
รูปที่ 15.3 แสดงไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

### 2.1.2 หลักการออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดี ควรจะกำหนดให้มีแสงสว่างเพียงพอ ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อสายตา มีความสม่ำเสมอของแสงสว่าง สีเงาต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่ออารมณ์มองเห็นวัตถุ ซึ่งทำให้มีผลต่อการล้าของกล้ามเนื้อตา โดยมีหลักในการพิจารณาดังนี้คือ

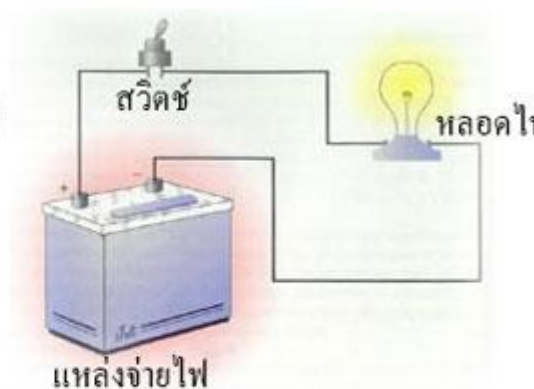
### 2.1.3 ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

การที่จะทำให้เกิดแสงสว่างในวงจรไฟฟ้าได้นั้น ในวงจรจะต้องประกอบด้วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับป้อนแรงดันและกระแสให้กับหลอด โดยผ่านสายไฟ โดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า จะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง หรือกระแสสลับ ขึ้นอยู่กับชนิดของหลอด ที่ต้องการใช้กับไฟฟ้าประเภทใด



ภาพสัญลักษณ์ (Schematic Symbol)

หลอดไฟ



ภาพเหมือนจริง (Pictorial)

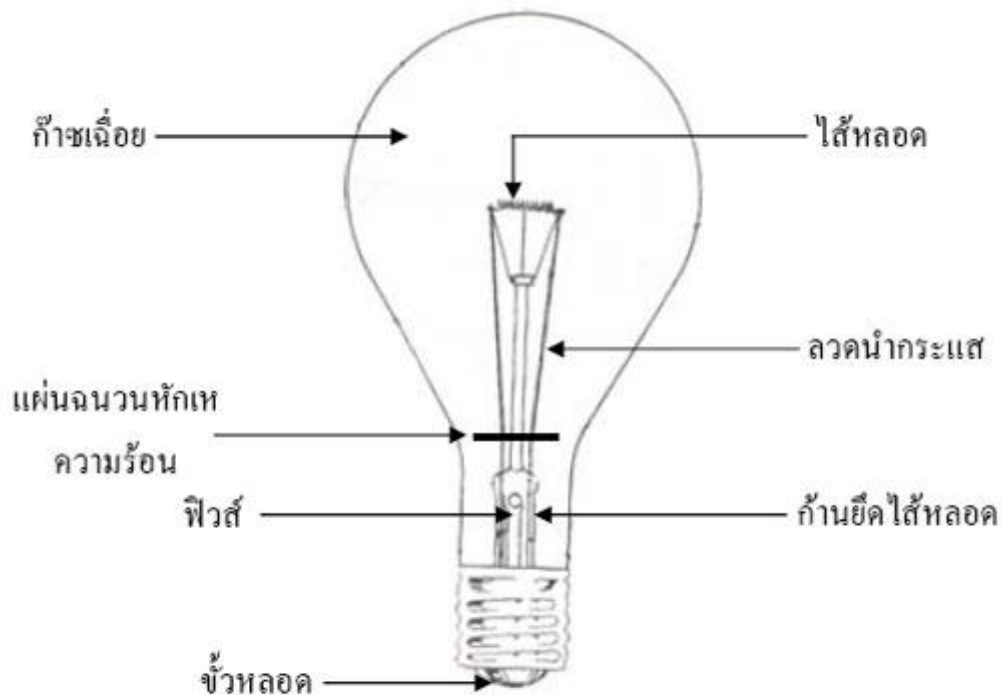
### รูปที่ 15.6 แสดงส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

ถ้าเป็นไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือน ต้องป้อนไฟฟ้ากระแสสลับให้กับหลอดไฟ โดยที่แหล่งจ่ายไฟคือโรงไฟฟ้าบริเวณเขื่อนต่าง ๆ ที่ผลิตกระแสไฟฟ้า แล้วส่งมาตามสายไฟฟ้าแรงสูง ผ่านหม้อแปลงที่การไฟฟ้าสถานีย่อย เพื่อแปลงแรงดันให้ลดลงเหลือประมาณ 12,000 โวลต์ แล้วส่งต่อมายังสายไฟตามถนนสายต่าง ๆ ก่อนที่จะต่อเข้าอาคารบ้านเรือน จะมีหม้อแปลงที่ใช้ในการแปลงไฟจาก 12,000 โวลต์เป็น 220 โวลต์ 1 เฟส โดยที่สายไฟจะมี 2 เส้นคือ ไลน์ (Line) และ นิวตรอน (Neutral) ไลน์ เป็นสายที่มีไฟ ส่วนนิวตรอน เป็นสายดิน ไม่มีไฟ สามารถทดสอบได้โดยใช้ไขควงเช็คไฟ ถ้าไฟติดที่เส้นใดแสดงว่าเป็นเส้นไลน์ นอกจากนี้ยังมีระบบไฟฟ้า ที่จ่ายให้กับโรงงานอุตสาหกรรม ประเภท 3 เฟส ซึ่งแรงเคลื่อนที่จ่ายอาจจะเป็น 220 โวลต์หรือ 380 โวลต์ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรม จะต้องใช้ไฟมาก จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ไฟแบบ 3 เฟส อาจจะมี 3 สายหรือ 4 สายก็แล้วแต่ความต้องการใช้งาน

#### 2.1.4 ชนิดของหลอดไฟฟ้า

หลอดไฟที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายประเภทเช่น หลอดไส้ หลอดนีออน หลอดแสงจันทร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดทังสเตนฮาโลเจน หลอดโลหะฮาไลด์ หลอดโซเดียม ฯลฯ เป็นต้น หลอดบางประเภทเป็นที่คุ้นเคยและพบเห็นได้ทั่วไป เช่น หลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

**หลอดไส้ (Incandescent Lamp)** เป็นหลอดไฟที่ใช้กันในยุคแรก ๆ บางทีเรียกกันว่าหลอดดวงเทียน เพราะมีแสงแดง ๆ เหมือนแสงเทียน มีทั้งชนิดแก้วใสและแก้วฝ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด จะเกิดความร้อน ยิ่งความร้อนมากขึ้นเท่าใด แสงสว่างที่เปล่งออกมาจากไส้หลอด ก็จะมากขึ้นเท่านั้น แต่ไม่ควรร้อนเกินขีดจำกัดที่จะรับได้ เพราะ

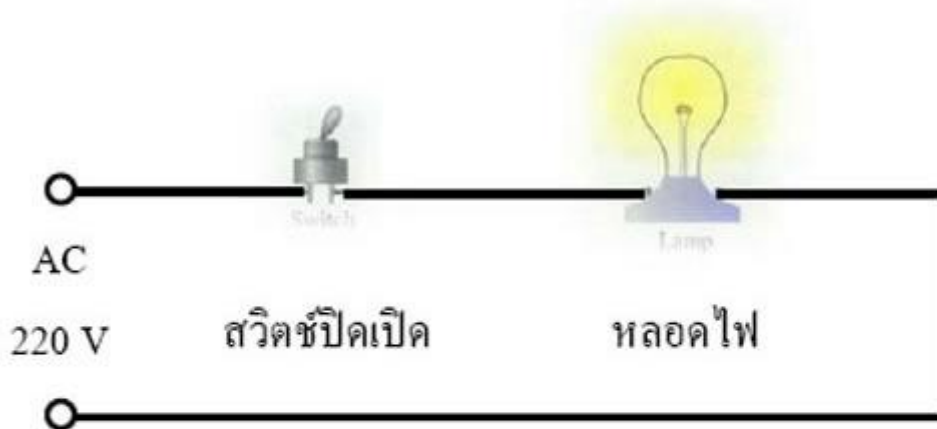


รูปที่ 15.7 แสดงส่วนประกอบของหลอดไส้

หลอดไฟที่ทำจากทั้งสแตนอาจขาดได้ ส่วนประกอบของหลอดไฟแสดงดังรูปที่ 15.7

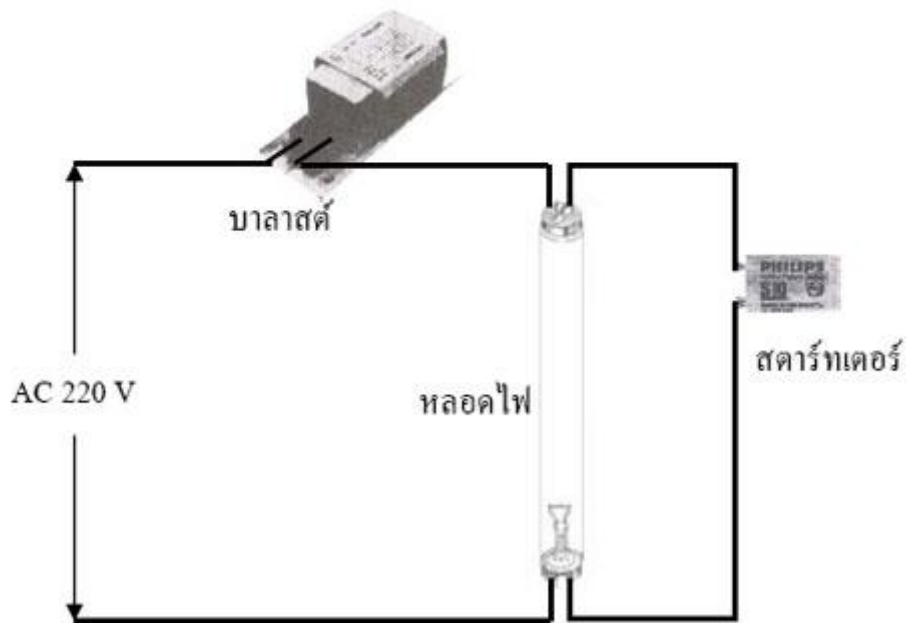
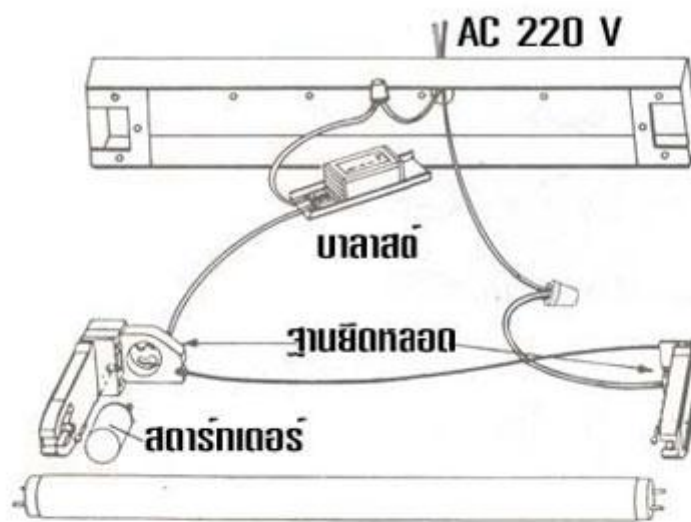
โครงสร้างภายในประกอบด้วยไส้หลอดที่ทำมาจากทั้งสแตน ก้านยึดไส้หลอด ลวดนำกระแส แผ่นฉนวนหักเหความร้อน ฟิวส์ ท่อดูดอากาศ และขั้วหลอด ภายในหลอดแก้วจะบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น อาร์กอน หรือไนโตรเจน เพื่อไม่ให้หลอดที่ร้อน ขณะป้อนกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้เกิดการเผาไหม้ไส้หลอดอาจจะขาดได้

การต่อวงจรใช้งานเริ่มจากต่อสายไฟ 220 VAC เข้ากับสวิตช์ แล้วต่อเข้าหลอดไฟ ส่วนสายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อเข้าหลอดไฟโดยตรง เมื่อทำการปิดสวิตช์จะมีกระแสไหลทำให้หลอดไฟติด เป็นการต่อวงจรใช้งานที่ง่ายกว่าหลอดประเภทอื่น หลอดไฟประเภทนี้มีขนาดอัตราทนกำลัง 25 วัตต์ 40 วัตต์ 60 วัตต์ และ 100 วัตต์ หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์มีอายุการใช้งาน 1,250 ชั่วโมงให้แสงสว่าง 430 ลูเมน เป็นต้น



### รูปที่ 15.8 แสดงการต่อวงจรใช้งานของหลอดไส้

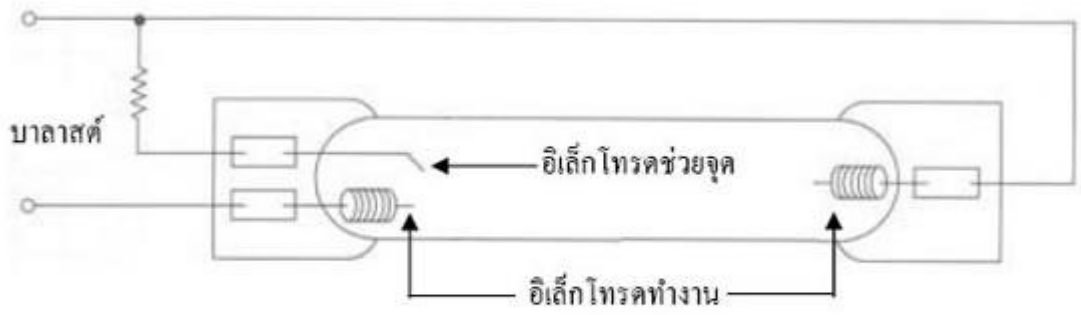
หลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent Lamp) เป็นหลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันทั่วไป เพราะทำให้แสงสว่าง นวลสบายตา และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน กว่าหลอดไส้ถึง 8 เท่า ลักษณะของหลอดเป็นรูป ทรงกระบอก รูปวงกลมและตัวยู มีขนาดอัตราทันทกำลัง 10 วัตต์ 20 วัตต์ 32 วัตต์และ 40 วัตต์เป็นต้น ขนาด 40 วัตต์มีอายุการใช้งาน 8,000 ถึง 12,000 ชั่วโมง ให้ความสว่างของแสงประมาณ 3,100 ลูเมน รูปที่ 15.9 ได้แสดงรายละเอียดส่วนประกอบ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 15.10 แสดงการต่อวงจรใช้งานของหลอดฟลูออโรเรสเซนต์


บัลลาสต์ ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีหน้าที่อยู่หลายอย่างคือ สร้างแรงดันไฟฟ้าสูงในขณะที่หลอดเริ่มทำงาน เมื่อหลอดทำงานแล้ว จะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดให้ต่ำลง และนอกจากนี้ยังทำหน้าที่จำกัดกระแส ไม่ให้ไหลผ่านหลอดมากเกินไป ในขณะที่หลอดให้แสงสว่างออกมา บัลลาสต์ที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ชนิดคือ ชนิดขดลวด(Choke Coils Ballast) ชนิดหม้อแปลงขดลวดชุดเดียว (Autotransformer Ballast) และชนิดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Ballast)

หลอดแสงจันทร์ 40 วัตต์จะให้แสงสว่างประมาณ 1,600-2,400 ลูเมน มีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 24,000 ชั่วโมง หลอดแสงจันทร์มีอยู่ 2 ชนิดคือ ชนิดที่ใช้บัลลาสต์กับชนิดที่ไม่ใช้บัลลาสต์ ชนิดที่ไม่ใช้บัลลาสต์จะมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่า เมื่อเริ่มทำงาน ก๊าซที่อยู่ในหลอด จะเกิดการแตกตัว โดยใช้เวลาระมาณ 10-15 นาทีแล้วแต่ชนิดของหลอด หลอดจะค่อย ๆ เริ่มเปล่งแสงสว่างออกมา เมื่อหลอดดับ แล้วต้องการให้หลอดติดใหม่ ต้องรอให้หลอดเย็นตัวก่อน



รูปที่ 15.13 แสดงส่วนประกอบและวงจรการทำงานของหลอดแสงจันทร์



	<b>แผนการสอนที่ 4</b>	<b>หน่วยที่ 2</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 4</b>
	ชื่อหน่วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>2.3 เข้าใจการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</p> <p>2.3.1 อธิบายวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้า</p> <p>2.3.2 อธิบายการประมาณโหลด (Load Estimating)</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้นที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่องการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้นพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		



#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้นที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<p style="text-align: center;"><b>ใบความรู้ที่ 4</b>  <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>  <b>ชื่อหน่วย ระบบแสงสว่าง</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>สอนครั้งที่ 4</b></p>
<p><b>เรื่อง</b> การคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</p>	<p style="text-align: center;"><b>จำนวนคาบ 2</b></p>
<p><b>2.3 การคำนวณแสงสว่างเบื้องต้น</b></p> <p><b>2.3.1 วิธีการออกแบบระบบไฟฟ้า</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ศึกษาแบบทางสถาปัตยกรรม เพื่อให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ของอาคาร การใช้งานของห้องที่สถาปนิกได้ทำการออกแบบไว้</li> <li>2. ประเมินการใช้โหลด โดยใช้ข้อมูลจากสถาปนิก และความต้องการของเจ้าของอาคาร</li> <li>3. กำหนดตำแหน่งและแนวทางของสายประธานจากการไฟฟ้า ฯ ที่จ่ายให้แก่อาคารขนาดแรงดันไฟฟ้าของระบบ และตำแหน่งของมิเตอร์วัดไฟฟ้า</li> <li>4. ศึกษาชนิดและการใช้งานของพื้นที่ในอาคาร อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการใช้และขนาดการกินกระแสของอุปกรณ์แต่ละชนิด</li> <li>5. ศึกษาความต้องการของโหลดไฟฟ้าระบบอื่นๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ ระบบลิฟท์และระบบประปา</li> <li>6. ศึกษาและกำหนดตำแหน่งติดตั้ง ขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ห้องติดตั้งหม้อแปลง ตู้ MDB ,ตู้ SDB หรือ Load Panel เป็นต้น</li> <li>7. คำนวณและออกแบบความต้องการของแสงสว่างของแต่ละห้อง ตามชนิดของการใช้งาน พร้อมทั้งกำหนดชนิดของดวงโคม</li> <li>8. กำหนดตำแหน่งของดวงโคมและเต้ารับในแบบและหากมีระบบไฟฟ้าสื่อสาร เช่นระบบโทรศัพท์ ,ระบบโทรทัศน์ ,ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ ควรจะเขียนแบบแยกแผ่นกัน ทั้งนี้เพื่อความง่ายในการอ่านแบบ</li> <li>9. แยกวงจรย่อยโดยโยงสายลงในแบบเพื่อควบคุมดวงโคม หรือเชื่อมต่อวงจรของเต้ารับไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในวงจรเดียวกันเข้าด้วยกัน พร้อมทั้งกำหนดหมายเลขของ วงจรในแผงจ่ายไฟ</li> <li>10. คำนวณโหลดแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้าย่อยพร้อมทั้งชนิด ขนาดของสายไฟฟ้าที่ร้อยสาย และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB) ลงในตารางโหลด</li> </ol>	

11. นำโหนดในแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้า รวมกันในแต่ละเฟสของระบบแล้วคำนวณหาสายป้อน และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกันผู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย
12. รวมโหนดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อยทั้งอาคาร เพื่อกำหนดหาพิกัดของอุปกรณ์ป้องกัน รวมถึงการกำหนดขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า และสายประธาน
13. เขียน Riser Diagram และ Single Line Diagram
14. กำหนดและออกแบบระบบอื่น ๆ เช่นระบบล่อฟ้า ระบบสื่อสารในอาคารระบบป้องกันภัย และอื่นๆ
15. ตรวจสอบและแก้ไขแบบให้ถูกต้องสมบูรณ์
16. เขียนข้อกำหนดและรายละเอียดประกอบแบบลงในแบบ

### 2.3.2 มาตรฐาน กฎและระเบียบ ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

เป็นมาตรฐานความปลอดภัยหลักสำหรับงานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการไฟฟ้าทั้งสามแห่ง ได้ยึดถือมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดกฎและข้อบังคับของการไฟฟ้าฯแต่ละแห่ง (ปัจจุบัน ใช้มาตรฐานการติดตั้งร่วมกัน)

1 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของการพลังงานแห่งชาติใช้ในการกำหนดมาตรฐานในการออกแบบไฟฟ้า การเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การออกแบบระบบป้องกันเกี่ยวกับการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า เขตการรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2 กฎการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกระทรวงมหาดไทยมีหน้าที่รับผิดชอบ เกี่ยวกับความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคารจึงได้ออกกฎกระทรวง เพื่อให้ผู้ติดตั้งและผู้ใช้ไฟฟ้าปฏิบัติตาม

3 กฎกระทรวงมหาดไทยสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีส่วนสำคัญเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า บัลลัสต์ ฟิวส์ อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้าวิธีการทดสอบ การกำหนดคุณภาพ และมาตรฐานต่ำสุด ความปลอดภัย ขนาดและชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการตรวจสอบ และประทับตรารับรองมาตรฐานแก่ผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานตามที่กำหนด

4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.)มาตรฐานฉบับนี้กำหนดหลักการทั่วไปในการออกแบบไฟฟ้า วัสดุ และวิธีการเดินสาย ตลอดจนการใช้งานและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

5 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.)

- National Electrical Code (NEC) เป็นมาตรฐานของ USA และเป็นมาตรฐาน หลักในการร่างมาตรฐานของ

ว.ส.ท

- National Electrical Manufacturer Association Standard (NEMA) เป็นมาตรฐานของ USA ซึ่งกำหนดและแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า ตามประเภทของการใช้งาน

- Underwriter's Laboratories (UL) กำหนดและทำการทดสอบมาตรฐานต่ำสุด ของความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า ที่จะนำไปใช้งาน

- IES Lighting Handbook Illuminating Engineering Society (IES) เป็นมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมส่องสว่าง ที่ต้องใช้ในการออกแบบทางด้านการส่องสว่าง การกำหนดตำแหน่ง และ ชนิดของดวงโคม

### หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

- ความปลอดภัย (Safety)
- แรงดันตก (Voltage Drop)
- ความง่ายในการดัดแปลง (Flexibility)
- ความประหยัด (Economy)
- ความเชื่อมั่นของระบบ

### 2.3.2 การประมาณโหลด (Load Estimating)

โหลดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โหลดแสงสว่าง (Lighting Load)

2. โหลดไฟฟ้ากำลัง

- เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป
- เครื่องปรับอากาศ , เครื่องทำความเย็น
- ระบบลิฟต์ , บันไดเลื่อน
- ระบบสุขาภิบาล
- ระบบโทรศัพท์
- ระบบโทรทัศน์
- ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ระบบเครื่องดูดควัน เป็นต้น

โหลดไฟฟ้ายังสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

- โหลดต่อเนื่อง อันได้แก่ โหลดทางไฟฟ้าที่จะต้องใช้งานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา เช่น โหลดแสงสว่าง โหลดบันไดเลื่อน เป็นต้น

- โหลดไม่ต่อเนื่อง ได้แก่ โหลดที่มีลักษณะการทำงานเป็นครั้งคราว เป็นคาบเวลา เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหากมีการใช้งานอยู่ตลอดเวลาถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องได้เช่นเดียวกัน) ในการแยกชนิดของโหลดจะส่งผล

ในการคำนวณออกแบบและการกำหนดขนาดสายวงจรย่อย ,สายป้อนและอุปกรณ์ป้องกัน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

**ตัวอย่างที่ 1** วงจรย่อยวงจรหนึ่งมีโหลดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36W LOW POWER FACTOR จำนวน 10 หลอด จงหาขนาดสายวงจรย่อย และขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB)

**วิธีทำ** จากตารางที่ 2

โหลดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W 1 หลอด

พิกัดโหลด = 100 VA

โหลดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36W 10 หลอด

พิกัดโหลด  $10 \times 100 \text{ VA} = 1000 \text{ VA}$ .

พิกัดกระแส = 4.545 A.

- ขนาดของสาย  $4.545 \times 1.25 = 5.68 \text{ A}$ .

เลือกใช้สายชนิด THW เดินในท่อร้อยสายโลหะ ได้ขนาด 2.5 sqmm. (18A)

- ขนาดของท่อร้อยสาย

สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2"

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน  $18 \times 0.8 = 14.4 \text{ A}$

เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันขนาด 10AT / 50AF (สูงกว่าพิกัดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน

**ตัวอย่าง2** วงจรย่อยวงจรหนึ่งมีโคมไฟฟ้า หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 400W LOW POWER FACTOR จำนวน 6 หลอด จงหาขนาดสายวงจรย่อย (สาย THW เดินในท่อ EMT) และขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB)

**วิธีทำ**

หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 400W LOW POWER FACTOR 1 หลอด

พิกัดโหลด (จากตารางโหลดของหลอดไฟฟ้า)= 800 VA.

หลอดเมทัลฮาไลด์ ขนาด 400W LOW POWER FACTOR 6 หลอด

พิกัดโหลด  $6 \times 800 \text{ VA} = 4800 \text{ VA}$ .

พิกัดกระแส = 21.82 A.

- ขนาดของสาย  $21.82 \times 1.25 = 27.275 \text{ A}$ .

เลือกใช้สายชนิด THW เดินในท่อร้อยสายโลหะ ได้ขนาด 6 sqmm. (31A)

- ขนาดของท่อร้อยสาย


สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น จากตารางที่ 7.5 เลือกใช้ท่อขนาด 1/2"

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน  $31 \times 0.8 = 24.8 \text{ A}$

เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันขนาด 25AT / 50AF (สูงกว่าพิกัดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน)





	<b>แผนการสอนที่ 5</b>	<b>หน่วยที่ 2</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 5</b>
	ชื่อหน่วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>2.4 เข้าใจการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า</p> <p>2.4.1 อธิบายวัสดุตัวนำไฟฟ้า และวัสดุฉนวนไฟฟ้า</p> <p>2.4.2 อธิบายสายไฟฟ้า – สายหุ้มฉนวน</p> <p>2.4.3 อธิบายการต่อสายไฟฟ้า</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้าที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่องการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้าพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณแสงสว่างเบื้องต้นที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<b>ใบความรู้ที่ 5</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบแสงสว่าง</b>	<b>สอนครั้งที่ 5</b>
<b>เรื่อง</b> การเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า	<b>จำนวนคาบ 2</b>

## 2.4 การเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า

### 2.4.1 วัสดุตัวนำไฟฟ้า และฉนวน

**วัสดุตัวนำไฟฟ้า** วัสดุที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่ โลหะเงิน โลหะทองแดง โลหะอะลูมิเนียม โลหะเงินเยอรมัน โลหะตะกั่ว และโลหะผสมต่าง ๆ สายไฟฟ้าที่ใช้ในงาน ภายในอาคารบ้านเรือนจะใช้โลหะทองแดง และระบบไฟฟ้าแรงสูงจะใช้โลหะอะลูมิเนียม โลหะทองแดงที่ใช้ในงานไฟฟ้าจะต้องมีความบริสุทธิ์มาก หากมีสิ่งเจือปนเล็กน้อยก็จะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นมาก โลหะทองแดงจะต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ทองแดงที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่

ก. สายทองแดงแข็งปานกลาง เป็นสายทองแดงที่ทำการรีดเส้นลวด เมื่อได้ ขนาดตามที่ต้องการแล้วจะไม่นำไปอบให้อ่อน สายทองแดงชนิดนี้จะแข็งและทนต่อแรงดึงได้สูง สูงกว่าสายทองแดงชนิดอบให้อ่อนใช้ในงานเดินสายไฟฟ้ากลางแจ้ง และสามารถขึงให้ตึง มาก ๆ ได้ เช่น สายโทรศัพท์ สายโทรเลข สายทองแดงชนิดรีดแข็งนี้มี ความต้านทานสูงกว่า สายทองแดงอ่อนราว 2.7%

ข. สายทองแดงอ่อนหรือชนิดอบให้อ่อน คือ สายทองแดงที่รีดได้ขนาดแล้วนำไปอบ ด้วยความร้อนให้อ่อน ซึ่งเมื่อนำไปหรือโค้งงอ จะสามารถทำได้ง่าย ทนแรงดึงได้เพียง 60% ของสายทองแดงชนิดแข็ง



2. **วัสดุฉนวนไฟฟ้า** ฉนวนคือวัสดุที่มีคุณสมบัติในการกีดกันหรือขัดขวางการไหล ของกระแสไฟฟ้าหรือวัสดุที่ กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ ได้แก่ ยาง ไฟเบอร์ พลาสติก ฯลฯ ฉนวนจะต้องสามารถป้องกันตัวนำไฟฟ้าจาก ความร้อนหรือของเหลวที่สามารถกัดกร่อน ตัวนำไฟฟ้า และสามารถกันน้ำได้ดี ฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้าต้องมี ความต้านทานสูง ต้อง ไม่ถูกกรดหรือด่างกัดกร่อนได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 0 ถึง 200 องศาฟาเรนไฮต์ และต้องไม่ดูด ความชื้นในอากาศ ฉนวนที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้ามีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แร่ใยหิน ยางทนความร้อน พลาสติก PVC ฉนวน ที่นิยมใช้งาน ได้แก่

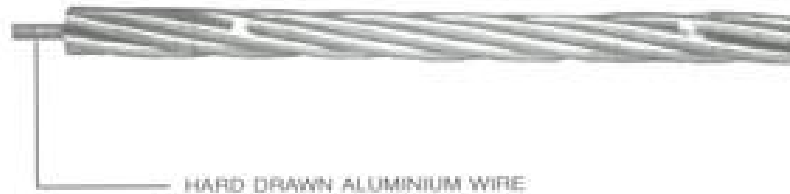
ก. ฉนวนยาง ฉนวนยางที่ใช้หุ้มตัวนำไฟฟ้าและสายเคเบิลมาจากยางพารา 20 ถึง 40% ผสมกับแร่ธาตุอีก หลายชนิด เช่น ผงซิลิเกตของแมกนีเซียม สังกะสีออกไซด์ ฯลฯ และมีกำมะถันปนอยู่ด้วยเล็กน้อย ใช้ทาสาย ไฟฟ้าแรงสูง

ข. พลาสติก PVC เป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติบดบังได้ แต่ไม่ดีเท่ากับยาง ไม่มี ปฏิกริยากับออกซิเจนและน้ำมัน ต่าง ๆ ไม่มีปฏิกิริยากับกรดและด่าง ทนอุณหภูมิได้สูง จึง เป็นที่นิยมใช้งานกันมากในปัจจุบัน



สายไฟฟ้าที่มีฉนวน

### สายอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (AAC -All Aluminum Conductor)



เป็นตัวนำอลูมิเนียมล้วนตีเกลียวเป็นชั้นๆ รับแรงดึงได้ต่ำ จึงไม่สามารถขึงสายให้มีระยะห่างมากๆ ได้ ปกติความยาวช่วงเสา ต้องไม่เกิน 50 เมตร ยกเว้นสายที่มีขนาด 95 sq.mm ขึ้นไปสามารถมีระยะช่วงเสามากถึง 100 เมตร มีลักษณะและข้อมูลทางเทคนิค (บางกอกเคเบิ้ล) ดังรูป

### สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR -Aluminum Conductor Steel Reinforced)



เป็นสายอลูมิเนียมตีเกลียวและมีสายเหล็กอยู่ตรงกลางเพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้น ทำให้ขยายระยะห่างช่วงเสาได้มากขึ้น แต่จะไม่ใช้สายชนิดนี้บริเวณชายทะเล เพราะจะเกิดการกัดกร่อนจากไอเกลือ มีลักษณะและข้อมูลทางเทคนิค (บางกอกเคเบิ้ล) ดังรูป

## 2.4.2 สายไฟฟ้า – สายหุ้มฉนวน

### สาย Partial Insulated Cable (PIC)



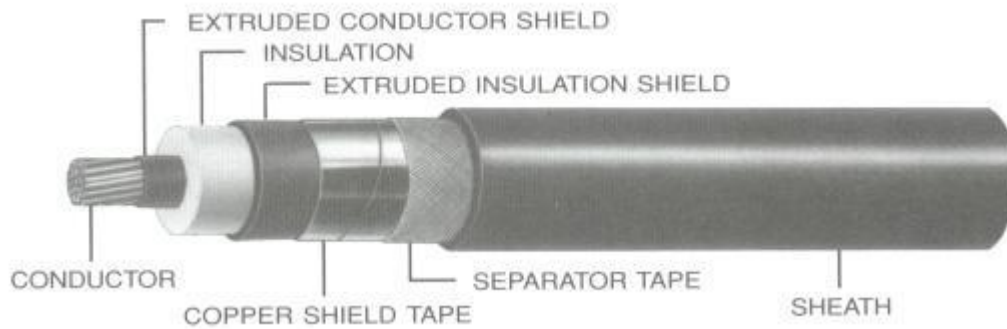
โครงสร้างประกอบด้วยตัวนำอลูมิเนียมเคลือบด้วยฉนวนหุ้มด้วยฉนวน XLPE (Cross-linked Polyethylene) หรือ PE (Polyethylene) แล้วแต่ความเหมาะสม 1 ชั้น ปัจจุบันนิยมใช้ฉนวน XLPE ถึงแม้มีฉนวนหุ้ม ก็ไม่สามารถแตะต้องสายได้ เพราะฉนวนบางมาก ซึ่งจะช่วยลดการเกิดลัดวงจร ของสายเปลือยเท่านั้น ใช้เดินในอากาศผ่านลูกถ้วยแทนสายเปลือย

### สาย Space Aerial Cable (SAC)



โครงสร้างประกอบด้วยตัวนำอลูมิเนียมเคลือบด้วยฉนวนหุ้มด้วยฉนวน XLPE เช่นเดียวกับสาย PIC แต่จะมีเปลือก (Sheath) ที่ทำจาก XLPE หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง แต่ไม่มีซิลด์จึงไม่สามารถกั้นสนามไฟฟ้าที่ออกจากตัวนำได้ และถึงแม้จะมีเปลือกหุ้ม ก็ไม่ควรสัมผัสสายโดยตรง เพราะมีความเข้มสนามไฟฟ้าสูง ในการใช้งาน จำเป็นต้องติดตั้งบนฉนวนไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง และต้องใช้ฉนวนที่เรียกว่า spacer ที่เหมาะสมกับแรงดันเป็นตัวรองรับ และเพื่อจากักระยะห่างระหว่างสาย แม้ว่าจะสามารถวางไว้ใกล้กันได้มากกว่าสาย PIC แต่ต้องไม่เกินค่าจำกัดค่าหนึ่งและต้องใช้ Messenger Wire เป็นตัวรับน้ำหนักและช่วยดึงสายไว้ Messenger Wireจะต่อลงดินทำหน้าที่เป็นสายOverhead Ground Wire ด้วย

### สาย Preassembly Aerial Cable



สายชนิดนี้จัดเป็นสาย fully insulated มีโครงสร้างดังรูป

- สายชนิดนี้จัดเป็นสาย fully insulated มี โครงสร้างคล้ายสาย XLPE และสามารถวางใกล้กันได้
- จึงใช้สายชนิดนี้ในบริเวณที่มี ระยะห่างจากตัวอาคาร
- จำกัด หรือผ่านบริเวณที่มีคนอาศัยอยู่

### สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด วีเอเอฟ (VAF)



สายไฟตาม มอก.11-2531 ที่ตามท้องตลาดเรียกว่าสายชนิด วีเอเอฟ (VAF) เป็นสายชนิด ทนแรงดัน 300 V มีทั้งชนิดที่เป็นสายเดี่ยว สายคู่ และที่มีสายดินอยู่ด้วย ถ้าเป็นสายเดี่ยว จะเป็นสายกลม และถ้าเป็นชนิด 2 แกน หรือ 3 แกน จะเป็นสายแบน ตัวนานอกจาก จะมีฉนวนหุ้ม แล้วยังมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง สายคู่จะนิยมรัดด้วยเข็มขัดรัดสาย (Clip) ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั่วไป สายชนิดนี้ห้ามใช้ในวงจร 3 phase ที่มีแรงดัน 380 V เช่นกัน ( ในระบบ 3 phase แต่แยกไปใช้งานเป็นแบบ 1 phase แรงดัน 220 V. จะใช้ได้)



### สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด ทีเอชดับเบิลยู (THW)



สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ที่ในท้องตลาดนิยมเรียกว่า ทีเอชดับเบิลยู (THW) เป็นสาย ไฟฟ้าชนิดทนแรงดัน 750 V เป็นสายเดี่ยว นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะใน โรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ในวงจรไฟฟ้า 3phase ได้ ปกติจะเดินร้อยในท่อร้อยสาย ชื่อ THW เป็นชื่อตามมาตรฐานอเมริกัน ซึ่งเป็นสายชนิดทนแรงดัน 600 V อุณหภูมิใช้งานที่ 75 องศาเซลเซียส แต่ในประเทศไทยนิยม เรียกสายที่ผลิตตาม มอก. 11 -2531 ว่าสาย THW เนื่องจากมีโครงสร้างคล้ายกัน และรู้กันทั่วไปในท้องตลาด

### สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด เอ็นวายวาย (NYY)



สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ตามท้องตลาดนิยมเรียกว่าสายชนิด เอ็นวายวาย (NYY) มีทั้งชนิดแกนเดี่ยวและหลายแกน สายหลายแกน ก็จะเป็นสายชนิดกลม เช่นกัน สายชนิดนี้ทนแรงดันที่ 750 V. นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางเช่นกัน เนื่องจากมีความทนต่อสภาพแวดล้อม เพราะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง บางทีเรียกว่าเป็นสายฉนวน 3 ชั้น ความจริงแล้ว สายชนิดนี้มีฉนวนชั้นเดียว อีกสองชั้นที่เหลือเป็นเปลือก เปลือกชั้นใน ทาหน้าที่เป็นแบบ (Form) ให้สายแต่ละแกนที่ติดเกลียวเข้าด้วยกัน มีลักษณะกลม แล้ว จึงมีเปลือกนอกหุ้ม อีกชั้นหนึ่ง ทาหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ

## สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด วีซีที (VCT)

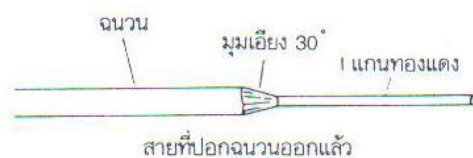
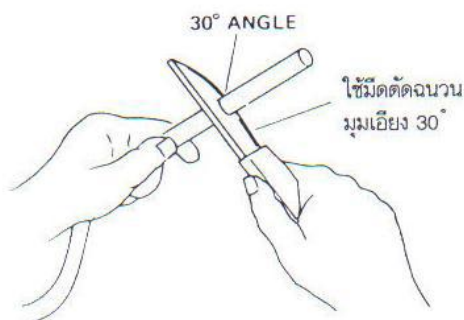


สายไฟฟ้าตาม มอก.11 -2531 ตามท้องตลาดเรียกว่า สาย วีซีที (VCT) เป็นสายกลมมี ทั้งชนิดหนึ่งแกน 2 แกน 3 แกนและ 4 แกนทนแรงดันที่ 750 V. มีฉนวนและเปลือกเช่นกัน มีข้อพิเศษกว่าก็คือ ตัวนาจะประกอบไปด้วย ทองแดงฝอยเส้นเล็ก ๆ ทำให้มีข้อดีคือ อ่อนตัวและ ทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็น สายเดินเข้า เครื่องจักร ที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน สายชนิดนี้ ใช้งานได้ทั่วไปเหมือนสายชนิด NYY สาย VCT มีหลายแบบ ตามรูปทรงโดยแบ่งได้ทั้งแบบ VCT -GRD ซึ่งมี 2 แกน 3 แกนและ 4 แกน และมีสายดินเดินร่วมไปด้วยอีกเส้นหนึ่ง เพื่อให้เหมาะสมสำหรับใช้เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน

### 2.4.3 การต่อสายไฟฟ้า

#### การปกอสายไฟฟ้า

การปกอสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน และทำให้สายไม่หักงอง่ายทำได้โดยใช้มีดปกฉนวนไฟฟ้า ออกในลักษณะเดียวกับการเหลาดินสอ โดยให้ฉนวนเป็นมุมประมาณ 30 องศา ดังแสดงในรูป การที่ไม่ปกอสาย ตรงๆเพราะจะทำให้สายไฟฟ้าเป็นรอยและหักง่าย

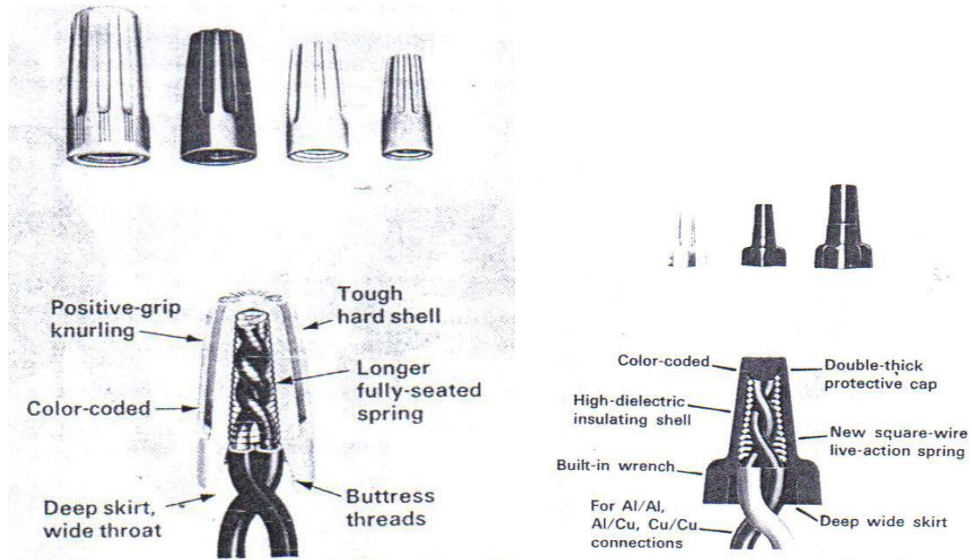


รูปการใช้มีดปกสายไฟฟ้า

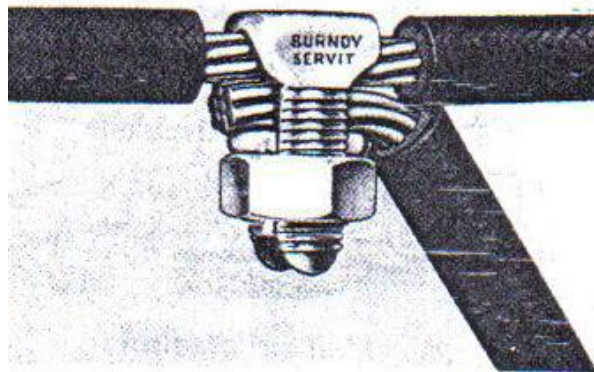
#### การต่อสายไฟฟ้า

- 1) การต่อสายไฟฟ้าด้วยหมวกต่อสาย ( Wire Nuts ) หมวกต่อสายหรือวายนัท ลักษณะภายนอกเป็นพลาสติก

แข็งแกร่งทนไฟอย่างดี ภายในจะมีสปริงโลหะลักษณะเป็นเกลียวขดอยู่เพื่อใช้ในการขันล๊อคและบีบสายให้แน่น การต่อสายไฟฟ้ด้วยหมวกต่อสายทำได้โดยนำสายไฟที่จะต่อกัน 2 เส้นมาตีเกลียว ให้ตัวนำมีความยาวไม่เกินกว่า ความลึกของหมวกต่อสายชั้นให้แน่น แล้วนำหมวกต่อสายมาครอบและขันให้แน่นโดยหมุนไปทางขวา เกลียว ภายในจะดึงสายไฟที่ตีเกลียวให้เข้าไปภายในและล๊อคอย่างแน่นหนา ดังแสดงดังรูป



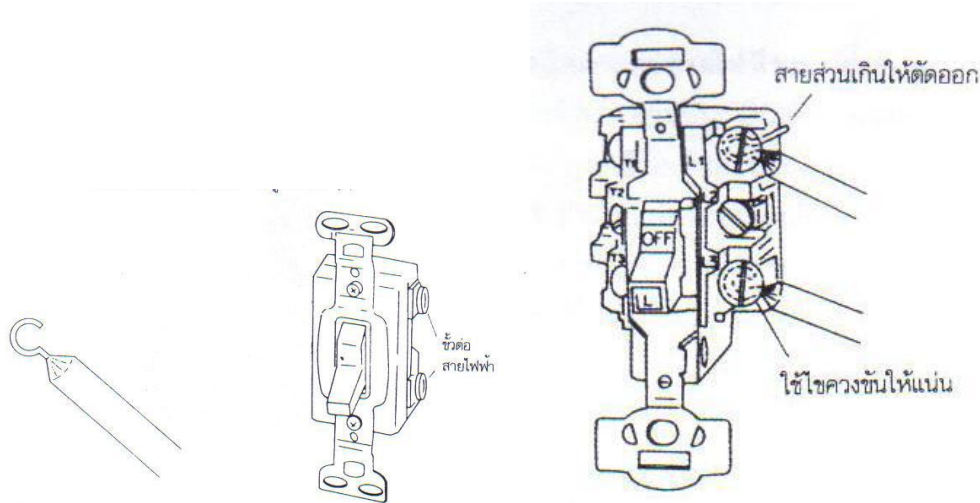
2) การต่อแยกสายด้วยโบลท์ คือการต่อสายแยกออกจากสายหลักเรียกว่า **Splicing** นิยมใช้หัวต่อสายชนิด โบลท์เรียกว่า **Bolt -Type** การต่อแยกสายโบลท์ ทำได้โดยการปอกสายเมนประมาณ 2 นิ้วให้เห็นหัวนำสายไฟฟ้า และนำสายที่จะต่อแยกมาวางให้แนบสนิทกันและใช้โบลท์ล๊อคสายทั้งสองเส้น จากนั้นใช้ประแจปากตายหรือ ประแจเลื่อน (**Wrench**) ขันนอตให้แน่นแล้วใช้เทปพันสายไฟ (**Tape**) พันเป็นฉนวนทับอีกชั้นหนึ่ง ดังรูป



3) การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปที่ต้องต่อสายไฟฟ้าเข้ากับตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น สวิตซ์ (**Switches**) และเต้ารับ (**Plugs**) เมื่อปอกสายไฟฟ้ด้วยวิธีที่ถูกต้องแล้ว ให้ใช้คีมปากแหลมตัดบริเวณปลายของตัวนำ

โค้งพอดีกับขนาดของสกรูที่ตัวสวิตช์หรือเต้ารับ ดังรูป ( a ) ลักษณะของสวิตช์ไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม แสดงดังรูป ( b ) เมื่อจะต่อสายที่ปลายตัดโค้งแล้วในรูป ( a ) เข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าในรูป ( b ) ทาได้โดยนำปลายสาย ม้วนไว้ได้เป็นของสกรู และใช้ไขควงให้สกรูยึดกับสายไฟให้แน่นที่สุด โดยให้ทิศทางของการไขของไขควงไป ทิศทางเดียวกันกับปลายของสายไฟที่โค้งงอไว้ ดังรูป ( c )

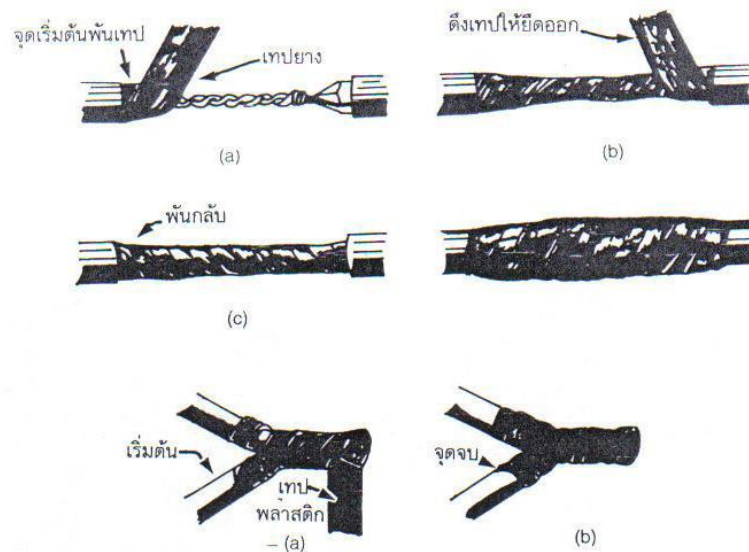
( a ) สายไฟฟ้า ( b ) สวิตช์ไฟฟ้า ( c ) การต่อสายเข้าสวิตช์ไฟฟ้า



### การหุ้มฉนวนสายไฟฟ้า

1. เทปพันสายไฟฟ้า ทาด้วยวัสดุสังเคราะห์จำพวก PVC , Rubber , Glass

มีความยืดหยุ่นดี มีหลายสี เช่น สีดำ สีขาว สีเทา เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีใช้ในการพันหุ้มสายไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการติดตั้งไฟฟ้าหรืองานซ่อมบำรุงไฟฟ้า การพันเทปทับสายไฟแสดง ขั้นตอนอย่างละเอียดดังรูปต่อไปนี้




## การใช้เรซินหุ้มสายไฟฟ้า

การใช้เรซินหุ้มสายไฟฟ้า ในการต่อสายไฟฟ้าที่เป็นสายฟ้าแรงสูง ( High Voltage) ต้องใช้ฉนวนไฟฟ้าชนิดพิเศษ คือ เรซิน (Resin ) ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงกว่าเทปพันสายไฟฟ้า ผสมให้เป็นของเหลวและเทให้เรซินนี้ห่อหุ้มบริเวณจุดต่อสายไฟฟ้าแรงสูงให้ทั่วบริเวณ เมื่อเรซินแห้งแล้วจะเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดียิ่ง นอกจากนี้เรซินแล้วบริษัทผู้ผลิตบางแห่งยังนำซิลิโคน (Silicone ) มาใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าอีกด้วยดังต่อไปนี้

## การใช้และการตรวจสอบสายไฟฟ้า

- \* สายไฟฟ้าเก่าหรือหมดอายุใช้งาน สังเกตได้จากฉนวนจะแตกหรือแห้งกรอบ บวม
- \* ฉนวนสายไฟชำรุด อาจเกิดจากหนูหรือแมลงกัดแทะหรือวางของหนักทับ เดินสายไฟใกล้แหล่งความร้อน ถูกของมีคมบาด
- \* จุดต่อสายไฟต้องให้แน่น หน้าสัมผัสให้ดี พันฉนวนให้เรียบร้อย
- \* ขนาดของสายไฟฟ้า ใช้ขนาดของสายให้เหมาะสมกับปริมาณกระแสที่ไหลในสาย หรือให้เหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรนั้น
- \* สายไฟฟ้าต้องไม่เดินอยู่ใกล้แหล่งความร้อน สารเคมี หรือถูกของหนักทับ เพราะทำให้ฉนวนชำรุดได้ง่าย และเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรขึ้นได้
- \* สายไฟฟ้าต้องไม่พาดบนโครงเหล็ก รั้วเหล็ก ราวเหล็ก หรือส่วนที่เป็นโลหะต้องเดินสายไฟฟ้าโดยใช้ฟูกประกบ หรือร้อยท่อให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วลงบนโครงโลหะ ซึ่งจะเกิดอันตรายขึ้นได้



	<b>แผนการสอนที่ 6</b>	<b>หน่วยที่ 3</b>
	<b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>	<b>สัปดาห์ที่ 6</b>
	<b>ชื่อหน่วย การป้องกันเพลิงไหม้</b>	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>3.1 เข้าใจการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>3.1.1 อธิบาย ระยะเวลาการเกิดเพลิงไหม้</p> <p>3.1.2 อธิบายคำจำกัดความและความหมายต่างในอัคคีภัย</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ การเกิดเพลิงไหม้ในอาคารที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ การเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของ การเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่อง การเกิดเพลิงไหม้ในอาคารพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของ การเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องการเดินสายไฟฟ้าและการเลือกชนิดสายไฟฟ้า</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง การเกิดเพลิงไหม้ในอาคารที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%



## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<p style="text-align: center;"><b>ใบความรู้ที่ 6</b>  <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>  <b>ชื่อหน่วย การป้องกันเพลิงไหม้</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>สอนครั้งที่ 6</b></p>
<p><b>เรื่อง</b> การเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p>	<p style="text-align: center;"><b>จำนวนคาบ 2</b></p>
<p><b>3.1 การเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</b></p> <p><b>3.1.1 ระยะเวลาการเกิดเพลิงไหม้</b></p> <p>อัคคีภัยที่เกิดขึ้นในอาคาร ส่วนใหญ่แล้วจะเกี่ยวข้องกับวัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงของแข็ง และ จะเกิดขึ้นตามลำดับเป็น 4 ระยะด้วยกัน</p> <p><b>1.ระยะเริ่มต้น</b></p> <p>การสลายตัวเนื่องจากความร้อนของวัสดุที่ไหม้ไฟได้จะเกิดอนุภาคเล็ก ๆ จำนวนมาก ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มีทั้งอนุภาคของแข็งและอนุภาคของเหลว ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนซึ่งยังไม่ไหม้ไฟ ไอ น้ำ และก๊าซ ต่าง ๆ ซึ่งเกิดขึ้นด้วยการสลายตัวเนื่องจากความร้อนอนุภาคที่ไหม้ไฟเหล่านี้ในระยะเริ่มต้นจะมีขนาดเล็กมาก น้อยกว่า 1 ไมครอน (หนึ่งในล้านของเมตร) ซึ่งตาของมนุษย์โดยทั่วไปแล้วไม่อาจมองเห็นอนุภาคที่เล็กกว่า 5 ไมครอนได้ดังนั้นการเกิดการเผาไหม้ในระยะเริ่มต้นนี้จึงยังมองไม่เห็น</p> <p><b>2.ระยะเกิดเป็นควัน</b></p> <p>ถ้าเพลิงที่เกิดในเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งยังคงดำเนินต่อไป มันจะถึงระยะที่เกิดเป็นควันขึ้น การเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดซึ่งทั้งประมาณและมวลสารของอนุภาครวมตัวกันเพิ่มขึ้นจนเกิดเป็นควันที่มองเห็น ได้ความร้อนที่ออกมาจะเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่เพียงพอที่จะช่วยให้การลุกไหม้ดำเนินติดต่อกไปได้เอง</p> <p><b>3.ระยะเกิดเปลวไฟ</b></p> <p>ระยะนี้เมื่อปริมาณความร้อนมากพอที่จะจุดก๊าซ และอนุภาคที่ยังไม่ไหม้ไฟซึ่งเกิดจากการสลายตัวเนื่องจากความร้อนให้ลุกไหม้ขึ้น เมื่อไฟเข้ามาถึงระยะเกิดเปลวแล้ว มันจะเกิดพลังงานพอเพียงที่จะทำให้เกิดการลุกไหม้ต่อไปได้ด้วยตัวของมันเอง และความร้อนจะสูงขึ้น ทรายใดที่ยังมีเชื้อเพลิง , ออกซิเจน และอุณหภูมิสูงเกินกว่าจุดติดไฟของเชื้อเพลิงนั้นอยู่</p> <p><b>4.ระยะเกิดความร้อนสูง</b></p> <p>ระยะนี้เป็นระยะสุดท้ายของเพลิงเป็นช่วงที่เกิดความร้อนสูงตามมาอย่างรวดเร็วถ้าเพลิงลุกลามขึ้นมาถึงขั้นนี้ จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากมาย และยากที่จะดับลงได้</p>	

### 3.2.2 คำจำกัดความและความหมายต่างในอักษณิัย

สัญญาณเตือนภัย (Alarm Signal) หมายถึงสัญญาณแสดงสภาวะฉุกเฉินที่ต้องการปฏิบัติการตอบสนองทันทีตามมาตรฐานนี้

สัญญาณเตือนภัย หมายถึงสัญญาณเตือนอักษณิัยสัญญาณควบคุม ( Supervisory Signal) เป็นสัญญาณแสดงถึงความต้องการปฏิบัติการด้านควบคุมระบบสัญญาณขัดข้อง [ TroubleSignal] เป็นสัญญาณแสดงถึงข้อขัดข้องในลักษณะต่างๆภายในระบบสัญญาณเตือนภัย เช่น วงจรขาด ลัดวงจร หรือ สายไฟรั่วลงดิน เป็นต้นบริกษณิัยป้องกันของระบบ หรืออุปกรณ์สำเร็จเพื่อป้องกันของระบบ [ Protective System, Equipment or Apparatus] หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ดับเพลิง, ใช้ควบคุมอุณหภูมิ, ใช้ควบคุมสภาวะที่เป็นอันตรายต่อชีวิต หรือทรัพย์สิน เช่นระบบพ่นน้ำอัตโนมัติ ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ฝ้าปีอัตโนมัติ เป็นต้น

#### อุปกรณ์ตรวจจับควัน [Smoke Detector]

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเผาไหม้ได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นไม่ว่าการเผาไหม้นั้นจะมองเห็นควันได้หรือไม่ก็ตาม อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน [ Heat Detector] เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับอุณหภูมิหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สูงขึ้น อุปกรณ์เตือนภัยเดี่ยว [Single Station Alarm Device] ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์ส่งสัญญาณรวมเข้าอยู่ด้วยกันเป็นชุดเดียวโดยทำงานจากแหล่งจ่ายไฟซึ่งอาจอยู่ในตัวของมันเอง หรือจากภายนอกอุปกรณ์เตือนภัยชุด [Multiple Station Alarm Device] ประกอบด้วยอุปกรณ์เตือนภัยเดี่ยวตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป และต่อถึงกัน เมื่อชุดใดชุดหนึ่งทำงาน ทุกชุดจะส่งสัญญาณเตือนภัย หรืออาจจะประกอบด้วยอุปกรณ์เตือนภัยเดี่ยวต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับหลายชุด หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้อื่น

#### ระบบสัญญาณป้องกัน [Protective Signalling System]

หมายถึง วงจร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณเตือนภัย สัญญาณควบคุมและสัญญาณขัดข้อง เพื่อผลในการป้องกันชีวิตและทรัพย์สิน ดูแลการเตือน [Alarm Service] ได้แก่การซ่อมบำรุงที่จำเป็นภายหลังที่เกิดสัญญาณเตือนอักษณิัย ดูแลการควบคุม [ Supervisory Service] ได้แก่การซ่อมบำรุงตามความจำเป็น เพื่อให้การควบคุมเป็นที่แน่ใจได้การบำรุงรักษา [ Maintenance] ได้แก่การตรวจสอบ ทดสอบและซ่อมแซมระบบเป็นครั้งคราวเพื่อให้ระบบสัญญาณเตือนภัยพร้อมที่จะทำงานได้ตลอดเวลา รวมถึงการเปลี่ยนแปลงระบบหรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนบางอย่างเมื่อระบบเกิดขัดข้อง

ระบบภายใน [Local System] ได้แก่ระบบที่ก่อให้เกิดสัญญาณในบริเวณที่มีการป้องกันอัคคีภัย

ระบบเตือนภายใน [Local Alarm System] ได้แก่ ระบบการทำงานของระบบภายในอันเป็นผลเนื่องมาจากสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ โดยบุคคล หรือจากการทำงานของบริษัทป้องกันหรือระบบป้องกัน ตัวอย่างเช่น การไหลของน้ำจากเครื่องพ่นน้ำ การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ การตรวจจับควัน หรือตรวจจับความร้อน

ระบบตรวจคุมภายใน [Local Supervisory system] ได้แก่ ระบบภายในที่จัดขึ้นเพื่อตรวจคุมการทำงานของยามเดินตรวจบริเวณ หรือตรวจคุมความพร้อมทำงานของระบบพ่นน้ำอัตโนมัติหรือตรวจคุมสภาพพร้อมทำงานของระบบอื่น

ระบบเตือนในการผลิต [Process Monitoring Alarm System] ได้แก่ระบบเตือนใช้กับการตรวจคุมการทำงานของวิธีผลิตในเชิงการค้า เช่น กระบวนการอุตสาหกรรม การตรวจคุมอุณหภูมิของระบบเครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็น เป็นต้น ซึ่งถ้าระบบตรวจคุมขัดข้องแล้ว อาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดขึ้นได้ระบบรวม [Combination System] ได้แก่ บางส่วนหรือทั้งหมดของระบบสัญญาณป้องกันภายในการตรวจคุม หรือยามมีส่วนเชื่อมโยงระบบอื่นที่ไม่ใช่ระบบสัญญาณฉุกเฉิน เช่น ระบบแจ้งข่าว ระบบกระจายเสียง คนตรีหรือระบบเตือนในการผลิต เป็นต้น ทั้งนี้โดยไม่ทำให้เกิดการสูญเสียหรือเปลี่ยนแปลงของระบบสัญญาณป้องกันภัย

ระบบแจ้งข่าว [Paging System] ได้แก่ ระบบแจ้งข่าวแต่ละคน ๆ เดียว หรือหลายคนโดยระบบกระจายเสียงที่ใช้ลำโพงติดตั้งทั่วบริเวณ หรือโดยการส่งเสียงรหัส หรือสัญญาณมองเห็นได้หรือ โดยหลอดไฟสัญญาณที่ติดอยู่ทั่วบริเวณ

ระบบกระจายเสียงดนตรี [Musical Program System] ได้แก่ระบบเสียงดนตรีออกทางลำโพง เพื่อจุดประสงค์ด้านบันเทิง

ระบบดูแลในการผลิต [Process Monitoring Service System] ได้แก่ ระบบเพื่อใช้ตรวจคุมการผลิตในเชิงการค้าคือเมื่อการผลิตเกิดสภาพผิดปกติจะไม่ก่อให้เกิดเพลิงไหม้หรือเกิดการระเบิดขึ้น

ชุดแจ้งเหตุ [Annunciator] ได้แก่ อุปกรณ์ที่มีเครื่องหมายเอกลักษณ์หรือหลอดไฟสัญญาณ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งแต่ละเครื่องหมาย หรือหลอดไฟสัญญาณจะแสดงวงจร สถานะ หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุบุคคลที่มีคุณสมบัติ

[Qualified Person] หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ถึงโครงสร้างของบริษัทและระบบรวมทั้งอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นการเห็นชอบ การตรวจ การทดสอบ และการบำรุงรักษาแบบและรายละเอียดต้องได้รับความเห็นชอบโดยผู้มีความรู้ [Qualified person] บริษัท [Equipment] ที่ใช้ในระบบเตือนอัคคีภัยต้องเป็นบริษัทที่ได้มาตรฐาน เช่น

มาตรฐาน ม.อ.ก. [ TIS STANDARDS] หรือมาตรฐานของประเทศอื่นซึ่งยอมรับเป็นมาตรฐานสากลโดยทั่วไป แรงดันไฟฟ้า, อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณที่ใช้ติดตั้งในระบบ ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการออกแบบและผลิตขึ้น เพื่อให้ใช้งานได้เป็นปกติในสภาวะ ดังนี้ในช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 85% ถึง 110% ของแรงดันไฟฟ้าปกติ [Rated Voltage] ของระบบไฟฟ้าเมน [Main Supply] หรือระบบไฟฟ้าสำรอง [ Standby Supply] ในช่วงอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส +- 2 องศาเซลเซียส ( 32 องศาฟาเรนไฮต์ +- 4 องศาฟาเรนไฮต์) และ 49 องศาเซลเซียส +- 2 องศาเซลเซียส ( 120 องศาฟาเรนไฮต์ +- 4 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมงในความชื้นสัมพัทธ์ 85% +- 5% ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส +- 2 องศาเซลเซียส (90 องศาฟาเรนไฮต์ +- 4 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง


#### การยอมรับการทดสอบ [Acceptance tests]

หลังจากการติดตั้งหรือการเปลี่ยนแปลง ระบบจะต้องผ่านการยอมรับจากการทดสอบระบบเกี่ยวกับการทำงานในภาวะแจ้งเหตุและภาวะขัดข้อง เช่นวงจรขาด, สายไฟรั่วลงดิน, กำลังไฟฟ้าของระบบขัดข้อง เป็นต้น

#### การบำรุงรักษา

หลังจากที่ได้รับมอบการติดตั้งหรือแก้ไขระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยแล้ว เจ้าของต้องจัดบุคคลที่มีคุณสมบัติเป็นผู้ตรวจสอบระบบฯ เพื่อบำรุงรักษาและทดสอบระบบฯ ในช่วงระยะเวลาอันควรเพื่อให้แน่ใจว่าระบบฯ อยู่ในสภาพทำงานได้เป็นปกติ



	<b>แผนการสอนที่ 7</b>	<b>หน่วยที่ 3</b>
	วิชา อุปรกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 7</b>
	ชื่อหน่วย การป้องกันเพลิงไหม้	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>3.2 เข้าใจการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>3.2.1 อธิบายวิธีป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคารที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของ การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่อง การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคารพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของ การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่อง การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่4 ขั้นสำเร็จผล

4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคารที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง

4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด

4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

4. 4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

#### 5.บันทึกผลหลังการสอน

##### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

##### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ



ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<b>ใบความรู้ที่ 7</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย การป้องกันเพลิงไหม้</b>	<b>สอนครั้งที่ 7</b>
<b>เรื่อง</b> การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร	<b>จำนวนคาบ 2</b>

### 3.2 การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในอาคาร

#### 3.2.1 วิธีป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2 (7) และข้อ 14 แห่งประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515 กระทรวงมหาดไทยจึงกำหนดสวัสดิการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยสำหรับลูกจ้างไว้ โดยวางมาตรการป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ข้อ 2 ในประกาศนี้

“นายจ้าง” หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงรับลูกจ้างเข้าทำงาน โดยจ่ายค่าจ้างให้ และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนนายจ้าง ในกรณีที่นายจ้างเป็นนิติบุคคล หมายความว่าผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล นั้น และหมายความรวมถึง ผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล

“ลูกจ้าง” หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงทำงานให้แก่นายจ้างเพื่อรับค่าจ้างไม่ว่าจะเป็นผู้รับค่าจ้างด้วยตนเองหรือไม่ก็ตาม และหมายความรวมถึงลูกจ้างประจำและลูกจ้างชั่วคราว แต่ไม่รวมถึงลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานบ้าน

“อาคาร” หมายความว่า อาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

“อาคารไม้” หมายความว่า โครงสร้างของอาคารในส่วนที่เป็นผนัง พื้น หรือหลังคาที่ทำด้วยไม้

“อาคารที่ไหม้ไฟซ้ำ” หมายความว่า โครงสร้างของอาคารในส่วนที่เป็นกำแพงปูน และเสาไม้ที่ลุกไหม้ได้ซ้ำ

“อาคารทนไฟ” หมายความว่า โครงสร้างของอาคารในส่วนที่เป็นผนัง แผ่นกั้น พื้น บันได หลังคา ขอบ โครงหน้าต่าง กรอบกระจก ประตู และสิ่งตกแต่งภายในที่ไม่พังทลายขณะเผาไหม้ในช่วงเวลาหนึ่ง

“สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างเบา” หมายความว่า สถานที่ที่อาจเกิดเพลิงไหม้ได้ โดยเพลิงนั้นเกิดจากวัตถุหรือของเหลวที่มีอยู่หรือใช้ในบริเวณนั้น ซึ่งไหม้ไฟได้อย่างช้าหรือมีควันน้อยหรือไม่ระเบิด

“สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างปานกลาง” หมายความว่า สถานที่ที่อาจเกิดเพลิงไหม้ได้ โดยเพลิงนั้นเกิดจากวัตถุหรือของเหลวที่มีอยู่หรือใช้ในบริเวณนั้น ซึ่งไหม้ไฟได้อย่างปานกลาง มีควันปานกลางหรือมากแต่ไม่เป็นพิษหรือไม่ระเบิดได้

“สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างร้ายแรง” หมายความว่า สถานที่ที่อาจเกิดเพลิงไหม้ได้ โดยเพลิงนั้นเกิดจากวัตถุหรือของเหลวที่มีอยู่หรือใช้ในบริเวณนั้นซึ่งไหม้ไฟได้อย่างรวดเร็ว หรือมีควันซึ่งเป็นพิษหรือระเบิดได้

“เพลิงประเภท เอ” หมายความว่า เพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงธรรมดา เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ขาง พลาสติก

“เพลิงประเภท บี” หมายความว่า เพลิงที่เกิดจากของเหลวติดไฟ ก๊าซ และน้ำมันประเภทต่างๆ

“เพลิงประเภท ซี” หมายความว่า เพลิงที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือวัตถุที่มีกระแสไฟฟ้า

“เพลิงประเภท ดี” หมายความว่า เพลิงที่เกิดจากโลหะต่างๆ ที่ติดไฟ แมกนีเซียม เซอร์โคเนียม ไวเทเนียม

“วัตถุไวไฟ” หมายความว่า วัตถุที่มีคุณสมบัติ ติดไฟได้ง่าย สันดาปเร็ว

“วัตถุไวไฟชนิดของเหลว” หมายความว่า ของเหลวที่มีคุณสมบัติที่สามารถระเหยเป็นไอที่อุณหภูมิไม่เกินหนึ่งร้อยองศาเซลเซียส ไอระเหยนี้เมื่อสัมผัสกับอากาศถ้าจุดไฟก็จะติดได้

“วัตถุระเบิด” หมายความว่า วัตถุระเบิดตามกฎหมายว่าด้วยอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน

“ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย” หมายความว่า สิ่งที่ทำหรือติดตั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันและระงับอัคคีภัย

“แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย” หมายความว่า แนวทางปฏิบัติที่จะใช้ในการป้องกันและระงับอัคคีภัย

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

“อริบดี” หมายความว่า อริบดีกรมแรงงานหรือผู้ซึ่งอริบดีมอบหมาย

## หมวด 1

ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อ 3 ให้นายจ้างจัดให้มีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการ เกี่ยวกับการจัดอุปกรณ์ดับเพลิงการเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด การกำจัดของเสียที่ติดไฟได้ง่าย การป้องกันฟ้าผ่า การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การจัดทำทางหนีไฟ รวมถึงการก่อสร้างอาคารที่มีระบบป้องกันอัคคีภัย

ข้อ 4 ให้นายจ้างจัดให้มีแผนป้องกันภัยในสถานประกอบการที่เกี่ยวกับการตรวจตรา การอบรม การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การดับเพลิง การอพยพหนีไฟ การบรรเทาทุกข์ และการปฏิรูปฟื้นฟูเมื่อเกิดอัคคีภัยขึ้นแล้ว ให้นายจ้างเก็บแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยไว้ ณ สถานที่ทำงานพร้อมที่จะให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้

ข้อ 5 อาคารที่มีหลายสถานประกอบการตั้งอยู่ ให้นายจ้างของแต่ละสถานประกอบการร่วมกันจัดให้มีระบบและแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยในส่วนของอาคารที่ใช้ร่วมกัน

## หมวด 2

ความปลอดภัยเกี่ยวกับอาคารและทางหนีไฟ

ข้อ 6 ในกรณีที่อาคารก่อสร้างด้วยวัสดุซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยดังต่อไปนี้ นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานได้ไม่เกินจำนวนชั้นของอาคารตามที่กำหนด ดังนี้

- (1) สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากอัคคีภัยอย่างเบา สำหรับอาคารไม้ไม่เกินสามชั้นอาคารที่ไหม้ไฟชำไม่เกินเจ็ดชั้น และอาคารทนไฟไม่จำกัดจำนวนชั้น
- (2) สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างปานกลาง สำหรับอาคารไม้ไม่เกินสองชั้น อาคารที่ไหม้ไฟชำไม่เกินหกชั้น และอาคารทนไฟไม่จำกัดจำนวนชั้น
- (3) สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างร้ายแรง สำหรับอาคารไม้ไม่เกินหนึ่งชั้น อาคารที่ไหม้ไฟชำไม่เกินสี่ชั้น และอาคารทนไฟไม่จำกัดจำนวนชั้น

ในกรณีที่นายจ้างจัดให้มีระบบน้ำดับเพลิงอัตโนมัติหรือสารเคมีดับเพลิงอัตโนมัติไว้จำนวนชั้นของอาคารที่ให้ลูกจ้างทำงานตามวรรคหนึ่งสามารถเพิ่มขึ้นได้อีกสองชั้น

ข้อ 7 ในกรณีที่นายจ้างประกอบกิจการผลิต โดยมีหรือใช้สิ่งใดที่อาจก่อให้เกิดการระเบิดอย่าง ร้ายแรง หรือติดไฟได้ง่าย นายจ้างต้องปฏิบัติดังนี้

- (1) จัดแยกอาคารที่ใช้เป็นสถานประกอบกิจการผลิตดังกล่าวออกจากอาคารอื่น
- (2) ให้มีลูกจ้างทำงานในอาคารดังกล่าวในจำนวนน้อยที่สุดเฉพาะที่จำเป็น

ข้อ 8 นายจ้างต้องจัดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออกซึ่งมีความกว้างของช่องทางไม่น้อยกว่าหนึ่งเมตรสิบเซ็นต์เมตร

สำหรับบริเวณที่มีเครื่องจักรตั้งอยู่หรือมีกองวัสดุสิ่งของหรือผนังหรือสิ่งอื่นนายจ้างต้องจัดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออกซึ่งมีความกว้างของช่องทางไม่น้อยกว่าแปดสิบเซ็นต์เมตร

ในกรณีที่พนักงานตรวจแรงงานพบว่าอาจเกิดอันตรายได้จากเครื่องจักร ขนาดของชิ้นงาน เศษวัสดุ การวางตั้งหรือกองวัสดุสิ่งของ จะกำหนดให้มีช่องทางผ่านสู่ทางออกที่กว้างกว่าที่กำหนดในวรรคสองก็ได้ตามความเหมาะสม

ข้อ 9 ให้นายจ้างจัดให้มีทางออกและทางออกสุดท้าย ดังต่อไปนี้

- (1) ให้มีทางออกทุกชั้นอย่างน้อยสองทางที่สามารถอพยพลูกจ้างทั้งหมดออกจากที่ทำงานออกสู่ทางออกสุดท้ายได้ภายในเวลาไม่เกินห้านาทีโดยปลอดภัย
- (2) ช่องทางผ่านไปสู่ทางออกหรือห้องบันไดฉุกเฉินต้องมีระยะห่างจากจุดที่ลูกจ้างทำงานไม่เกินสิบห้าเมตร สำหรับสถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากอัคคีภัยอย่างร้ายแรงและไม่เกินสามสิบเมตร สำหรับสถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายจากอัคคีภัยอย่างปานกลางหรืออย่างเบา  
ห้องบันไดฉุกเฉินจะต้องสามารถป้องกันไฟและควันหรือมีช่องทางฉุกเฉินที่มีผนังทนไฟ
- (3) ช่องทางผ่านสู่ประตูทางออกสุดท้ายภายนอกอาคารต้องมีความกว้างอย่างน้อยไม่ต่ำกว่าหนึ่งเมตรสิบเซ็นต์เมตร ในกรณีที่มีคนงานเกินห้าสิบคนขึ้นไป ขนาดของความกว้างของทางออกสุดท้ายต้องกว้างขึ้นอีกหกสิบเซ็นต์เมตร หรือมีช่องทางเพิ่มขึ้นอีกอย่างน้อยหนึ่งช่องทาง
- (4) ทางออกสุดท้ายต้องไปสู่บริเวณที่ปลอดภัย เช่น ถนน สนาม

ข้อ 10 บันไดในสถานประกอบการ ให้นายจ้างปฏิบัติดังต่อไปนี้

- (1) บันไดและบานบันไดในอาคารตั้งแต่สี่ชั้นขึ้นไปให้สร้างด้วยวัสดุทนไฟ

(2) อาคารตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป ถ้าหลังคามีความลาดเอียงหนึ่งโน้หรือน้อยกว่า จะต้องมีบันไดหนีไฟที่ออกสู่หลังคาที่สร้างด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งบันได

(3) ให้ทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่เห็นได้เด่นชัดเจนนำจากบันไดสู่ทางออกภายนอก

ในกรณีที่ใช้ปล่องทางหนีไฟแทนบันได เส้นทางลงสู่ปล่องทางลงภายในปล่องตลอดจนพื้นฐานของปล่องจะต้องใช้วัสดุทนไฟ และประตูปล่องต้องสร้างด้วยวัสดุทนไฟและปลอดภัยจากควันไฟ น้ำ หรือสิ่งอื่นใดที่ใช้ในการดับเพลิง

ข้อ 11 ประตูที่ใช้ในเส้นทางหนีไฟ จะต้องมิลักษณะและคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) ติดตั้งในจุดที่เห็นชัดเจน โดยไม่มีสิ่งของกีดขวาง

(2) ต้องเป็นชนิดที่เปิดเข้าออกได้ทั้งสองด้าน

(3) ต้องมีโช้ประตูเลื่อนแนวตั้ง ประตูม้วน และประตูหมุน

(4) ประตูบันไดจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได

(5) ประตูที่เปิดสู่บันไดจะต้องไม่เปิดตรงบันได และมีบานประตูอย่างน้อยเท่ากับความกว้างของประตูในทุกจุดที่ประตูเปิดออกไป

(6) ประตูเปิดออกสู่ภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดเปิดออกภายนอก ห้ามปิด ผูกหรือล่ามโช้ประตูเข้าออกจากอาคารในขณะที่มีลูกจ้างปฏิบัติงาน

(7) ส่วนของประตูต้องสร้างด้วยวัสดุทนไฟ

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดเก็บวัตถุต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) วัตถุเมื่อรวมกันแล้วจะเกิดการลุกไหม้ให้แยกเก็บโดยมิให้ปะปนกัน

(2) วัตถุซึ่งโดยสภาพสามารถอุ้มน้ำหรือซับน้ำได้มาก ให้จัดเก็บไว้บนพื้นของอาคารซึ่งรองรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นได้

ข้อ 13 ให้นายจ้างจัดให้มีเส้นทางหนีไฟที่ปราศจากสิ่งกีดขวาง จากจุดที่ลูกจ้างทำงานในแต่ละหน่วยงานไปสู่สถานที่ที่ปลอดภัย

### หมวด 3

การดับเพลิง

ข้อ 14 ให้นายจ้างจัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิง ดังต่อไปนี้

(1) ระบบดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบ

(2) เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

ข้อ 15 ให้นายจ้างจัดระบบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบเพื่อใช้ในการดับเพลิง ดังต่อไปนี้

(1) จัดเตรียมน้ำสำรองไว้ใช้ในการดับเพลิงโดยมีอัตราส่วนปริมาณน้ำที่สำรองต่อเนื้อที่อาคาร ตามตารางต่อไปนี้ ในกรณีที่ไม่มีท่อน้ำดับเพลิงของทางราชการในบริเวณที่สถานประกอบการตั้งอยู่หรือมีแต่ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ

เนื้อที่ ปริมาณน้ำที่สำรอง

ไม่เกิน 250 ตารางเมตร 9,000 ลิตร

เกิน 250 ตารางเมตร ไม่เกิน 500 ตารางเมตร 15,000 ลิตร

เกิน 500 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร 27,000 ลิตร

เกิน 1,000 ตารางเมตร 36,000 ลิตร

(2) ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ ป้อนน้ำและการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองจากวิศวกรโยธา ซึ่งคณะกรรมการควบคุมการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมรับรอง และต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเมื่อเกิดเพลิงไหม้

(3) ข้อต่อสายส่งน้ำดับเพลิงเข้าอาคารและภายในอาคารจะต้องเป็นแบบเดียวกันหรือขนาดเท่ากับที่ใช้ในหน่วยดับเพลิงของทางราชการในท้องถิ่นนั้น การติดตั้งต้องมีสิ่งป้องกันความเสียหายที่จะเกิดจากยานพาหนะหรือสิ่งอื่น

(4) ข้อต่อสายส่งน้ำดับเพลิงและกระบอกฉีดที่ใช้ฉีดเพลิงโดยทั่วไป จะต้องเป็นแบบเดียวกันหรือขนาดเท่ากับที่ใช้ในหน่วยดับเพลิงของทางราชการในท้องถิ่นนั้นซึ่งสามารถต่อเข้าด้วยกันได้ และต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

(5) สายส่งน้ำดับเพลิงต้องมีความยาวหรือต่อกันให้มีความยาวเพียงพอที่จะควบคุมบริเวณที่เกิดเพลิงได้

ข้อ 16 การใช้เครื่องมือดับเพลิงแบบมือถือนายจ้างต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) ให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามประเภทของเพลิงดังต่อไปนี้

ก. ให้ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่ใช้น้ำสะอาดแรงดันหรือสารเคมีดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงประเภท เอ

ข. ให้ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่ใช้น้ำสะอาดดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์หรือโฟม หรือผงเคมีแห้งหรือสารเคมีดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงประเภทบี

ค. ให้ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่ใช้น้ำสะอาดดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ หรือผงเคมีแห้ง หรือ

สารเคมีดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงประเภท ซี

ง. ให้ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามชนิดของสารเคมีที่สามารถดับเพลิงประเภท ดี

จ. ห้ามใช้เครื่องดับเพลิงที่อาจเกิดไอระเหยของสารพิษ เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์

(2) ให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องดับเพลิงตามชนิด จำนวน และให้ทำการติดตั้งดังต่อไปนี้

ก. เครื่องดับเพลิงแบบมือถือชนิดที่ใช้ดับเพลิงประเภท เอ ชนิดของเครื่องดับเพลิงที่ใช้ให้คำนวณตามพื้นที่ของสถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยที่กำหนดตามตาราง ดังต่อไปนี้

ชนิดของ

เครื่องดับเพลิง พื้นที่ของสถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยง

ต่อการเกิดอัคคีภัย อย่างเบา

ต่อเครื่องดับเพลิง 1 เครื่อง พื้นที่ของสถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อ

การเกิดอัคคีภัย อย่างปานกลาง

ต่อเครื่องดับเพลิง 1 เครื่อง พื้นที่ของสถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อ

การเกิดอัคคีภัย อย่างร้ายแรง

ต่อเครื่องดับเพลิง 1 เครื่อง

1 - เอ 200 ตร.ม. ไม่อนุญาตให้ใช้ ไม่อนุญาตให้ใช้

2 - เอ 560 ตร.ม. 200 ตร.ม. ไม่อนุญาตให้ใช้

3 - เอ 840 ตร.ม. 420 ตร.ม. 200 ตร.ม.

4 - เอ 1,050 ตร.ม. 560 ตร.ม. 370 ตร.ม.

5 - เอ 1,050 ตร.ม. 840 ตร.ม. 560 ตร.ม.

10 - เอ 1,050 ตร.ม. 1,050 ตร.ม. 840 ตร.ม.

20 - เอ 1,050 ตร.ม. 1,050 ตร.ม. 840 ตร.ม.

40 - เอ 1,050 ตร.ม. 1,050 ตร.ม. 1,050 ตร.ม.

นายจ้างจะใช้เครื่องดับเพลิงชนิดสูงกว่าความสามารถในการดับเพลิงตามพื้นที่ที่กำหนดในตารางตามวรรค

หนึ่งก็ได้ แต่ในกรณีที่ใช้เครื่องดับเพลิงชนิดที่ต่ำกว่าความสามารถในการดับเพลิงตามพื้นที่ที่กำหนดใน

วรรคหนึ่ง ให้เพิ่มจำนวนเครื่องดับเพลิงชนิดนั้นให้ได้สัดส่วนกับพื้นที่ที่กำหนด

การคำนวณใช้ชนิดเครื่องดับเพลิงตามสัดส่วนพื้นที่ของสถานที่ที่กำหนดในวรรคหนึ่ง และวรรคสอง ถ้ามี



เศษของพื้นที่ให้นับเป็นพื้นที่เต็มส่วน ที่ต้องเพิ่มจำนวนเครื่องดับเพลิงขึ้นอีกหนึ่งเครื่อง

ในกรณีที่สถานที่ที่มีพื้นที่เกินกว่ากำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง นายจ้างจะต้องเพิ่มเครื่องดับเพลิงโดยคำนวณตามสัดส่วนของพื้นที่ ตามที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าว

ในกรณีที่นายจ้างติดตั้งเครื่องดับเพลิงตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป เครื่องดับเพลิงแต่ละเครื่องต้องมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่าสิบเมตร

ข. เครื่องดับเพลิงแบบมือถือชนิดที่ใช้ดับเพลิงประเภท บี ชนิดของเครื่องดับเพลิงที่ใช้ติดตั้งโดยมีระยะห่างจากวัสดุที่จะก่อให้เกิดเพลิงประเภท บี ในสถานที่ตามสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยตามที่กำหนดในตารางต่อไปนี้

สถานที่ซึ่งมีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย ชนิดของเครื่องดับเพลิง ระยะห่างจากวัสดุที่ก่อให้เกิดเพลิงประเภท บี

อย่างเบา 5 - บี

10 - บี 9 เมตร

15 เมตร

อย่างปานกลาง 10 - บี

20 - บี 9 เมตร

15 เมตร

อย่างร้ายแรง 20 - บี

40 - บี 9 เมตร

15 เมตร

ค. เครื่องดับเพลิงที่กำหนดไว้ใน (2) ต้องมีมาตรฐานที่ทางราชการกำหนดหรือยอมรับ

ง. เครื่องดับเพลิงแบบมือถือทุกเครื่องต้องมีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ แสดงว่าเป็นชนิดใด ใช้ดับไฟประเภทใด เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ต้องมีขนาดที่มองเห็นได้ชัดเจนในระยะไม่น้อยกว่าหนึ่งเมตรห้าสิบเซ็นต์เมตร

(3) ข้อปฏิบัติทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

ก. ต้องมีการซ่อมบำรุงและตรวจตราให้มีสารที่ใช้ในการดับเพลิงตามปริมาณที่ทางราชการกำหนดตามชนิดของเครื่อง

ข. ต้องจัดให้มีการตรวจสอบสภาพของเครื่องดับเพลิงไม่น้อยกว่าหกเดือนต่อหนึ่งครั้งและเก็บผลไว้ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจได้ตลอดเวลา

ค. เครื่องดับเพลิงแต่ละเครื่องต้องมีน้ำหนักสุทธิไม่เกินยี่สิบกิโลกรัม ติดตั้งสูงจากพื้นที่ทำงานไม่น้อยกว่าหนึ่งเมตร แต่ไม่เกินหนึ่งเมตรสี่สิบเซนติเมตร

ง. ต้องมีการตรวจสอบการติดตั้งให้อยู่ในสภาพที่คืออยู่เสมอ

จ. ต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับชนิด และวิธีใช้ เป็นภาษาไทยที่เห็นได้ชัดเจนติดไว้ ณ จุด ติดตั้ง

ข้อ 17 ในกรณีที่นายจ้างจัดให้มีระบบน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ต้องปฏิบัติดังนี้

(1) ระบบดับเพลิงอัตโนมัติต้องได้มาตรฐานที่ทางราชการกำหนดหรือยอมรับ

(2) ต้องเปิดวาล์วประธานที่ควบคุมระบบจ่ายน้ำเข้าอยู่ตลอดเวลา และจัดให้มีผู้ควบคุมดูแลให้ใช้งานได้ตลอดเวลาที่มีการทำงาน

(3) ต้องติดตั้งสัญญาณเพื่อเตือนภัยในขณะที่ระบบน้ำดับเพลิงอัตโนมัติกำลังทำงาน หรือกรณีอุปกรณ์ตัวหนึ่งตัวใดในระบบผิดปกติ

(4) ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางทางน้ำจากหัวฉีดน้ำดับเพลิงของระบบนี้อย่างน้อยหกสิบเซนติเมตรโดยรอบ

ข้อ 18 ในสถานที่ทำงานที่มีการติดตั้งระบบน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ หรือระบบสารเคมีอัตโนมัติ ให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามที่กำหนดในข้อ 16 ด้วย

ข้อ 19 ให้นายจ้างปฏิบัติเกี่ยวกับอุปกรณ์ดับเพลิงดังต่อไปนี้

(1) ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในที่เห็นได้ชัดเจนและสามารถหยิบใช้งานได้สะดวกโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

(2) จัดให้มีการดูแลรักษาอุปกรณ์ดับเพลิง และตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง หรือตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นกำหนด เว้นแต่เครื่องดับเพลิงแบบมือถือให้ตรวจสอบตามระยะเวลาที่กำหนดในข้อ 16 (3) ข. และติดป้ายแสดงผลการตรวจสอบ วันที่ทำการตรวจครั้งสุดท้ายไว้ที่อุปกรณ์ดังกล่าวและเก็บผลไว้ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้ตลอดเวลา

(3) จัดให้ลูกจ้างเข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้นจากหน่วยงานที่ทางราชการกำหนด หรือยอมรับไม่น้อยกว่าร้อยละสี่สิบของจำนวนลูกจ้างในแต่ละหน่วยงานของสถานประกอบการ

ข้อ 20 ให้นายจ้างจัดลูกจ้างเพื่อทำหน้าที่ดับเพลิง โดยเฉพาะอยู่ตลอดเวลาที่มีการทำงาน

ข้อ 21 ให้นายจ้างจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ใช้ในการดับเพลิงและการฝึกซ้อมดับเพลิง โดยเฉพาะ เช่น เสื้อผ้า รองเท้า ถุงมือ หมวก หน้ากากป้องกันความร้อน หรือวันพิช เป็นต้น ไว้ให้ลูกจ้าง

ใช้ในการดับเพลิง

#### หมวด 4

การป้องกันแหล่งก่อเกิดการกระจายตัวของความร้อน

ข้อ 22 ให้นายจ้างป้องกันแหล่งก่อเกิดการกระจายตัวของความร้อนดังต่อไปนี้

- (1) ป้องกันมิให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรตามกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า
- (2) ป้องกันอัคคีภัยจากเครื่องยนต์หรือปล่องไฟเพื่อมิให้เกิดลูกไฟหรือเขม่าไฟกระเด็นถูกวัตถุที่ติดไฟได้ เช่น นำวัตถุติดไฟออกจากบริเวณนั้น หรือจัดทำที่ครอบป้องกันลูกไฟหรือเขม่าไฟ
- (3) ป้องกันอัคคีภัยที่เกิดจากการแผ่รังสี การนำหรือการพาความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนสูงไปสู่วัสดุที่ติดไฟได้ง่าย เช่น จัดทำฉนวนหุ้มหรือปิดกั้น
- (4) ป้องกันอัคคีภัยจากการทำงานที่เกิดจากการเสียดสีเสียดทานของเครื่องจักร เครื่องมือที่เกิดประกายไฟ หรือความร้อนสูงที่อาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ เช่น การซ่อมบำรุง หรือหยุดพักการใช้งาน
- (5) เพื่อป้องกันการสะสมการไฟฟ้าสถิตย์ให้ต่อสายดินกับถังหรือท่อน้ำมัน เชื้อเพลิง สารเคมีหรือของเหลวไวไฟ โดยให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

#### หมวด 5

วัตถุไวไฟและวัตถุระเบิด

ข้อ 23 ในกรณีที่นายจ้างมีหรือเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิดไว้ในสถานประกอบการให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

- (1) วัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดรวมตลอดถึงวัตถุที่เมื่ออยู่รวมกันแล้วจะเกิดปฏิกิริยาหรือการหมักหมมทำให้กลายเป็นวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิด ให้แยกเก็บโดยไม่ให้ปะปนกันและต้องเก็บในห้องที่มีผนังทนไฟและประตูทนไฟที่ปิดได้เองและปิดกุญแจห้องทุกครั้งเมื่อไม่มีการปฏิบัติงานในห้องนั้นแล้ว
- (2) วัตถุที่เป็นตัวเติมออกซิเจน หรือวัตถุที่ไวต่อการปฏิกิริยาแล้วเกิดการลุกไหม้ได้ ให้แยกเก็บไว้ต่างหากในอาคารทนไฟ ซึ่งอยู่ห่างจากอาคารหรือวัตถุติดไฟในระยะที่ปลอดภัย
- (3) ภาชนะที่ใช้บรรจุวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต้องมีสภาพที่แข็งแรงทนทานได้รับ

การดูแลให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยต่อการใช้งานอยู่เสมอ

(4) ภาชนะที่ใช้ในการขนถ่ายวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดต้องเป็นแบบที่เคลื่อนย้ายได้ด้วยความปลอดภัย

(5) ห้ามเก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดไว้ที่บริเวณประตูเข้า-ออก บันไดหรือทางเดิน

(6) จัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในห้องเก็บและห้องปฏิบัติงาน

(7) ควบคุมมิให้เกิดการรั่วไหลหรือการระเหยของวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟ

(8) ต้องจัดทำป้าย “วัตถุระเบิดห้ามสูบบุหรี่” หรือ “วัตถุไวไฟห้ามสูบบุหรี่” แล้วแต่กรณีด้วยตัวอักษรสีแดง ขนาดไม่ต่ำกว่าสี่สิบเซนติเมตรบนพื้นสีขาวติดไว้ให้เห็นได้ชัดเจนที่หน้าห้องเก็บวัตถุ ดังกล่าว และห้ามบุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไป

(9) ต้องจัดให้ลูกจ้างที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อการปฏิบัติงานในหน้าที่สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามความเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานนั้น

(10) อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยต่างๆ ต้องเป็นชนิดไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ หรือเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ได้

ข้อ 24 ในกรณีที่วัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดเป็นของเหลว นอกจากการปฏิบัติตามข้อ 23 นายจ้างต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) การเก็บรักษาและขนถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง

(2) การเก็บรักษาวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิดชนิดของเหลวไว้ในอาคาร

ก. ต้องเก็บไว้ในห้องที่มีประตูชนิดที่ปิด-เปิด ได้เอง ประตูและผนังห้องต้องสร้างด้วยวัสดุทนไฟ และสามารถกักของเหลวมิให้ไหลออกภายนอกได้ พื้นต้องมีความลาดเอียง หรือเป็นรางระบายของเหลวซึ่งออกไปยังที่ปลอดภัยได้

ข. การเก็บวัตถุไวไฟและวัตถุระเบิดชนิดของเหลวในห้องเก็บภายในอาคารก็ต้องมีปริมาณ ขนาดความทนไฟและพื้นที่ของห้องเป็นอัตราส่วนต่อปริมาณวัตถุดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. ห้องที่มีขนาดตั้งแต่สี่สิบสี่ตารางเมตรแต่ไม่ถึงยี่สิบเจ็ดตารางเมตร ซึ่งไม่มีการจัดระบบป้องกันอัคคีภัยไว้ห้องนั้นต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง จึงสามารถเก็บวัตถุระเบิดหรือวัตถุไวไฟชนิดของเหลวได้ไม่เกินแปดลิบสี่ลิตรต่อหนึ่งตารางเมตร

2. ห้องที่มีขนาดตั้งแต่สี่สิบสี่ตารางเมตรแต่ไม่ถึงสี่สิบเจ็ดตารางเมตร และมีการจัดระบบป้องกันอัคคีภัยไว้

ห้องนั้นต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง จึงสามารถเก็บวัตถุระเบิดหรือวัตถุไวไฟชนิดของเหลวได้ไม่เกินสองร้อยสี่ลิตรต่อหนึ่งตารางเมตร

3. ห้องที่มีขนาดสี่สิบเจ็ดตารางเมตร ซึ่งไม่มีการจัดระบบป้องกันอัคคีภัยไว้ ห้องนั้นต้องสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสองชั่วโมง จึงสามารถเก็บวัตถุระเบิดหรือวัตถุไวไฟชนิดของเหลวได้ไม่เกินหนึ่งร้อยหกสิบสามลิตรต่อหนึ่งตารางเมตร

4. ห้องที่มีขนาดสี่สิบเจ็ดตารางเมตร และมีการจัดระบบป้องกันอัคคีภัยไว้ สามารถเก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวได้ไม่เกินสี่ร้อยแปดลิตรต่อตารางเมตร

ค. ภายในห้องเก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวต้องจัดให้มีทางเดินสู่ประตูทางออกกว้างอย่างน้อยหนึ่งเมตร และห้ามมิให้มีสิ่งกีดขวางทาง

ง. วัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดของเหลวที่มีปริมาณมากกว่าที่อนุญาตให้เก็บในห้องเก็บของภายในอาคารต้องนำไปเก็บไว้นอกอาคาร โดยให้ปฏิบัติตามข้อ 24 (3)

(3) การเก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวไว้นอกอาคาร นายจ้างต้องปฏิบัติดังนี้

ก. ปริมาณวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวที่บรรจุในภาชนะแต่ละใบ จะต้องไม่เกินสองร้อยสี่ลิตร

ข. ในกรณีที่ภาชนะที่ใช้บรรจุเป็นชนิดยกเคลื่อนย้ายได้ และสามารถบรรจุวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวได้เกินสองร้อยสี่ลิตร ต้องมีช่องระบายอากาศฉุกเฉินและมีเครื่องดูดถ่ายวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวจากข้างบนของภาชนะ หรือใช้ท่อปิดที่มีก๊อกปิดได้เองจะใช้ความดันจากภาชนะหรืออุปกรณ์อื่นในการถ่ายเทไม่ได้

ค. กองวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดที่มีปริมาณรวมกันไม่เกินสี่พันสี่ร้อยลิตร แต่ละกองต้องห่างกันไม่น้อยกว่าหนึ่งเมตรห้าสิบเซ็นติเมตร กรณีที่มีปริมาณเกินสี่พันสี่ร้อยลิตรแต่ไม่เกินแปดพันแปดร้อยลิตร แต่ละกองต้องห่างกันไม่น้อยกว่าห้าเมตร

ง. ห้ามกองวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดที่มีปริมาณรวมกันเกินแปดพันแปดร้อยลิตร

จ. ต้องมีช่องทางเดินจากจุดติดตั้งเครื่องดับเพลิง ไปสู่กองวัตถุซึ่งมีความกว้างไม่น้อยกว่าสี่เมตรและไม่มีสิ่งกีดขวางทาง

ฉ. บริเวณพื้นที่ใช้วางภาชนะบรรจุวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวต้องมีลักษณะลาดเอียง หรือมีรางน้ำ หรือเชือกกันที่สามารถระบายสิ่งที่รั่วไหล หรือระบายน้ำมันดิน หรือน้ำฝนได้ ปลายทางที่ระบายออกต้องเป็นที่ปลอดภัยจากอัคคีภัย

ช. บริเวณที่ใช้เก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดต้องไม่ปล่อยให้มีความชื้น รก มีขยะ หรือวัตถุติดไฟประเภท

อื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้

(4) การป้องกันอัคคีภัยบริเวณที่เก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลว

- ก. นายจ้างต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือชนิดไม่ต่ำกว่า 20-ปี ไม่น้อยกว่าหนึ่งเครื่องบริเวณหน้าห้องที่ใช้เก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลว โดยมีระยะห่างจากประตูห้องนั้น ไม่น้อยกว่าสามเมตร
- ข. ในกรณีที่เกี่ยวข้องวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดของเหลวไว้ภายนอกอาคาร ต้องจัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถือชนิด 20-ปี ไม่น้อยกว่าหนึ่งเครื่อง โดยมีระยะห่างจากบริเวณที่เก็บวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลว ไม่น้อยกว่าแปดเมตรและไม่เกินยี่สิบสี่เมตร

(5) การป้องกันอันตรายจากการชนถ่ายวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลว

- ก. บริเวณที่มีการถ่ายเทวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวที่มีปริมาณตั้งแต่ยี่สิบลิตรขึ้นไป ต้องห่างจากบริเวณปฏิบัติงานอื่นๆ ไม่น้อยกว่าแปดเมตร หรือมีผนังปิดกั้นที่สร้างด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งชั่วโมง และต้องจัดให้มีการระบายอากาศเพื่อมิให้มีความเข้มข้นของไอระเหยที่สามารถติดไฟได้
- ข. การชนถ่ายจากภาชนะหรือถังที่อยู่ภายในหรือนอกอาคารชนิดติดตรงกับที่ ต้องใช้ระบบท่อปิดในกรณีที่ใช้ภาชนะขนาดเล็กชนิดที่เคลื่อนย้ายได้ อาจเลือกใช้วิธีการกักน้ำ หรือปั๊มที่มีวาล์วซึ่งสามารถปิดได้เองในการชนถ่าย ห้ามใช้วิธีอัดอากาศ
- ค. ต้องป้องกันมิให้มีการรั่วไหลหรือหกของวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลว ถ้ามีการรั่วไหล หรือหกต้องจัดโดยการดูด ซับ หรือระบายให้ออกในที่ปลอดภัย
- ง. วัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวที่นำไปใช้ในบริเวณที่ปฏิบัติงาน ต้องห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน ไม่น้อยกว่าสิบหกเมตร เว้นแต่จะมีการป้องกันไว้อย่างปลอดภัย
- จ. วัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดชนิดของเหลวเมื่อยังไม่ต้องการใช้งานต้องเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด
- ฉ. ต้องจัดให้มีเครื่องดับเพลิงชนิดไม่ต่ำกว่า 20-ปี ไม่น้อยกว่าหนึ่งเครื่องไว้บนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งหรือขนถ่ายวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิด

ข้อ 25 การเก็บถังก๊าซชนิดเคลื่อนย้ายได้ ชนิดของเหลว ให้นายจ้างปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

- (1) ในกรณีที่เก็บถังก๊าซไว้ภายนอกอาคารต้องเก็บไว้ในที่เปิดโล่ง ที่มีการป้องกันความร้อนมิให้มีอุณหภูมิสูงกว่าที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
- (2) ถ้าเก็บถังก๊าซไว้ในอาคารต้องแยกเก็บไว้ในห้องที่มีผนังทนไฟ
- (3) ห้ามเก็บถังก๊าซไว้ใกล้วัตถุที่ลุกไหม้ได้ง่าย

ข้อ 26 การป้องกันอันตรายจากถ่านหิน เซลลูโลส หรือของแข็งที่ติดไฟง่าย ให้นายจ้างปฏิบัติตามดังนี้

- (1) การเก็บถ่านหินในที่โล่งแจ้งต้องพรมน้ำให้เปียกขึ้นตลอดเวลาและอัดทึบให้แน่นเพื่อป้องกันการลุก

ใหม่เอง และห้ามกองสูงเกินสามเมตร

(2) ถ่านหินที่บดแล้วหรือชนิดผงที่มีอนุภาคสูงกว่าหกสิบห้าองศาเซลเซียส ต้องทำให้เย็นก่อนนำไปเก็บใส่ไว้ในถังหรือภาชนะทนไฟ

(3) ถังหรือภาชนะที่ใช้เก็บถ่านหิน หรือผงแร่ที่ลุกไหม้ได้ง่ายต้องสร้างด้วยวัตถุทนไฟที่มีฝาปิดมิดชิดและต้องเก็บไว้ให้ห่างไกลจากแหล่งความร้อน

(4) การเก็บเซลล์ลอยด์หรือของแข็งที่ติดไฟได้ง่ายในไซโล ถัง หรือภาชนะ ต้องทำการป้องกันการผสมกับอากาศที่จะลุกไหม้ได้ เช่น การระบายอากาศ และการป้องกันการลุกไหม้จากแหล่งความร้อน

ข้อ 27 การเก็บวัตถุที่ติดไฟได้ง่าย เช่น ไม้ กระดาษ ขนสัตว์ ฟาง หรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน ในกรณีที่มีจำนวนมากให้นายจ้างแยกเก็บไว้ในอาคารต่างหาก หรือเก็บในห้องทนไฟ หลังคาหรือฝาห้อง ต้องไม่ทำด้วยแก้วหรือวัตถุโปร่งใสที่แสงแดดส่องตรงเข้าไปได้ ถ้ามีจำนวนน้อยให้เก็บไว้ในภาชนะทนไฟหรือถังโลหะที่มีฝาปิด

ข้อ 28 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิด สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ หน้ากาก เสื้อผ้า รองเท้า ที่สามารถป้องกันวัตถุไวไฟ หรือวัตถุระเบิดชนิดนั้นได้

## หมวด 6

การกำจัดของเสียที่ติดไฟได้ง่าย

ข้อ 29 ให้นายจ้างปฏิบัติเกี่ยวกับของเสียที่ติดไฟง่ายตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

(1) ต้องเก็บรวบรวมของเสียที่ติดไฟได้ง่ายไว้ในภาชนะปิดที่เป็นโลหะ

(2) จัดให้มีการทำความสะอาดมิให้มีการสะสมหรือตกค้างของของเสียที่ติดไฟได้ง่ายไม่น้อยกว่าวันละหนึ่งครั้ง ถ้าเป็นงานกะไม่น้อยกว่ากะละหนึ่งครั้ง เว้นแต่ วัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิดที่ลุกไหม้ได้เอง ต้องจัดให้มีการทำความสะอาดทันที

(3) ให้นำของเสียที่เก็บรวบรวมตาม ( 1) ออกไปจากบริเวณที่ลูกจ้างทำงานไม่น้อยกว่าวันละหนึ่งครั้ง ในกรณีที่ขังไม่ได้กำจัดทันทีให้นำไปเก็บไว้ในห้องหรืออาคารทนไฟ และต้องนำไปกำจัดให้หมดอย่างน้อยเดือนละครั้งโดยวิธีการที่ปลอดภัย เช่น การเผา การฝัง หรือการใช้สารเคมีเพื่อให้ของเสียนั้นสลายตัว

ข้อ 30 การกำจัดของเสียโดยการเผาให้นายจ้างปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) ให้เผาในเตาที่ออกแบบสำหรับการเผาโดยเฉพาะ ถ้าเผาในที่โล่งแจ้ง ต้องห่างจากที่ลูกจ้างทำงานใน

ระยะที่ปลอดภัยและอยู่ได้ลม

- (2) ลูกจ้างที่ทำหน้าที่เผาต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น หน้ากาก ถุงมือ เป็นต้น
- (3) ให้นายจ้างจัดเก็บเก้าอี้ที่เหลือนจากการเผาของเสียนั้นไว้ในภาชนะ ห้อง สถานที่ปลอดภัย หรือเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการรั่วไหล หรือนำไปฝังในสถานที่ปลอดภัย

#### หมวด 7

การป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

ข้อ 31 ให้นายจ้างจัดให้มีสายล่อฟ้าเพื่อป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าสำหรับอาคาร สิ่งก่อสร้างหรือภาชนะดังต่อไปนี้

- (1) อาคารที่มีวัตถุไวไฟหรือวัตถุระเบิด
- (2) อาคารที่มีใ้ที่อยู่ในรัศมีการป้องกันสายล่อฟ้าจากอาคารอื่น
- (3) สิ่งก่อสร้างหรือภาชนะที่มีส่วนสูง เช่น ปล่องไฟ หอคอย เสาธง ดั้งเก็บน้ำ หรือสารเคมี

การติดตั้งสายล่อฟ้า ให้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

ข้อ 32 ให้นายจ้างจัดให้มีการป้องกันไม่ให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าจากสายไฟฟ้าแรงสูง สายโทรเลข เสาวิทยุสื่อสาร หรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติคล้ายกันสู่สายล่อฟ้า โดยติดตั้งสายล่อฟ้าให้มีระยะห่างที่ปลอดภัยหรือปิดกั้นมิให้มีการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้า

#### หมวด 8

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และการฝึกซ้อมดับเพลิง

ข้อ 33 ให้นายจ้างจัดให้มีระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในสถานประกอบการโดยให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

- (1) สถานประกอบการตั้งแต่สองชั้นขึ้นไปต้องติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชนิดเปล่งเสียงให้ลูกจ้างที่ทำงานภายในอาคารได้ยินอย่างทั่วถึง โดยมีระดับความดังของเสียงไม่น้อยกว่าหนึ่งร้อย เดซิเบล
  - (เอ) วัดห่างจากจุดกำเนิดของเสียงหนึ่งเมตร โดยรอบ
- (2) อุปกรณ์ที่ทำให้เสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน ต้องอยู่ในที่เด่นชัดเข้าไปถึงง่ายหรืออยู่ในเส้นทางหนีไฟ โดยต้องติดตั้งทุกชั้นและมีระยะห่างจากจุดที่ลูกจ้างทำงานไม่เกินสามสิบเมตร



(3) สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องมีเสียงที่แตกต่างไปจากเสียงที่ใช้ในสถานประกอบการทั่วไป และห้ามใช้เสียงดังกล่าวในกรณีอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

(4) ต้องจัดให้มีการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง

(5) สำหรับกิจการโรงพยาบาลหรือสถานที่ที่ไม่ต้องการให้ใช้เสียงจะต้องจัดให้มีอุปกรณ์ หรือมาตรการอื่นใด เช่น สัญญาณไฟ รหัสที่สามารถแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อ 34 ให้นายจ้างจัดให้มีการฝึกซ้อมดับเพลิง ดังต่อไปนี้

(1) สถานประกอบการที่มีสภาพเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างปานกลางหรืออย่างร้ายแรงต้องจัดให้มีกลุ่มพนักงานเพื่อปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย และมีผู้อำนวยการป้องกันและระงับอัคคีภัยเป็นผู้อำนวยการในการดำเนินงานทั้งระบบประจำสถานประกอบการตลอดเวลา

(2) ต้องจัดให้ผู้มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการ ป้องกันและระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาลและการช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน

ข้อ 35 ให้นายจ้างจัดให้มีการฝึกซ้อมอพยพลูกจ้างออกจากอาคารไปตามเส้นทางหนีไฟตามที่กำหนดในข้อ 13

ข้อ 36 ให้นายจ้างจัดให้มีการฝึกซ้อมดับเพลิงและการฝึกซ้อมหนีไฟ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

ในกรณีที่นายจ้างจัดให้มีการฝึกซ้อมดับเพลิงหรือฝึกซ้อมหนีไฟเอง ให้ส่งแผนและรายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกซ้อมต่ออธิบดี เพื่อให้ความเห็นชอบก่อนการฝึกซ้อมไม่น้อยกว่าสามสิบวัน

ถ้านายจ้างไม่สามารถฝึกซ้อมดับเพลิงหรือหนีไฟได้เองให้ขอความร่วมมือหน่วยงานดับเพลิงท้องถิ่นหรือหน่วยงานที่ทางราชการรับรองว่าช่วยดำเนินการฝึกซ้อม

ให้นายจ้างจัดทำรายงานผลการฝึกซ้อมตามแบบที่อธิบดีกำหนดยื่นต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ภายในสามสิบวัน นับแต่วันเสร็จสิ้นการฝึกซ้อม


#### หมวด 9 เบ็ดเตล็ด

ข้อ 37 ลูกจ้างต้องใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่นายจ้างจัดให้ตามประกาศนี้

ข้อ 38 ให้นายจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติตามประกาศนี้

ข้อ 39 เมื่อปรากฏว่านายจ้างหรือลูกจ้างฝ่าฝืนประกาศนี้ พนักงานเจ้าหน้าที่อาจให้คำเตือนเพื่อให้ปฏิบัติให้ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนดไว้ในคำเตือนเสียก่อนก็ได้



	<b>แผนการสอนที่ 8</b>	<b>หน่วยที่ 4</b>
	<b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>	<b>สัปดาห์ที่ 8</b>
	<b>ชื่อหน่วย การขนส่งแนวราบและแนวตั้ง</b>	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>4.1 เข้าใจการขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน</p> <p>4.1.1 อธิบายประวัติและความเป็นมาของบันไดเลื่อน</p> <p>4.1.2 อธิบายการทำงานของบันไดเลื่อนและส่วนประกอบต่างๆ</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ขั้่นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ     ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อนที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ     ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของ     ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องหลักการทำความเย็นกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ขั้่นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่อง     ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อนพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2.     2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ขั้่นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของ     ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่อง     ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5     มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อนที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง

4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด

4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของ ขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน

4. 4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

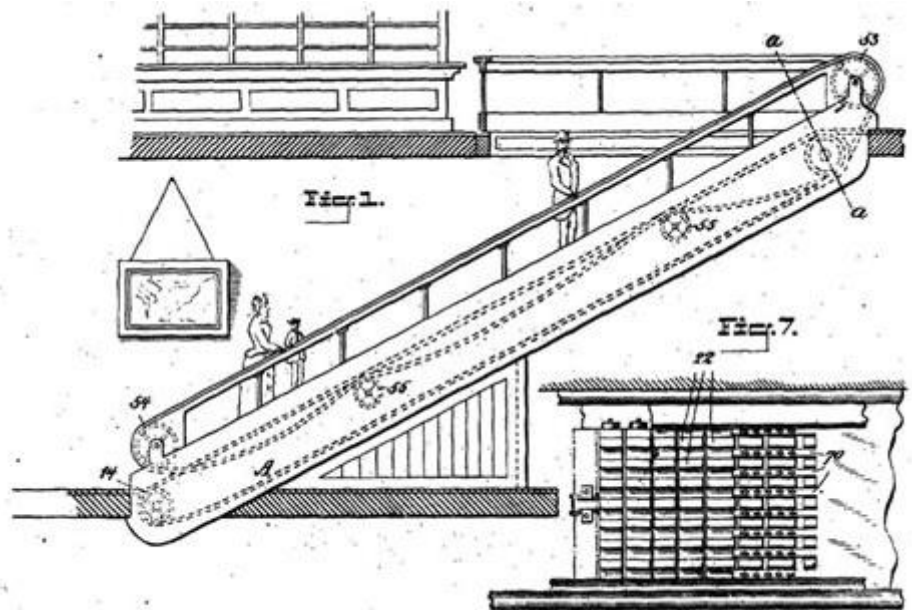
<b>ใบความรู้ที่ 8</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย การขนส่งแนวราบและแนวตั้ง</b>	<b>สอนครั้งที่ 8</b>
<b>เรื่อง</b> การขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน	<b>จำนวนคาบ 2</b>

#### 4.1 การขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน

##### 4.1.1 ประวัติและความเป็นมา ของบันไดเลื่อน

ก่อนจะมาเป็นบันไดเลื่อนนั้น ต้นแบบของบันไดเลื่อนได้ถูกคิดไว้ต่าง ๆ และได้รับการจดสิทธิบัตรครั้งแรกโดย Nathan Ames ในปีค.ศ. 1859 Leamon Souder ในปีค.ศ. 1889 Jesse Wilford Reno และ George A. Wheeler ในปีค.ศ. 1892

ต่อมาในปีค.ศ. 1896 Jesse Wilford Reno สามารถสร้าง บันไดเลื่อนที่สามารถทำงานได้จริงตัวแรกของโลก และติดตั้งไว้ที่นิวยอร์ก โดยเขาเรียกมันว่า "inclined elevator"



Reno Inclined Elevator



โดยที่มาของชื่อ Escalator นั้น มาจากคำว่า "elevator" และ "scala" ซึ่งเป็นภาษาลาติน แปลว่า ขั้นบันได โดย Charles Seeberger ผู้ออกแบบบันไดเลื่อนซึ่งถือเป็นต้นแบบของบันไดเลื่อนในปัจจุบัน

สำหรับบันไดเลื่อนรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้น บันไดแต่ละขั้นจะยึดติดกัน และมีล้อเลื่อนขึ้นลงได้ เลื่อนไปตามรางใต้บันได ขั้นบันไดจะเลื่อนลงไปสู่ปลายทาง

หนึ่งของบันไดเลื่อน โดยจะค่อยๆ ลดระดับลง จนสุดที่ปลายบันไดเลื่อน พาให้ผู้โดยสารขึ้นไปถึงที่พักบันได เพื่อเลื่อนกลับมา การทำงานของบันไดเลื่อน จะมีมอเตอร์ไฟฟ้า หมุนเฟืองอันใหญ่ หน้าที่ให้บันไดเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังดูราวบันไดซึ่งเป็นสายพานวิ่งได้รอบให้เคลื่อนที่ตามไปด้วย สำหรับให้ผู้ใช้ได้ยึดจับได้มั่น

ห้างสรรพสินค้า ไทยไดมารู ราชประสงค์ เป็นผู้นำบันไดเลื่อนตัวแรก เข้ามาเมืองไทย เปิดบริการเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ.2507 ปรากฏว่า ชาวกรุงแห่กันไปใช้บันไดเลื่อนกันเนืองแน่น

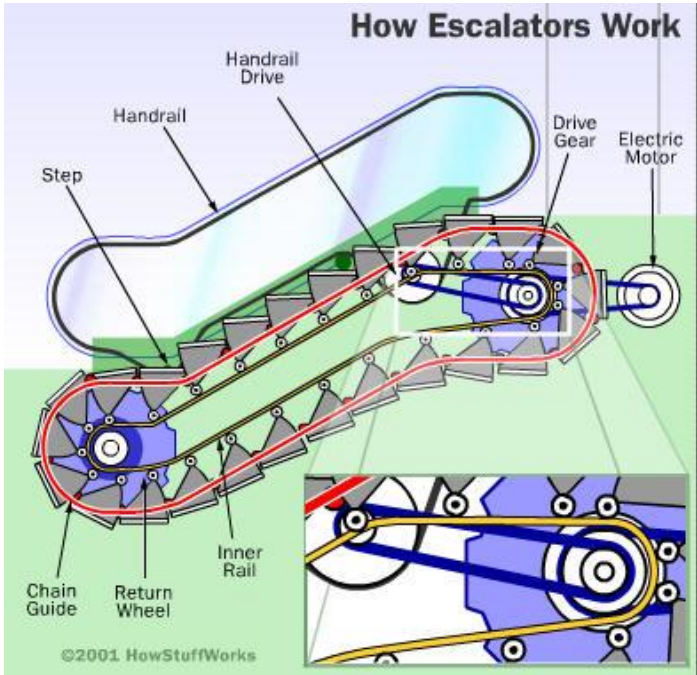
ห้างสรรพสินค้าไทยไดมารู ที่ติดตั้งบันไดเลื่อนตัวแรกนี้ ตั้งอยู่ทางฝั่งศูนย์การค้าเซ็นทรัลเวิลด์ในปัจจุบัน ต่อมาห้างได้ย้ายไปอยู่ฝั่งตรงข้าม ไม่ทราบว่าย้ายบันไดเลื่อนตัวแรกนี้ไปด้วยหรือไม่ ปัจจุบันอาคารห้างสรรพสินค้า ไทยไดมารู ได้ถูกทุบทิ้งไปนานหลายปีแล้ว

#### 4.2 การทำงานของบันไดเลื่อนและส่วนประกอบต่างๆ

บันไดเลื่อนเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเห็นได้ทั่วไปในห้างสรรพสินค้าและอาคารสำนักงานใหญ่ๆ ที่มีผู้คนพลุกพล่าน โดยบันไดเลื่อนนั้นเป็นเครื่องจักรที่มีราคาแพง แต่ก็เป็เครื่องจักรที่ไม่สามารถขาดได้ในชีวิตประจำวัน เนื่องด้วยความสะดวกสบายที่ได้ บันไดเลื่อนนั้นสามารถขนส่งผู้คนได้เป็นจำนวนมาก ในระยะทางสั้นๆ โดยหลักการทำงานง่ายๆของสายพาน

หัวใจการทำงานของบันไดเลื่อน คือ มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนด้วยกำลังกว่า 100 แรงม้า ขับเฟืองเกียร์ตัวบนพร้อมโซ่ พาบันไดทั้งชุดให้เคลื่อนที่อยู่ในโครงถัก (โครงโลหะที่ต่อกันอยู่ระหว่างชั้นทั้งสอง)

การออกแบบนั้น จะทำเป็นขั้นๆแบบบันได ขณะที่โซ่กำลังเคลื่อนที่ บันไดจะอยู่ในระดับเดียวกันตลอด ยกเว้นด้านบนและล่าง ซึ่งบันไดจะยุบตัวเป็นแนวราบ ช่วยให้บันไดเลื่อนเข้าไปได้ง่าย ภาพล่างเป็นหลักการการทำงานของบันไดเลื่อน





## ชั้นบันได

ทุกๆชั้นของ ชั้นบันไดในบันไดเลื่อนนั้นจะมีลูกล้ออยู่ 2ตัว วิ่งไปตาม รางเหล็กทั้ง 2 โดยชุดบนนั้น(ชุดที่อยู่ใกล้ บริเวณที่เหยียบ) จะต่อกับ โช่ และถูกดึงด้วยเกียร์ที่ต่อกับมอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อนให้บันไดเลื่อนนั้นหมุนไป ส่วนลูก ล้อชุดล่างนั้น เพียงให้แต่ละชั้นวิ่งไปตามรางเท่านั้น



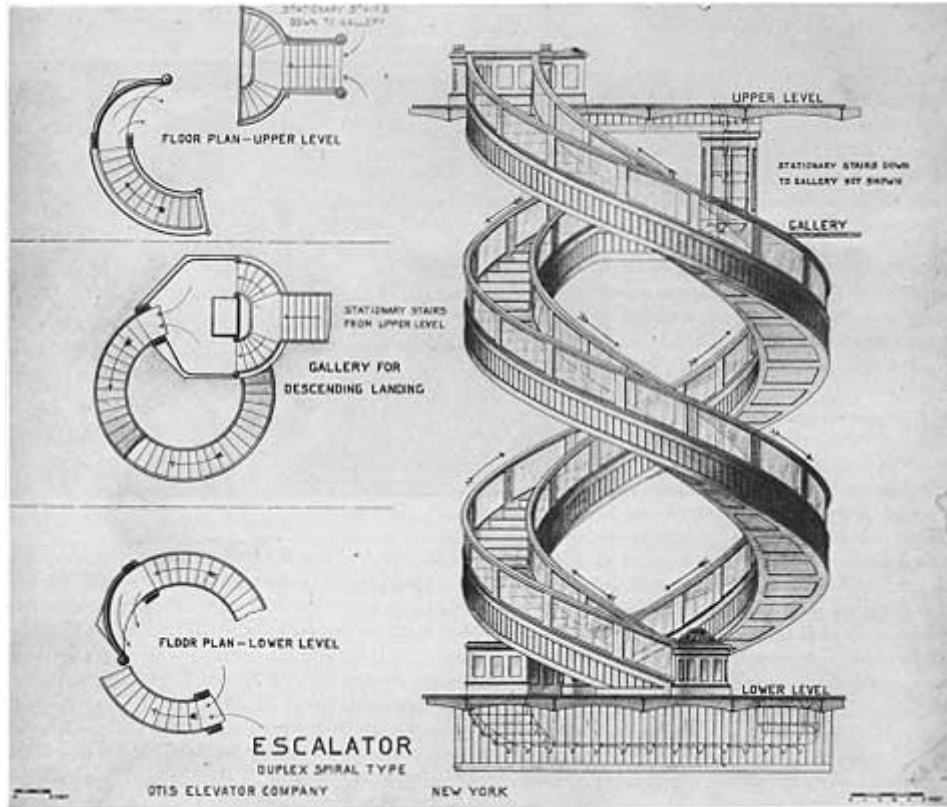
## มือจับ

เนื่องจากระหว่างชั้นบันได มีการเลื่อน จึงต้องออกแบบเป็นร่องระหว่างชั้น หน้าที่ของมอเตอร์ไฟฟ้าอีกอย่าง หนึ่งคือการหมุนมือจับ (Handrail) ทำด้วยยาง ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับชั้นบันได เมื่อผู้ใช้จับ ช่วยให้เกิด ความมั่นคงไม่หกล้ม

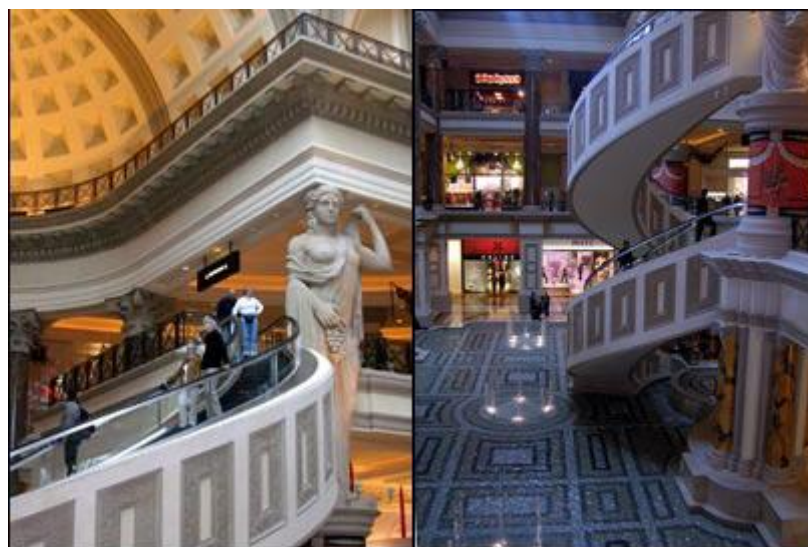
บันไดเลื่อนนั้น อาจจะไม่ดีเท่ากับลิฟท์ เพราะลิฟท์ ช่วยขนถ่ายคนขึ้นลงสำหรับตึกสูงได้หลายชั้นและสามารถทำ ความเร็วได้มากกว่า แต่ว่ามันมีข้อดีกว่าลิฟท์ ในกรณีที่การขึ้นลงระหว่างชั้น จะสามารถขนย้ายคนได้จำนวนมาก และต่อเนื่อง โดยสามารถขนส่งผู้คนได้เป็นจำนวนนับหมื่นคนในหนึ่งชั่วโมง เช่น ขณะที่คนแรกเหยียบลงบน ชั้นบันได มันจะเลื่อนไป มีที่ว่างให้คนถัดไปเหยียบได้ทันที ไม่ต้องรอเหมือนลิฟท์

### Spiral escalator


บันไดเลื่อนชนิดเกลียว ได้มีการออกแบบมาเป็นเวลานานแล้ว โดยคิดค้นเพื่อการขนส่งหลายชั้น รูปด้านล่างนี้เป็นตัวอย่างการออกแบบโดย Charles Seeberger ในปี 1900 และจดทะเบียนภายในชื่อบริษัท Otis Elevator



นับเป็นเวลา 85 ปี หลังจากการออกแบบ บันไดเลื่อนชนิดเกลียวตัวแรกของโลกได้ถูกสร้างขึ้นและติดตั้งใช้งานเป็นครั้งแรกโดยบริษัท Mitsubishi Japan แต่ไม่สามารถทำเป็นเกลียวได้ดังภาพ โดยจะเป็นในลักษณะ โคงแทนดังรูปด้านล่าง





	<b>แผนการสอนที่ 9</b>	<b>หน่วยที่ 4</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 10</b>
	ชื่อหน่วย การขนส่งแนวราบและแนวตั้ง	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>4.2 เข้าใจการติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อน</p> <p>4.2.1 อธิบายขั้นตอนติดตั้งมันไคเลื่อน</p> <p>4.2.2 อธิบายวิธีบำรุงดูแลรักษามันไคเลื่อน</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่ 1</b> ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ การติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อนที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ การติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อน</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของการติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อน</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่อง การติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อนกระดาน</p> <p><b>กิจกรรมที่ 2</b> ขั้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่อง ขนส่งโดยการติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อนพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่ 3</b> ขั้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของการติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อน</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่อง การติดตั้งและบำรุงรักษามันไคเลื่อน</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง ขนส่งการติดตั้งและบำรุงรักษายันไคเลื่อนที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของการติดตั้งและบำรุงรักษายันไคเลื่อน
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องการติดตั้งและบำรุงรักษายันไคเลื่อน

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดขนส่งโดยยันไคเลื่อน และส่วนประกอบของยันไคเลื่อน

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

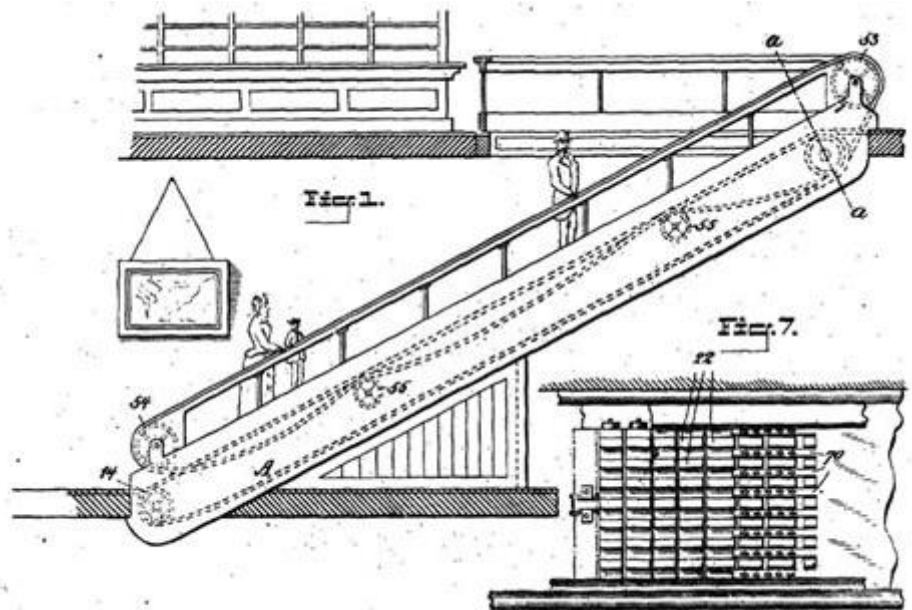
<b>ใบความรู้ที่ 9</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย การขนส่งแนวราบและแนวตั้ง</b>	<b>สอนครั้งที่ 9</b>
<b>เรื่อง</b> การขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน	<b>จำนวนคาบ 2</b>

#### 4.1 การขนส่งโดยบันไดเลื่อน และส่วนประกอบของบันไดเลื่อน

##### 4.1.1 ประวัติและความเป็นมา ของบันไดเลื่อน

ก่อนจะมาเป็นบันไดเลื่อนนั้น ต้นแบบของบันไดเลื่อนได้ถูกคิดไว้ต่าง ๆ นานา และได้รับการจดสิทธิบัตรครั้งแรกโดย Nathan Ames ในปีค.ศ. 1859 Leamon Souder ในปีค.ศ. 1889 Jesse Wilford Reno และ George A. Wheeler ในปีค.ศ. 1892

ต่อมาในปีค.ศ. 1896 Jesse Wilford Reno สามารถสร้าง บันไดเลื่อนที่สามารถทำงานได้จริงตัวแรกของโลก และติดตั้งไว้ที่นิวยอร์ก โดยเขาเรียกมันว่า "inclined elevator"



Reno Inclined Elevator



โดยที่มาของชื่อ Escalator นั้น มาจากคำว่า "elevator" และ "scala" ซึ่งเป็นภาษาลาติน แปลว่า ขั้นบันได โดย Charles Seeberger ผู้ออกแบบบันไดเลื่อนซึ่งถือเป็นต้นแบบของบันไดเลื่อนในปัจจุบัน

สำหรับบันไดเลื่อนรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้น บันไดแต่ละขั้นจะยึดติดกัน และมีล้อเลื่อนขึ้นลงได้ เลื่อนไปตามรางใต้บันได ขั้นบันไดจะเลื่อนลงไปสู่ปลายทาง

หนึ่งของบันไดเลื่อน โดยจะค่อยๆ ลดระดับลง จนสุดที่ปลายบันไดเลื่อน พาให้ผู้โดยสารขึ้นไปถึงที่พักบันได เพื่อเลื่อนกลับมา การทำงานของบันไดเลื่อน จะมีมอเตอร์ไฟฟ้า หมุนเฟืองอันใหญ่ หน้าที่ขับเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังดูราวบันไดซึ่งเป็นสายพานวิ่งได้รอบให้เคลื่อนที่ตามไปด้วย สำหรับให้ผู้ใช้ได้ยึดจับได้มั่น

ห้างสรรพสินค้า ไทยไดมารู ราชประสงค์ เป็นผู้นำบันไดเลื่อนตัวแรก เข้ามาเมืองไทย เปิดบริการเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ.2507 ปรากฏว่า ชาวกรุงแห่กันไปใช้บันไดเลื่อนกันเนืองแน่น

ห้างสรรพสินค้าไทยไดมารู ที่ติดตั้งบันไดเลื่อนตัวแรกนี้ ตั้งอยู่ทางฝั่งศูนย์การค้าเซ็นทรัลเวิลด์ในปัจจุบัน ต่อมาห้างได้ย้ายไปอยู่ฝั่งตรงข้าม ไม่ทราบว่าย้ายบันไดเลื่อนตัวแรกนี้ไปด้วยหรือไม่ ปัจจุบันอาคารห้างสรรพสินค้า ไทยไดมารู ได้ถูกทุบทิ้งไปนานหลายปีแล้ว

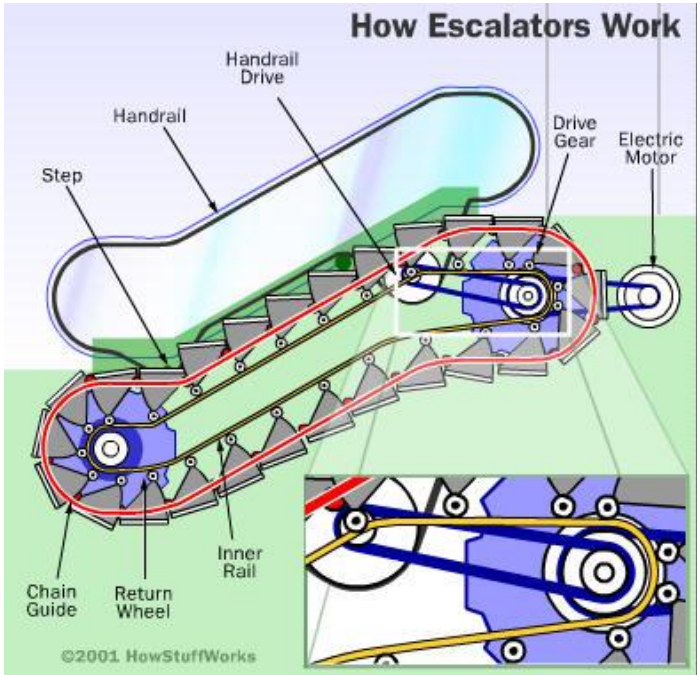
#### 4.2 การทำงานของบันไดเลื่อนและส่วนประกอบต่างๆ

บันไดเลื่อนเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเห็นได้ทั่วไปในห้างสรรพสินค้าและอาคารสำนักงานใหญ่ๆ ที่มีผู้คนพลุกพล่าน โดยบันไดเลื่อนนั้นเป็นเครื่องจักรที่มีราคาแพง แต่ก็เป็เครื่องจักรที่ไม่สามารถขาดได้ในชีวิตประจำวัน เนื่องด้วยความสะดวกสบายที่ได้ บันไดเลื่อนนั้นสามารถขนส่งผู้คนได้เป็นจำนวนมาก ในระยะทางสั้นๆ โดยหลักการทำงานง่ายๆของสายพาน

หัวใจการทำงานของบันไดเลื่อน คือ มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนด้วยกำลังกว่า 100 แรงม้า ขับเฟืองเกียร์ตัวบนพร้อมโซ่ พาบันไดทั้งชุดให้เคลื่อนที่อยู่ในโครงถัก (โครงโลหะที่ต่อกันอยู่ระหว่างชั้นทั้งสอง)

การออกแบบนั้น จะทำเป็นขั้นๆแบบบันได ขณะที่โซ่กำลังเคลื่อนที่ ชั้นบันไดจะอยู่ในระดับเดียวกันตลอด ยกเว้นด้านบนและล่าง ซึ่งชั้นบันไดจะยุบตัวเป็นแนวราบ ช่วยให้ชั้นบันไดเลื่อนเข้าไปได้ง่าย ภาพล่างเป็นหลักการการทำงานของบันไดเลื่อน





## ชั้นบันได

ทุกๆชั้นของ ชั้นบันไดในบันไดเลื่อนนั้นจะมีลูกล้ออยู่ 2ตัว วิ่งไปตาม รางเหล็กทั้ง 2 โดยชุดบนนั้น(ชุดที่อยู่ใกล้ บริเวณที่เหยียบ) จะต่อกับ โช่ และถูกดึงด้วยเกียร์ที่ต่อกับมอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อนให้บันไดเลื่อนนั้นหมุนไป ส่วนลูก ล้อชุดล่างนั้น เพียงให้แต่ละชั้นวิ่งไปตามรางเท่านั้น



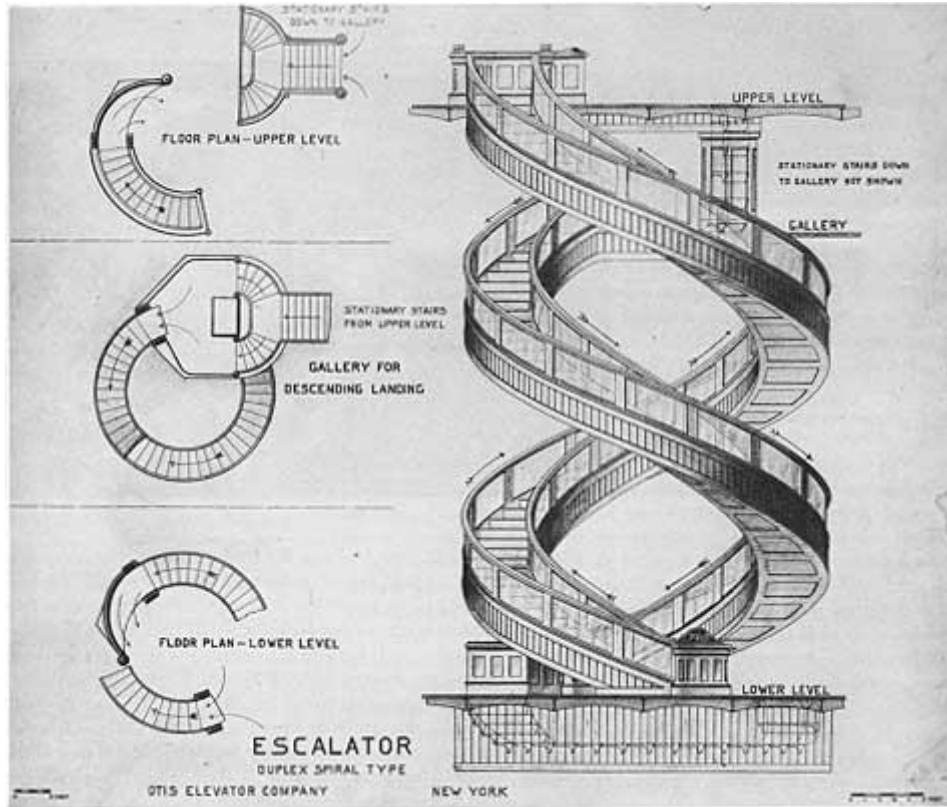
## มือจับ

เนื่องจากระหว่างชั้นบันได มีการเลื่อน จึงต้องออกแบบเป็นร่องระหว่างชั้น หน้าที่ของมอเตอร์ไฟฟ้าอีกอย่าง หนึ่งคือการหมุนมือจับ (Handrail) ทำด้วยยาง ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับชั้นบันได เมื่อผู้ใช้จับ ช่วยให้เกิด ความมั่นคงไม่หกล้ม

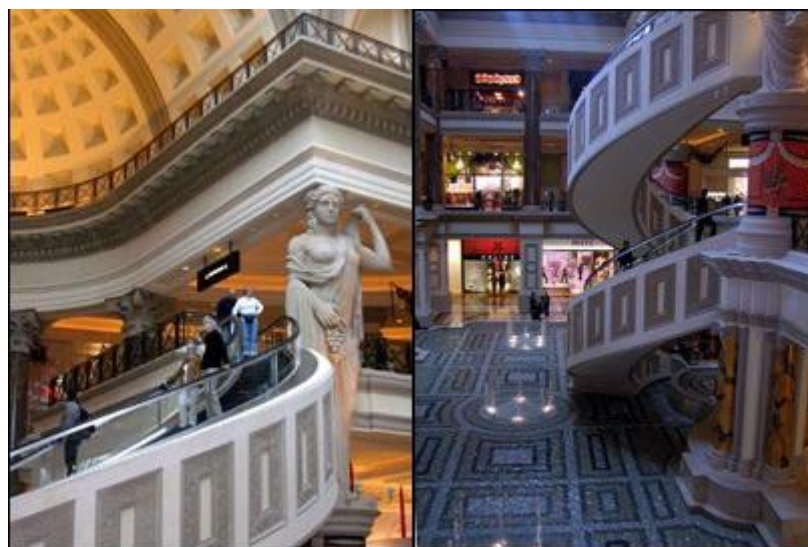
บันไดเลื่อนนั้น อาจจะไม่ดีเท่ากับลิฟท์ เพราะลิฟท์ ช่วยขนถ่ายคนขึ้นลงสำหรับตึกสูงได้หลายชั้นและสามารถทำ ความเร็วได้มากกว่า แต่ว่ามันมีข้อดีกว่าลิฟท์ ในกรณีที่การขึ้นลงระหว่างชั้น จะสามารถขนย้ายคนได้จำนวนมาก และต่อเนื่อง โดยสามารถขนส่งผู้คนได้เป็นจำนวนนับหมื่นคนในหนึ่งชั่วโมง เช่น ขณะที่คนแรกเหยียบลงบน ชั้นบันได มันจะเลื่อนไป มีที่ว่างให้คนถัดไปเหยียบได้ทันที ไม่ต้องรอเหมือนลิฟท์

### Spiral escalator


บันไดเลื่อนชนิดเกลียว ได้มีการออกแบบมาเป็นเวลานานแล้ว โดยคิดค้นเพื่อการขนส่งหลายชั้น รูปด้านล่างนี้เป็นตัวอย่างการออกแบบโดย Charles Seeberger ในปี 1900 และจดทะเบียนภายในชื่อบริษัท Otis Elevator



นับเป็นเวลา 85 ปี หลังจากการออกแบบ บันไดเลื่อนชนิดเกลียวตัวแรกของโลกได้ถูกสร้างขึ้นและติดตั้งใช้งานเป็นครั้งแรกโดยบริษัท Mitsubishi Japan แต่ไม่สามารถทำเป็นเกลียวได้ดังภาพ โดยจะเป็นในลักษณะ โคงแทนดังรูปด้านล่าง





	<b>แผนการสอนที่ 10</b>	<b>หน่วยที่ 5</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 11</b>
	ชื่อหน่วย ระบบลิฟต์	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>5.1 เข้าใจประเภทของอาคารที่จะติดตั้งลิฟต์</p> <p>5.1.1 อธิบายประวัติความเป็นมาของลิฟต์</p> <p>5.1.2 อธิบายประเภทของลิฟต์</p> <p>5.2 เข้าใจ เกณฑ์การออกแบบลิฟต์</p> <p>5.2.1 อธิบายข้อมูล เพื่อการออกแบบระบบลิฟต์ในอาคาร</p> <p>5.3 เข้าใจส่วนประกอบของลิฟต์</p> <p>5.3.1 อธิบายส่วนประกอบห้องเครื่องลิฟต์</p> <p>5.3.2 อธิบายส่วนประกอบในช่องลิฟต์</p> <p>5.3.3 อธิบายส่วนประกอบของตู้ลิฟต์</p> <p>5.3.4 อธิบายส่วนประกอบของประตูลิฟต์</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ การระบบลิฟต์ที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับระบบลิฟต์</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของระบบลิฟต์</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่องระบบลิฟต์</p> <p><b>กิจกรรมที่2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่อง ขนส่งโดยพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของระบบลิฟต์</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องระบบลิฟต์</p>		

3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ

3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ

3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง

#### กิจกรรมที่4 ขั้นสำเร็จผล

4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องระบบลิฟต์ที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง

4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด

4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของระบบลิฟต์

4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องระบบลิฟต์

### 4. การวัดและประเมินผล

#### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดระบบลิฟต์

#### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

#### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<p style="text-align: center;"><b>ใบความรู้ที่ 10</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบลิฟท์</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>สอนครั้งที่ 10</b></p>
<p><b>เรื่อง ระบบลิฟท์</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>จำนวนคาบ 2</b></p>
<p><b>5.1 ประเภทของอาคารที่จะติดตั้งลิฟท์</b></p> <p><b>5.1.1 ประวัติความเป็นมาของลิฟท์</b></p> <p>ความเป็นมาของลิฟท์ ลิฟท์พาหนะโดยสารสำหรับอาคารสูง ที่มีใช้กันอยู่แพร่หลายในปัจจุบัน มีประวัติ ก่อกำเนิดมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ หรือเมื่อ 253 ปี ก่อนคริสตกาล โดยผู้ริเริ่มใช้คนแรก คือ Archimedes นักปราชญ์ ชื่อคิงชาวกรีก และใช้เรื่อยมาถึงสมัยอาณาจักร โรมัน ในสมัยอียิปต์โบราณ ได้ใช้ลิฟท์เป็นอุปกรณ์ในการก่อสร้างปิรามิด โดยใช้แรงคนหรือสัตว์และพลังน้ำในการขับเคลื่อน แม้ในสมัยจักรพรรดิ นโปเลียน ก็มีลิฟท์ที่เรียกว่า “เก้าอี้ เหาะ” แต่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งจึงเสื่อมความนิยมลงช่วงที่ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรมลิฟท์อย่างแท้จริงคือ ช่วงปฏิบัติอุตสาหกรรม ที่เริ่มนำเครื่องจักรไอน้ำมาใช้กับลิฟท์ในประเทศอังกฤษ แต่ก็ยังไม่ปลอดภัยเพียงพอสำหรับการโดยสารจนกระทั่งปี 1852 จึงเริ่มพัฒนาลิฟท์ให้มีความปลอดภัยในการใช้โดยสารมากขึ้น ด้วยการคิดค้นอุปกรณ์ เพิ่มความปลอดภัย พร้อมกับการคิดค้นลิฟท์ที่ใช้เครื่องจักรและสลิงในการขับเคลื่อน จึงนับเป็นจุดเริ่มต้นของ อุตสาหกรรม ลิฟท์อย่างแท้จริง</p> <p>ในปี 1861 ได้พัฒนารูปแบบลิฟท์จากที่เคยใช้สลิงเพียง 1 หรือ 2 เส้นมาเป็นสลิงหลายเส้นเพื่อให้มีความ ปลอดภัยแก่ผู้โดยสารมากขึ้น และถือเป็นมาตรฐานในการผลิตลิฟท์นับแต่นั้นมา ต่อมาในปี 1887 ได้มีการผลิตลิฟท์ที่ ใช้พลังงานไฟฟ้าติดตั้งขึ้นเป็นครั้งแรกในอเมริกา จากนั้นก็ได้มีการพัฒนารูปแบบและระบบเทคโนโลยีต่างๆ มา อย่างต่อเนื่องจวบจนปัจจุบัน</p> <p>ในประเทศไทย เริ่มมีการนำลิฟท์มาติดตั้งครั้งแรกในสมัยรัชกาลที่ 6 โดยการนำเข้าลิฟท์ที่ขับเคลื่อนด้วย เครื่องจักรจากอิตาลีมาติดตั้ง ณ พระที่นั่งอนันตสมาคมและติดตั้งลิฟท์ที่ขับเคลื่อนโดยแรงคนที่พระที่นั่งวโรภาส พิमान พระราชวังบางปะอิน เมื่อมีไฟฟ้าใช้จึงได้เริ่มนำเข้าลิฟท์จากต่างประเทศเพื่อติดตั้งตามหน่วยงานราชการ พร้อมให้การดูแลบำรุงรักษาอันเป็นที่มาเริ่มแรกของการใช้ลิฟท์ในประเทศ ก่อนที่จะพัฒนามาโดยลำดับจวบจน ปัจจุบัน</p>	



คนส่วนมากมักมองว่าอุตสาหกรรมลิฟต์ใหม่และลิฟต์บริการเป็นเรื่องเดียวกัน แต่โดยลักษณะงานแล้ว ธุรกิจทั้งสองส่วนนี้มีความแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของเนื้อหางาน และกฎระเบียบต่างๆ (ในกรณีของประเทศที่มีกฎหมายบังคับเรื่องลิฟต์)

### 5.1.2 ประเภทของลิฟต์

ลิฟต์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ลิฟท์ระบบไฮดรอลิก
2. ลิฟท์ที่ใช้สายเคเบิล

ระบบไฮดรอลิกแยกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ถังบรรจุน้ำมันไฮดรอลิก
2. ปั๊มได้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า
3. วาล์วอยู่ระหว่างถังบรรจุกับกระบอกลิฟท์ไฮดรอลิก

เมื่อต้องการให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น ให้ปิดวาล์ว เปิดปั๊มขับเคลื่อนของเหลวจากถังเก็บไปที่กระบอกลิฟท์ไฮดรอลิก ขับให้ลูกสูบเคลื่อนที่ และยกห้องลิฟท์ขึ้น

ขณะที่ห้องถูกยกขึ้นไปถึงชั้นที่ต้องการ ระบบควบคุมจะส่งสัญญาณไปที่มอเตอร์เพื่อหยุดปั๊ม ทำให้ไม่มีของเหลวไหลเข้าไปในกระบอกลิฟท์ เมื่อวาล์วยังปิดอยู่ ห้องจะนิ่งอยู่ที่ชั้นนั้น

เมื่อต้องการให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง ให้เปิดวาล์ว ของเหลวที่อยู่ในกระบอกลิฟท์จะไหลกลับเข้าสู่ถังเก็บ โดยใช้น้ำหนักของห้องลิฟท์กดลูกสูบลง ห้องจะค่อยๆเคลื่อนที่ลง และหยุดในระดับที่ต้องการ ระบบควบคุมทำการปิดวาล์วอีกครั้ง

ระบบนี้ค่อนข้างง่าย ไม่ซับซ้อน แต่มีข้อเสียเหมือนกัน

ข้อดีของมันคือ ใช้แรงน้อยแต่ได้แรงมาก อย่างไรก็ตามระบบไฮดรอลิกมีข้อเสีย 3 ข้อ ข้อแรกคือ ขนาดของอุปกรณ์ ที่มีขนาดใหญ่และยาว ถ้าคุณต้องการยกชั้นสูง ก้านลูกสูบต้องยาวมาก แน่นละยิ่งลูกสูบยาวมากขึ้น ความแข็งแรงก็น้อยลง และสามารถแตกหักได้ง่าย

ปัญหาข้อที่สองคือ ตัวกระบอกลิฟท์ต้องฝังลงใต้ดิน นั่นหมายความว่า ถ้าทรงกระบอกลิฟท์ยาวมาก ยิ่งต้องขุด

ลงได้ดินลึกมาก ค่าใช้จ่ายย่อมเพิ่มขึ้นแน่นอน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าคุณยกห้องขึ้นสูง 10 ชั้น ต้องขุดลงไป  
ได้ดินลึกอย่างน้อย 9 ชั้นเป็นต้น

ข้อเสียสุดท้ายคือ ใช้พลังงานสิ้นเปลืองมากและไม่มีประสิทธิภาพ เพราะสูญเสียไปกับการหมุน  
มอเตอร์ และขับปั๊มไฮดรอลิก

### ลิฟท์ที่ใช้สายเคเบิล

ลิฟท์แบบนี้นิยมใช้กันมากที่สุด ห้องลิฟท์ถูกยกขึ้นและลงโดยสายเคเบิล ที่คล้องผ่านรอก (Sheave)  
เพลทของรอกต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า (2) ถ้าต้องการทรอบให้ความเร็วลดลง ต้องมีระบบเกียร์ ทั้งหมด  
ตั้งอยู่ในห้องควบคุม (1)

สายเคเบิลคล้องผ่านรอก ด้านหนึ่งยึดเข้ากับตู้ อีกด้านหนึ่งยึดเข้ากับน้ำหนักถ่วง (4) ซึ่งมีน้ำหนัก  
ประมาณ 40 % ของน้ำหนักห้องที่บรรทุกสูงสุด ในกรณีที่ห้องบรรทุกน้ำหนักเท่ากับ 40 % ของ  
น้ำหนักสูงสุด มันจะเท่ากับน้ำหนักถ่วงพอดี

ความสมดุลที่เกิดขึ้นนี้ ช่วยประหยัดพลังงานได้ มอเตอร์ใช้แรงขับเคลื่อนเพียงเล็กน้อย เพื่อชนะแรง  
เสียดทาน ก็สามารถยกห้องขึ้นมาได้

ห้องบรรทุก กับน้ำหนักถ่วง เคลื่อนที่อยู่ในรางเลื่อน (guide rails) (5) ช่วยไม่ให้น้ำหนักเลื่อนเหวี่ยงไป  
มาได้

ลิฟท์ที่ใช้สายเคเบิล สามารถประยุกต์การใช้งานได้หลากหลายกว่าลิฟท์ระบบไฮดรอลิก และมี  
ประสิทธิภาพสูงกว่าด้วย หน้าที่ต่อไป เป็นระบบความปลอดภัยของลิฟท์

### ระบบความปลอดภัย

ถ้าคุณได้ดูหนังเรื่อง speed ที่คนร้ายวางระเบิดสายเคเบิล ทำให้ลิฟท์ตกลงมา คนโดยสารร้องวิ๊ดวาย  
กันอย่างตระหนก แต่ในโลกของความเป็นจริง ลิฟท์มีระบบความปลอดภัยอย่างยิ่ง สามารถป้องกัน  
ไม่ให้ลิฟท์ตกลงมาอย่างรวดเร็ว

อุปกรณ์ชิ้นแรก คือสายเคเบิล สายนี้ทำจากโลหะดึงให้เป็นเส้น และถักเป็นสาย แค่นั้นเดียวสามารถรับน้ำหนักของลิฟท์และน้ำหนักถ่วงได้อย่างสบาย สายเคเบิลที่ยึดลิฟท์ไว้มีหลายเส้น แม้เส้นใดเส้นหนึ่งขาดไป เส้นที่เหลือสามารถรับน้ำหนักได้

ถึงแม้ว่าสายเคเบิลทุกเส้นขาด ยังมีระบบความปลอดภัยอีกอย่างหนึ่ง คือระบบเบรก ที่จะช่วยชะลอหรือหยุดลิฟท์

ระบบเบรกใช้อุปกรณ์เรียกว่า โกวอร์เนอร์ (governor) ขอบศัพท์ภาษาอังกฤษ สายเคเบิลที่พันรอบโกวอร์เนอร์ แยกออกจากสายเคเบิลที่ใช้ยึดลิฟท์ สมมติว่าสายเคเบิลทุกเส้นขาด ห้องบรรทุกตกลงอย่างรวดเร็ว การทำงานของโกวอร์เนอร์

ระบบลิฟท์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับขนของขึ้น-ลงในแนวดิ่งภายในอาคาร และ เป็นหัวใจสำคัญที่ใช้ในการโดยสารภายในอาคาร เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการสัญจรภายในอาคาร

แยกประเภทลิฟท์จากการใช้งาน ซึ่งค่อนข้างเห็นได้ชัดเจนกว่าแบบอื่นๆ

1. ลิฟต์โดยสาร ใช้สำหรับรับส่งผู้โดยสารทั่วไป
2. ลิฟต์บริการใช้สำหรับโดยสารหรือส่งของ (ตามโรงงาน หรือ โรงแรม)
3. ลิฟต์ดับเพลิง ใช้สำหรับขนส่งผู้โดยสารทั่วไป แต่เมื่อเกิดเพลิงไหม้สามารถให้พนักงานดับเพลิงเข้ามาใช้ได้
4. ลิฟต์พยาบาล ใช้สำหรับขนคนไข้ และสามารถนำเตียงผู้ป่วยเข้าไปในลิฟต์ได้เพื่อสะดวกในการขนย้ายคนไข้
5. ลิฟต์รถยนต์ ใช้สำหรับขนรถยนต์ขึ้นบนดึก ใช้สำหรับอาคารที่มีทางเข้าแคบ หรืออาคารที่ต้องการความสะดวกและรวดเร็วในการบรรทุก
6. ลิฟต์ขนของ ใช้สำหรับขนของที่มีขนาด และ น้ำหนักมาก เพื่อเป็นการสะดวกในการขนวัสดุและอุปกรณ์ ใช้ตามโรงแรม หรือ โรงงาน
7. ลิฟต์แก้ว เป็นลิฟต์ที่มีความสวยงามมากที่สุด เป็นลิฟต์ที่ใช้ในการโดยสาร ตามสถานที่ที่เป็นสถานที่นัดพบ และ สถานที่ที่ต้องการความเป็นพิเศษต่างๆ

## 5.2 เกณฑ์การออกแบบลิฟต์

### 5.2.1 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับสถาปนิกและวิศวกร เพื่อการออกแบบระบบลิฟต์ในอาคาร

การออกแบบระบบลิฟต์ภายในอาคารที่มีขนาดไม่ใหญ่จะทำการออกแบบได้ไม่ยากนัก แต่ถ้า เป็นอาคารขนาดใหญ่ จะมีการซับซ้อนของการทำงานภายในตึกมากพอสมควร ในต่างประเทศมีการออกแบบระบบลิฟต์ด้วยระบบ คอมพิวเตอร์ มาช่วยคำนวณในการออกแบบ ซึ่งการออกแบบเราสามารถใช้อินโฟร์เมชันที่สำคัญคือ ขนาด ความจุ และ ความเร็วของ ลิฟต์ ซึ่งถ้าออกแบบได้อย่างเหมาะสมจะได้ระบบลิฟต์ที่มีประสิทธิภาพ และ จะไม่เป็นการสิ้นเปลือง โดยใช่เหตุ

### 5.2.2 ข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบระบบลิฟต์ ได้แก่

1. ประเภทของอาคาร เช่น สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษา โรงพยาบาล
2. จำนวนห้อง หรือ จำนวนที่พักรักษา พื้นที่ใช้สอยของอาคาร
3. การจัดตำแหน่งลิฟต์ภายในอาคาร
4. จำนวนลิฟต์ภายในอาคาร
5. Dimension ต่างๆของลิฟต์ ห้องเครื่อง บ่อลิฟต์
6. ขนาด หรือ ความจุของลิฟต์ แลชะความเร็วของลิฟต์

การจัดตำแหน่งลิฟต์ภายในอาคาร ส่วนมากจะมีการออกแบบและ จัดกลุ่มเข้าด้วยกัน เพราะจะทำให้ลิฟต์สามารถใช้ ระบบควบคุมของลิฟต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถคำนวณการจอดที่เสียน้อยที่สุดได้ โดย สำนักงาน และ อาคาร ต่างๆจะมีการใช้ลิฟต์บ่อยมากซึ่งการออกแบบให้เข้ากลุ่มกัน ถ้าตึกมีความสูงใหญ่ จะมีการ จัดกลุ่มเป็นแบบ 2 Car Group จนถึง 8 Car Group ถ้าอาคารมีความสูงมากกว่า 20 ชั้น อาจจะมีการแบ่งช่วงตึกเป็น ส่วน Low Zone , High Zone และสามารถจัดเป็นกลุ่มตาม Zone ได้ ตึกสูง 50 - 60 ชั้น มีการแบ่งช่วงตึก เป็น 3 ส่วน ได้แก่ Low , Medium ,High หรือจะจัดกลุ่มให้มีการวิ่งข้ามก็ได้ เช่น ชั้นกลาง ก็สามารถไปจอดที่ชั้นล่างได้เลย (สมัยก่อนมีการคำนวณ โดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการยากและ เสียนเวลา เพราะมีการคำนวณถึงขนาดการที่เดิน เข้า ออกลิฟต์ในแต่ละชั้น ) โดยส่วนใหญ่บริษัทลิฟต์จะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบ ทาง สถาปัตยกรรม และ ทางวิศวกรรมรวมอยู่ด้วยการทำ Traffic Analysis จะเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้เรารู้ว่า มีการ ออกแบบลิฟต์ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ โดยเวลารอคอยที่เหมาะสมของอาคาร ถ้าเป็นอาคารสำนักงาน หรือ โรงแรม ควรจะมีการรอกอยไม่เกิน 30 วินาที ถ้าเป็น คอนโดมิเนียมอาจจะรอกอยได้มากกว่าคือประมาณ 40 วินาที เพราะไม่ จำเป็นต้องรีบเร่งเหมือน โรงแรม และ สำนักงาน ส่วนความสามารถในการขนส่ง อาจจะทำให้มีการขนส่งที่เหมาะสม เป็นจำนวนกี่คน ภายใน 5 วินาที

### 5.3 ส่วนประกอบต่างๆของลิฟต์โดยทั่วไป

ลิฟต์จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ หลายส่วน โดยทั่วไปจะมีลักษณะประกอบที่ใกล้เคียงกัน คือ มีผู้โดยสาร ลิฟต์ และ น้ำหนักถ่วงแขวนยึดติดด้วยกัน โดยลวดสลิงที่ร้อยผ่านรอก โดยรอกตัวนี้จะมีมอเตอร์ทำให้ผู้ลิฟต์โดยสามารถเคลื่อนที่ไปยังชั้นต่างๆของอาคาร

#### 5.3.1 ส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญ

##### 1. ส่วนประกอบห้องเครื่องลิฟต์

- มอเตอร์
- เครื่องควบคุมความเร็ว
- ตู้ควบคุม แผง คอนโทรล


##### 2. ส่วนประกอบในช่องลิฟต์

- รางลิฟต์
- เกเบิ้ล
- ลูกถ่วง
- Buffer

##### 3. ส่วนประกอบของผู้ลิฟต์

##### 4. ส่วนประกอบของประตูลิฟต์



	<b>แผนการสอนที่ 11</b>	<b>หน่วยที่ 5</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 12</b>
	ชื่อหน่วย ระบบลิฟต์	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p>5.4 เข้าใจ ระบบขนส่งในอาคารสูงและการบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p>5.4.1 อธิบายวิธีเช็คการทำงานของลิฟต์ก่อนการใช้งานประจำวัน</p> <p>5.4.2 อธิบายการบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ การบำรุงรักษาลิฟต์ที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p>1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ การบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p>1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของการบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p>1.4 เขียนชื่อเรื่อง การบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p><b>กิจกรรมที่2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p>2.1 อธิบายถึงเรื่อง ขนส่งโดยพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่3</b> ชี้นพยายาม</p> <p>3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของการบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p>3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่อง การบำรุงรักษาลิฟต์</p> <p>3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p>3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p>3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง การบำรุงรักษาลิฟต์ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของการบำรุงรักษาลิฟต์
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องการบำรุงรักษาลิฟต์

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการบำรุงรักษาลิฟต์

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%



## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<b>ใบความรู้ที่ 11</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบลิฟต์</b>	<b>สอนครั้งที่ 11</b>
<b>เรื่อง การบำรุงรักษาลิฟต์</b>	<b>จำนวนคาบ 2</b>

#### 5.4 ระบบขนส่งในอาคารสูงและการบำรุงรักษาลิฟต์

##### 5.4.1 วิธีเช็คการทำงานของลิฟต์ก่อนการใช้งานประจำวัน

- ตรวจสอบมกตทำงานถูกต้อง
- ตรวจเช็คแผงควบคุม (Switch Box) จะต้องล็อคอยู่ตลอดเวลา
- ตรวจเช็คแสงสว่างและพัดลมระบายอากาศภายในห้องโดยสาร
- ตรวจเช็คการทำงานของ Safety shoes กับ Door Sensor
- ตรวจเช็คกรณีประตู จะต้องไม่มีเศษวัสดุ
- ตรวจเช็คการทำงานของ โทรศัพท์
- ทดลองลิฟต์วิ่งขึ้น-ลง ว่าเรียบร้อยดีไม่มีเสียง และไม่สั่น
- ตรวจดูกุญแจเปิดประตูลิฟต์

##### 5.4.2 การบำรุงรักษาลิฟต์

การบำรุงรักษา ทุกกระยะ 1 เดือน

- ตรวจเช็คการทำงานของวงจรเซฟตี้ทั้งหมด
- ตรวจเช็คสวิทช์หน้าคอนแทค และกลไกของคอร์ล๊อค
- ตรวจเช็คระดับชั้น (การจอดเสมอระดับชั้นหรือไม่)
- ตรวจการทำงานของชุดเซฟตี้ชูล์/ไลท์เรย์
- ตรวจระบบไฟแสงสว่างฉุกเฉิน/กระดิ่ง อินเตอร์คอมฯ /แบตเตอรี่
- ตรวจผ้าเบรกและระยะการทำงานของเบรก
- ตรวจสัญญาณบอกชั้น ทิศทางการขึ้นลง และสัญญาณเสียงแจ้งเตือน
- ตรวจการทำงานของปุ่มกดหน้าชั้น สัญญาณบอกชั้น
- ตรวจเช็คอุณหภูมิมอเตอร์ และพัดลมระบายอากาศ
- ตรวจเช็ค และทดสอบการทำงานของชุดกัฟเวอเนอร์ โดยวิธี manual

### การบำรุงรักษา ทุกระยะ 3 เดือน

- ตรวจเช็คสภาพการทำงานของหน้าคอนแทกรีเลย์
- ตรวจเช็คทำความสะอาดแผงวงจรไฟฟ้า / ขั้วแบตเตอรี่
- ตรวจเช็คขั้นตอนการทำงานของระบบทั้งหมด
- ตรวจเช็คการทำงานของระบบแสงสว่างฉุกเฉิน
- ตรวจเช็คชุดสับประตู่ โรลเลอร์ประตู่
- ตรวจเช็คทำความสะอาดราง/ รอกแขวนประตู่ และล้อถื่นระบบประตู่
- ตรวจเช็คสภาพการสึกหรอและการทำงานของชุดกัฟเวอเนอร์

### การบำรุงรักษา ทุกระยะ 6 เดือน

- ตรวจเช็คปรับตั้งลิมิตสวิทช์
- ตรวจเช็คไฟแสงสว่างในช่องลิฟต์/บนหลังคาตัวลิฟต์
- ตรวจเช็คระดับน้ำมันของบัฟเฟอร์
- ตรวจเช็คสภาพของฉนวนที่สายเทรเวลลิงเคเบิล
- ตรวจเช็คสภาพและความตึงของลวดสลิงกัฟเวอเนอร์
- ทดสอบการทำงานของชุดป้องกันมอเตอร์
- ขันตรวจเทอร์มินอลของมอเตอร์ทุกตัว

### การบำรุงรักษาทุกระยะ 12 เดือน

- ตรวจเช็คการทำงานของโอเวอร์โวลตรีเลย์
- ตรวจเช็คสกรูจุดต่อสาย/ระดับแรงดันไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรลไฟฟ้า
- ตรวจทำความสะอาดรางตัวลิฟต์ และรางตุ้มน้ำหนัก
- ตรวจเช็คทำความสะอาดรอกขับ
- ตรวจเช็คขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดสลิงขับลิฟต์
- ตรวจเช็คระดับน้ำมันเกียร์ และเปลี่ยนถ่ายตามระยะเวลาที่กำหนด
- ขันตรวจความแน่นของน็อตยึดต่าง ๆ
- ตรวจเช็คมอเตอร์พัดลมระบายความร้อน และปริมาณแรงลม
- ถอดทำความสะอาดฟิวส์/ เซอร์กิตเบรกเกอร์

### สิ่งสำคัญในการดูแลลิฟต์

- ควรจัดฝึกอบรมให้ความรู้กับผู้ดูแลลิฟต์ของอาคารให้มีความรู้ในเรื่อง
- การใช้งานลิฟต์อย่างถูกต้อง
- การบำรุงรักษาลิฟต์เบื้องต้น
- การช่วยเหลือผู้โดยสารออกจากลิฟต์ในกรณีลิฟต์ค้าง

มาตรฐานการบำรุงรักษาลิฟท์	
INSPECTION	
CHECKLIST FOR INSPECTION	รายการบำรุงรักษา
MACHINE ROOM	การบำรุงรักษาภายในห้องเครื่องลิฟต์
1. MACHINE ROOM ENVIRONMENT	1. ตรวจสอบสภาพภายในห้องเครื่องลิฟต์ ความสะอาด การถ่ายเทของอากาศ และอุณหภูมิภายในห้อง เครื่องลิฟต์
2. MAIN SUPPLY SWITCH	2. ตรวจสอบสภาพของเมนสวิทช์ และจุดต่อต่างๆ ของ สายไฟเมน
3. MOTOR/MACHINE/MG SET	3. ตรวจสอบสภาพของมอเตอร์ขับเคลื่อน ลิฟต์ สภาพของเครื่องจักรและระบบเกียร์ทด หรือหากเป็นลิฟต์ระบบ ดี.ซี. ตรวจสอบสภาพของมอเตอร์ และ เชนเนอร์เรเตอร์
4. MECHANICAL BRAKE	4. ตรวจสอบระบบการทำงาน และประสิทธิภาพการทำงาน ของระบบเบรคหยุดลิฟต์
5. DEFLECTOR SHEAVE	5. ตรวจสอบสภาพและการทำงานของพูล์ตัวทำมุมสลิง
6. CONTROLLER	6. ตรวจสอบสภาพและการทำงานจากระบบควบคุม การทำงานของลิฟต์
7. PIPES/WIRING/DUCTS	7. ตรวจสอบสภาพของท่อสายไฟฟ้าและสายไฟทั้งหมด
8. SELECTOR SYSTEM	8. ตรวจสอบสภาพระบบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม การจอดชั้นของลิฟต์ส่วนที่อยู่บนห้องเครื่องลิฟต์
9. SPEED GOVERNOR/SLING	9. ตรวจสอบสภาพและการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม ความเร็วของลิฟต์ พร้อมตรวจสอบสลิงดึงเบรค ลูกหมุนส่วนที่อยู่บนห้องเครื่องลิฟต์
10. WIRE ROPE/ROPE FASTENINGS	10. ตรวจสอบสภาพของสลิง และการยึดของสลิง


	กรณี ลิฟต์ระบบ 2 : 1
11. GEAR OIL LUBRICANTS	11. ตรวจสอบเช็คสภาพ และระดับของน้ำมันหล่อลื่น ชุดเฟืองเกียร์ และตรวจเช็คพร้อมทำการหล่อลื่น จุดหมุนต่างๆ ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ ที่อยู่บนห้อง เครื่องลิฟต์
<b>CHECKLIST FOR INSPECTION</b>	<b>รายการบำรุงรักษา</b>
<b>TOP OF CAR</b>	<b>การบำรุงรักษาส่วนบนหลังคาลิฟต์</b>
1. CAR TOP ENVIRONMENT	1. ตรวจสอบเช็คสภาพและทำความสะอาดส่วนต่างๆ บนหลังคาลิฟต์
2. CAR FRAME & SIDE BRACES	2. ตรวจสอบเช็คสภาพและจุดยึดต่างๆ ของโครงลิฟต์ และ อุปกรณ์การยึดระหว่างตัวถังลิฟต์กับโครงลิฟต์
3. CAR SHEAVE	3. ตรวจสอบเช็คสภาพ และหล่อลื่นพูลเลย์ บนหลังคาลิฟต์
4. CAR GUIDE SHOES (SLIDES/ROLLERS)	4. ตรวจสอบเช็คสภาพ และปรับตั้งตัวประกบรางด้าน ตัวถัง ลิฟต์ ซึ่งอาจจะเป็นแบบสไลด์หรือแบบโรลเลอร์ ที่อยู่ ส่วนบน
5. CAR DOOR ASSOCIATED & DOOR OPERATOR	5. ตรวจสอบเช็คสภาพ และการทำงานพร้อมหล่อลื่น อุปกรณ์ต่างๆ ของชุดประตูบานในและระบบควบคุมการเปิด-ปิด ของประตู
6. WIRE ROPE & FASTENING	6. ตรวจสอบเช็คสภาพ และจุดยึดของสลิงจับลิฟต์ส่วนที่อยู่ บนหลังคาลิฟต์
7. GOVERNOR ROPE & RELLEASING CARRIER	7. ตรวจสอบเช็คสภาพของสลิงสำหรับดึงเบรคฉุกเฉิน และ อุปกรณ์กลไกต่างๆ ของเบรคฉุกเฉิน
8. SAFETY & SAFETY SWITCHES	8. ตรวจสอบเช็คสภาพและการทำงานของระบบความปลอดภัยบนหลังคาลิฟต์ พร้อมทดสอบสวิทช์ความปลอดภัยทุกตัวบนหลังคาลิฟต์

CHECKLIST FOR INSPECTION	รายการบำรุงรักษา
INSIDE THE CAR	การบำรุงรักษาภายในตัวลิฟต์
1. CAR ENCLOSURES	1. ตรวจสอบเช็คสภาพของตัวถังภายในลิฟต์ และพื้นลิฟต์ รวมถึงฝ้าเพดานของลิฟต์
2. CAR OPERATING PANEL	2. ตรวจสอบเช็คสภาพและทดสอบการทำงานของปุ่มกด ภายในตัวลิฟต์ทั้งหมดรวมถึงไฟสัญญาณแสดงการ กดปุ่มภายในตัวลิฟต์
3. INDICATORS	3. ตรวจสอบเช็คสภาพ และการทำงานของไฟบอกตำแหน่ง ชั้นของลิฟต์ภายในตัวลิฟต์
4. CAR LIGHTING & VENTILATION	4. ตรวจสอบเช็คสภาพของไฟแสงสว่าง และการระบายอากาศ ภายในตัวลิฟต์
5. SAFETY ADGE/SAFETY RAY	5. ตรวจสอบเช็ค และทดสอบอุปกรณ์สำหรับเปิดประตูอย่างกระทันหันในส่วนของกลไกและส่วนของอิเล็กทรอนิกส์
6. RIDING CONDITION	6. ทดสอบสภาพการวิ่งของลิฟต์ว่าวิ่งสาย, สะดุดหรือ มีเสียงดังหรือไม่
7. LEVELLING CONDITION	7. ตรวจสอบเช็คสภาพและการทำงานของลิฟต์ในขณะที่เข้า จุดชั้นว่านุ่มนวลและเสมอกับระดับชั้นหรือไม่
8. INTERPHONE/E.M. SIGNAL	8. ตรวจสอบเช็คและทดสอบอุปกรณ์แจ้งเหตุฉุกเฉินกรณี ลิฟต์ติดค้าง และผู้โดยสารต้องการความช่วยเหลือซึ่ง อาจจะเป็นระบบโทรศัพท์ภายในหรือสัญญาณเสียง ขอความช่วยเหลือ
9. EMERGENCY LIGHT	9. ตรวจสอบเช็คและทดสอบระบบไฟแสงสว่างฉุกเฉินภายในลิฟต์กรณีเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง
CHECKLIST FOR INSPECTION	รายการบำรุงรักษา

PIT	การบำรุงรักษาในส่วนของกันบ่อลิฟต์
1. PIT ENVIRONMENT	1. ตรวจสอบเช็คสภาพและความสะอาดต่างๆ ภายในกันบ่อลิฟต์
2. SAFETY SWITCHES	2. ตรวจสอบเช็คสภาพและทดสอบสวิตช์ความปลอดภัย ต่างๆ ในส่วนที่ติดตั้งบริเวณกันบ่อลิฟต์
3. SAFETY GEAR DEVICE	3. ตรวจสอบเช็ค และทดสอบอุปกรณ์สำหรับหยุดลิฟต์ฉุกเฉินในกรณีสลิงลิฟต์ขาด
4. FLOOR OVERLOAD DEVICE	4. ตรวจสอบเช็ค และทดสอบอุปกรณ์สำหรับป้องกันการ บรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดของลิฟต์
5. TENSION/GOV SHEAVE	5. ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์พูล์ และอื่นๆ ของชุดควบคุมความเร็วของลิฟต์ไม่ให้วิ่งเกินพิกัดที่กำหนด
6. COMPENSATING SHEAVE	6. ตรวจสอบเช็คสภาพพูล์ของโซ่ หรือสลิงถ่วงชดเชย
7. FINAL TERMINAL STOPPING DEVICE	7. ตรวจสอบเช็ค และทดสอบอุปกรณ์ควบคุมการจอดฉุกเฉิน ของลิฟต์บริเวณชั้นบนสุด และล่างสุด
8. CAR/CWT BOTTOM GUIDE SHOES	8. ตรวจสอบเช็คและปรับแต่งตัวประกบรางด้านลิฟต์ และด้านน้ำหนักถ่วงตัวล่าง
9. TRAVELLING CABLE	9. ตรวจสอบเช็คสภาพสายไฟที่เคลื่อนที่ตามตัวลิฟต์ในขณะที่ลิฟต์วิ่ง
10. BUFFERS (OIL/SPRING)	10. ตรวจสอบเช็คสภาพของอุปกรณ์กันกระแทกด้านตัวลิฟต์ และด้านน้ำหนักถ่วง อาจเป็นแบบสปริงหรือแบบไฮดรอลิก
11. CWT BUFFER RUN BY	11. ตรวจสอบเช็คระยะห่าง ระหว่างอุปกรณ์กันกระแทก ด้านน้ำหนักถ่วงกับตัวน้ำหนักถ่วง





	<b>แผนการสอนที่ 12</b>	<b>หน่วยที่ 6</b>
	<b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>	<b>สัปดาห์ที่ 13</b>
	<b>ชื่อหน่วย ระบบท่อในอาคาร</b>	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p style="padding-left: 40px;">6.1 เข้าใจ ชนิดของท่อและอุปกรณ์การเดินท่อ</p> <p style="padding-left: 80px;">6.1.1 อธิบายท่อประปาชนิดต่างในการเดินน้ำดี</p> <p style="padding-left: 40px;">6.2 เข้าใจระบบน้ำดีภายในอาคาร</p> <p style="padding-left: 80px;">6.2.1 อธิบายวิธีการเดินท่อประปา</p> <p style="padding-left: 80px;">6.2.2 อธิบายวิธีการตรวจสอบระบบประปา</p> <p style="padding-left: 80px;">6.2.3 อธิบายหลักการต่อท่อ</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่1</b> ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p style="padding-left: 40px;">1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับระบบท่อในอาคารที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p style="padding-left: 40px;">1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับระบบท่อในอาคาร</p> <p style="padding-left: 40px;">1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของระบบท่อในอาคาร</p> <p style="padding-left: 40px;">1.4 เขียนชื่อเรื่องระบบท่อในอาคาร</p> <p><b>กิจกรรมที่2</b> ขั้นบอกกล่าว</p> <p style="padding-left: 40px;">2.1 อธิบายถึงเรื่อง ขนส่งโดยพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p style="padding-left: 40px;">2.2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่3</b> ขั้นพยายาม</p> <p style="padding-left: 40px;">3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของระบบท่อในอาคาร</p> <p style="padding-left: 40px;">3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่องระบบท่อในอาคาร</p> <p style="padding-left: 80px;">3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p style="padding-left: 80px;">3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p style="padding-left: 40px;">3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องระบบท่อในอาคารที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของระบบท่อในอาคาร
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องระบบท่อในอาคาร

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการระบบท่อในอาคาร

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<p style="text-align: center;"> <b>ใบความรู้ที่ 12</b>  <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>  <b>ชื่อหน่วย ระบบท่อในอาคาร</b> </p>	<p style="text-align: center;"> <b>ส</b>  <b>อ</b>  <b>น</b>  <b>ค</b>  <b>๒๕๕๕</b>  <b>๒</b>  <b>ที่</b>    <b>1</b>  <b>2</b> </p>
<p><b>เรื่อง ระบบท่อในอาคาร</b></p>	<p style="text-align: center;"> <b>จ</b>  <b>น</b>  <b>ว</b>  <b>น</b>  <b>ค</b>  <b>๑</b>  <b>๒</b>    <b>2</b> </p>
<p><b>6.1 ชนิดของท่อและอุปกรณ์การเดินท่อ</b></p> <p><b>6.1.1 ท่อประปาชนิดต่างๆในการเดินน้ำดี</b></p> <p>ท่อประปาทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำดี หรือน้ำประปา ผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ก๊อกน้ำ ฝักบัวอาบน้ำ ฟลัชวาล์ว และหม้อน้ำซักโครก เป็นต้น ท่อเมนประปาที่ใช้ตามบ้าน ใช้กันที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว - 1 นิ้ว</p>	

วัสดุที่ใช้ทำท่อประปาในบ้านเมื่อก่อนใช้ ท่อเหล็กอาบสังกะสี จากนั้นก็พัฒนามาเป็นท่อ พีวีซี ท่อพีอี

### ชนิดของท่อประปา

ท่อประปา แบ่งได้ 5 ประเภท

1. **ท่อประปาเหล็กอาบสังกะสี** ทำจากเหล็กกล้าซึ่งเป็นสนิมได้ยาก ผ่านการอาบ สังกะสี สามารถทำเกลียวได้ง่าย ท่อเหล็กอาบสังกะสี ส่วนใหญ่จะผลิต มายาว 6 เมตร ปลายท่อทำเกลียวมาให้พร้อม มีแบบหนาปานกลาง ที่ท่อจะคาดสีน้ำเงิน และอย่างหนาที่ท่อคาดสีเหลือง

**ข้อดี** มีความแข็งแรง รับน้ำหนักได้ดี ทนทานต่อแรง กระทบได้ ไม่หักงอ ทนต่อความดันและอุณหภูมิที่สูงๆ เช่น เครื่องทำน้ำร้อน

**ข้อเสีย** ราคาค่อนข้างแพง ถ้าใช้ไปนานๆ อาจเกิดสนิม ได้ โดยเฉพาะที่ฝังอยู่ในดิน อาจเป็นอันตราย ถ้านำน้ำในท่อ มารับประทาน

2. **ท่อ PVC (PVC ย่อมาจาก Poly Vinyl Chloride )** ในไทย ส่วนใหญ่ มีความยาว 4 เมตร ยกเว้นท่อ PVC บางประเภท ซึ่งอาจยาว 3 หรือ 6 เมตรบ้าง แบ่งแยกการใช้งาน ตามสีต่างๆ เช่น สีฟ้า สีเหลือง สีเทา หรือ สีขาว

**ข้อดี** น้ำหนักเบา (1/5 ของเหล็ก) ราคาถูกกว่า สามารถดัดงอได้ และ ไม่เกิดสนิมน้ำในท่อจะสะอาดกว่า

**ข้อเสีย** ไม่สามารถทนต่อแรงกระทบแรงๆ ได้ ไม่ทน ต่อความดันและอุณหภูมิที่สูง

### ชนิดของท่อพีวีซี (PVC.)

ท่อพีวีซี (PVC.) แบ่งตามชนิดการใช้งาน โดยใช้สี ดังนี้

1. **ท่อสีเหลือง** เป็นท่อสำหรับร้อยสายไฟฟ้า และสาย โทรศัพท์ เพราะสามารถทนต่อความร้อนได้อย่างดี
2. **ท่อสีฟ้า** เป็นท่อที่ใช้กับระบบน้ำ เช่น น้ำดี น้ำเสีย และการระบาย สามารถทนแรงดันน้ำได้มากน้อยตามประเภท การใช้งาน (มีหลายเกรด)

ท่อ PVC สีฟ้าเป็นท่อใช้งานสำหรับ ระบบน้ำดื่ม หรือ งานท่อระบายน้ำ มีความหนาตามระดับการรับแรงดัน ตั้งแต่ ชั้น PVC 5 ,8.5 และ 13.5 ตาม มาตรฐาน มอก. 17-2532 ชั้นหนาสุดก็คงเป็น PVC 13.5 ตัวเลข 13.5 เป็นค่าแรงดันใช้งาน มีหน่วยเป็น kgf/cm<sup>2</sup> ในไทยมีบริษัทหลายบริษัท ผลิต ท่อ ขึ้นมาขาย ซึ่งมี ตั้งแต่ บริษัทขนาดใหญ่ ตั้งแต่ ท่อน้ำไทย นวพลาสติกฯ CP และบริษัท อื่นๆมากมาย ท่อน้ำไทย จะผลิตท่อ มา 3 เกรด 3 ยี่ห้อ โดยมีตราของ ท่อน้ำไทยประทับไว้บนท่อ คือ ท่อน้ำไทย Hilton และ ท่อโพลี ส่วน นวพลาสติก ก็ผลิตท่อ 2 เกรด 2 ยี่ห้อ คือ ตราช้าง และ ตราเสือท่อเกรดดีๆ คงเป็น ท่อเกรด ท่อน้ำไทย และ ตราช้าง รองลงมาก็ เสือ และ Hilton ส่วนอื่นๆ ก็รองลงมา ตามส่วนผสมของวัสดุ ที่ผสมเข้าไป

3. **ท่อสีเทา** เป็นท่อที่ใช้สำหรับการเกษตร หรือน้ำทิ้ง ก็ได้ ราคาค่อนข้างถูก ไม่ค่อยแข็งแรง ควรจะเดินลอย ไม่

ควร ฟังคืน คุณภาพที่ดี ก็มีของ トラ้าง รองลงมา ก็เป็น ท่อ สีเขียวจี้ม้า ชื่อ OK ของ トラ้าง เช่นเดียวกับท่อ เทาเกษตรของ ท่อน้ำไทย ใช้ชื่อว่าท่อ 5 ดาว ก่อนข้างแข็ง และกรอบเร็ว นอกจากนี้ก็มีท่อเกษตร ยี่ห้ออื่นๆอีก ไม่ว่าจะ เป็นของ อริยะ CP TSD เป็นต้น

### 3. ท่อโซลอร์ ภายนอกเป็นท่อเหล็ก GSP. ภายในเป็นท่อ PE.

ข้อดี มีความแข็งแรง รับน้ำหนักได้ดี ทนทานต่อแรง กระทบได้ ไม่หักงอ ทนต่อความดัน ได้มากกว่า 20 บาร์ และอุณหภูมิสูง ถึง 95 องศา ไม่เป็นสนิม เหมาะสำหรับ ใช้ติดตั้งใน โรงแรม อาคารขนาดใหญ่ สถานที่ ๆ ต้องการความทนทานสูง หรือสถานที่ ที่ยากต่อการซ่อมแซม

ข้อเสีย ราคาสูง

4. ท่อพีพีอาร์ เกิดจากการ Random Copolymer Polypropylene ซึ่งเป็นเม็ดพลาสติกคุณภาพสูง (Thermo Plastic) ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้น พัฒนาทางด้านเทคโนโลยีระบบท่อประปาพลาสติกภายใต้ คุณสมบัติด้านฟิสิกส์ และเคมีทำให้ท่อพลาสติกที่ทำด้วยวัสดุพิเศษ

ข้อดี การเชื่อมต่อระหว่างท่อ กับข้อต่อ ใช้วิธีการให้ความร้อน โดยคุณสมบัติพิเศษของจึงทำให้ท่อ และข้อต่อสามารถเชื่อมผสานกันเป็นเนื้อ เดียว จึงมั่นใจว่าจะไม่เกิดปัญหาการรั่วซึม ที่บริเวณจุดต่อเชื่อม ระหว่างท่อและข้อต่อ ทนอุณหภูมิได้สูง ถึง 95 องศา แข็งแรง ทนแรงดันได้สูงถึง 20 บาร์ อายุการใช้งาน ยาวนานกว่า 50 ปี ไม่เป็นสนิม สะอาด สามารถใช้เป็นท่อน้ำดื่มได้ เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งใน บ้านพักอาศัย คอนโด ตึกแถว อาคารขนาดเล็ก ขนาดใหญ่

ข้อเสีย ไม่สามารถทนต่อแรงกระทบแรง ๆ ไม่เหมาะกับการติดตั้งใต้พื้นดิน หรือพื้นคอนกรีตที่มีการ ทรุดตัวมาก

5. ท่อ PE - Poly Ethylene ท่อ โพลีเอทิลีน (HDPE) เป็นวัสดุทางเคมีที่มีค่าความหนาแน่นสูง "ไม่น้อย กว่า 950 Kg/m<sup>3</sup>" ที่มีคุณสมบัติทางเคมี ,ไฟฟ้าและทางกลที่ดีเยี่ยม สามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุที่ เหมาะสม กับสภาวะการใช้งานในวงการต่างๆ ในปัจจุบัน ซึ่งท่อ โพลีเอทิลีน หรือ เอชดีพีอี หรือบางหน่วยงาน ก็เรียกว่า ท่อพีอี PE นั้น ก็คือท่อ โพลีเอทิลีน (HDPE) ที่ผลิตจากวัสดุโพลีเอทิลีนที่มาจากขั้นตอนทางเคมีทั้งสิ้น

- น้ำหนักเบา 1/5 ของท่อเหล็ก สะดวกในการเคลื่อนย้าย

- ยึดหยุ่น ได้ดี ทนแรงกระทบ

- ไม่มีสารพิษ

- ขดเป็นม้วนได้ (ยาวสูงสุดได้ถึง 400 เมตร)

- ทนสารเคมี อายุการใช้งานยาวนาน
- ทนแสงอาทิตย์
- ผิวในท่อเรียบ ของเหลวไหลสะดวก

## 6.2 ระบบน้ำดีในอาคาร



### 6.2.1 วิธีการเดินท่อประปา

โดยทั่วไปแล้วการเดินท่อประปาภายในบ้านจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ

1. การเดินท่อแบบลอย คือ การเดินท่อติดกับผนัง หรือวางบนพื้น การเดินท่อแบบนี้จะเห็นได้ชัดเจน สามารถซ่อมแซมได้ง่าย เมื่อเกิดปัญหาแต่จะดูไม่สวยงาม
2. การเดินท่อแบบฝัง คือ การเจาะสกัดผนัง แล้ว เดินท่อ เมื่อเรียบร้อยแล้วก็ฉาบปูนทับ หรือเดินซ่อนไว้ใต้เพดานก็ได้ ซึ่งจะดูเรียบร้อย และสวยงาม แต่เมื่อมีปัญหาแล้ว

#### วิธีการเดินท่อประปาในส่วนที่อยู่ใต้ดิน

การเดินท่อประปาจะมีทั้งท่อส่วนที่อยู่บนดิน และบาง ส่วนจะต้องอยู่ใต้ดิน ในส่วนที่อยู่บนดิน อาจใช้ท่อ PVC. หรือท่อเหล็กชุบสังกะสี ( Gavanize) ก็ได้ แต่สำหรับท่อ ที่อยู่นอกอาคาร โดยเฉพาะท่อที่อยู่ใต้ดิน บริเวณใต้อาคาร ควรใช้ท่อ PE ท่อชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษ ในการบิดงอโค้งได้ ในกรณีเดินผ่านเสาตอม่อ หรือคานคอดิน สำหรับท่อธรรมดา จะมีข้อต่อมากซึ่งเสี่ยงต่อการรั่วซึม และที่สำคัญเมื่อมีการทรุดตัวของอาคาร หากเป็นท่อ PVC. หรือท่อเหล็กชุบสังกะสี จะ ทำให้ท่อแตกร้าวได้ แต่ถ้าเป็นท่อ PE จะมีความยืดหยุ่นกว่า

ถึงแม้จะมีราคาที่สูง แต่ก็คุ้มค่า เพราะถ้าเกิดการรั่วซึมแล้ว จะไม่สามารถทราบได้เลย เพราะอยู่ใต้ดินจะซ่อมแซมยาก

### วิธีการใช้สต่อปวาล้วเมื่อติดตั้งสุขภัณฑ์

โดยทั่วไปการติดตั้งระบบประปาสุขภัณฑ์ เพียงต่อท่อ น้ำดีเข้ากับตัวเครื่องสุขภัณฑ์ก็สามารถใช้งานได้แล้ว แต่ถ้เกิด ปัญหาที่่ต้องการซ่อมแซม ก็จะต้องปิดมิเตอร์น้ำด้านนอก เพื่อหยุดการใช้น้ำ ซึ่งจะทำให้ภายในบ้านทั้งหมดไม่สามารถใช้น้ำได้ ทางออกที่ดีก็คือ ให้เพิ่มสต่อปวาล้ว ในบริเวณส่วนที่ จ่ายน้ำเข้ากับสุขภัณฑ์ เพื่อที่เวลาทำการซ่อมแซม สามารถที่จะปิด วาล้วน้ำได้ โดยที่น้ำในห้องอื่นๆ ก็ยังสามารถใช้งานได้

### 6.2.2 วิธีการตรวจสอบระบบประปา

ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในบ้าน โดยปิดก๊อกที่มีอยู่ ทั้งหมดแล้วสังเกตที่มาตรวัดน้ำ ถ้าตัวเลขเคลื่อน แสดงว่า มีการรั่วไหลเกิดขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการรั่วซึม หรือมีอุปกรณ์บางอย่างแตกหักหรือชำรุด ก็จัดการหาช่างมาแก้ไข ให้เรียบร้อย นอกจากภายในบ้านแล้ว ยังสามารถตรวจสอบการรั่ว ไหลของน้ำในเส้นท่อที่อยู่นอกบ้าน โดยสังเกตพื้นดินบริเวณ ท่อแตกรั่วนั้น จะมีน้ำซึมอยู่ตลอดเวลา และบริเวณนั้นจะ ทรุดตัวต่ำกว่าที่อื่น นั่นคือสาเหตุที่ให้น้ำประปาไหลอ่อน ลง ก็ควรแจ้ง ไปยังสำนักงานประปาในเขตนั้น

การวางระบบท่อน้ำในที่นี้จะกล่าวถึงการวางท่อน้ำประปา หรือท่อน้ำดีเพื่อนำไปใช้ตามส่วนต่างๆ ของบ้าน และการวางท่อน้ำทิ้งจากจุดต่างๆ ของบ้านลงสู่ท่อระบายน้ำ โดยจะเน้นการวางท่อแบบฝัง เพราะเป็นระบบที่นิยมใช้กันทั่วไปสำหรับอาคารบ้านเรือนในปัจจุบัน และเป็นระบบที่อาจก่อให้เกิดปัญหาได้โดยง่ายหากทำไว้ไม่ดีตั้งแต่แรกในช่วงก่อนท่อน้ำที่ใช้กัน โดยทั่วไปตามบ้านจะเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีซึ่งมีความแข็งแรงไม่แตกหักง่าย แต่เมื่อใช้ไปนานๆ จะมีปัญหาเรื่องสนิม จึงเกิดความไม่ปลอดภัยในการใช้น้ำเพื่อการบริโภคจากท่อชนิดนี้ ต่อมามีการนำท่อน้ำที่ทำจากพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) หรือที่เรียกว่าท่อพีวีซีมาใช้แทนท่อเหล็กซึ่งก็มีผู้นามาใช้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าและไม่เป็นสนิม ต่อมาวิวัฒนาการทางด้านพลาสติกมีความก้าวหน้าขึ้นมาก ท่อพีวีซีที่ผลิตขึ้นมีความแข็งแรงทนทาน น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม ราคาไม่แพงและยังทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ ได้หลายชนิด จึงเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามท่อน้ำที่ทำจากเหล็กก็

ยังคงใช้กันอยู่ในบางจุดที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เช่น จุดที่ต้องรับน้ำหนักหรือแรงกระแทก จุดที่ต้องรับความดันสูง หรือจุดที่ต้องทนต่ออุณหภูมิสูงๆ เป็นต้น



### 6.2.3 หลักการต่อท่อ

1. สำรวจเส้นทางเดินท่อและบันทึกไว้อย่างละเอียด
2. พยายามใช้ท่อให้สั้นที่สุด และสะดวกในการใช้งานมากที่สุด
3. หลีกเลี่ยงการใช้ข้องอและสามทาง เนื่องจากทำให้แรงดันน้ำลดลง
4. การขันเกลียวข้อต่อต่าง ๆ ไม่ควรขันแน่นเกินควร
5. การต่อท่อ P.V.C ควรเช็ดทำความสะอาด ก่อนทาน้ำยาประสาน
6. ควรเลือกใช้ท่อให้เหมาะสมกับสภาพบริเวณ เช่น บริเวณที่เปียกชื้น ควรเดิน ท่อฝังดิน และควรใช้ท่อ P.V.C
7. หากท่อเมนประปาอยู่ใกล้ ควรใช้ท่อลดขนาด เช่น ท่อเมนย่อยขนาด 1 นิ้ว ท่อใช้งานภายในบ้านควรมีขนาด ½ นิ้ว เป็นต้น

การกำหนดขนาดความยาวของท่อ การกำหนดขนาดความยาวของท่อที่นิยมมี 3 วิธี

1. กำหนดขนาดจากปลายท่อถึงปลายท่อ ไม่รวมข้อต่อ
2. กำหนดขนาดจากปลายท่อถึงเส้นผ่าศูนย์กลางข้อต่อ
3. กำหนดขนาดจากเส้นผ่าศูนย์กลางข้อต่อถึงเส้นผ่าศูนย์กลางข้อต่ออีกด้านหนึ่งหมายเหตุ การตัดท่อเพื่อการประกอบนั้น จะตัดท่อให้มีความยาวตามขนาดที่กำหนดไม่ได้ จะต้องตัดให้สั้นกว่า โดยลบความยาวออกประมาณ ¼ นิ้ว เมื่อสวมข้อต่อแล้วจะได้ระยะตามที่ต้องการ

#### การต่อท่อโลหะ

1. จับท่อด้วยปากกาหรือประแจจับท่อให้แน่น ให้ปลายท่อยื่นออกมาเล็กน้อย
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของเกลียว
3. ใช้เทปพันเกลียวพันประมาณ 4 – 5 รอบ
4. หมุนข้อต่อเข้ากับท่อด้วยมือจนถึงก่อน ระวังอย่าให้ป็นเกลียว
5. ใช้ประแจจับท่อจับบริเวณข้อต่อ แล้วหมุนประมาณ 1 – 2 รอบให้ตึงพอดี ๆ

#### การต่อท่อพลาสติก

1. ตัดท่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ขจัดรอยเย็นบริเวณปลายท่อให้เรียบร้อย
2. ทำความสะอาดปลายท่อที่จะต่อ แล้วทดลองสวมดูเพื่อทดสอบความแน่น

3. ทาน้ำยาบริเวณผิวที่ด้านนอกและข้อต่อด้านใน ทั้งไว้ประมาณ 15 วินาที
4. ประกอบท่อเข้ากับข้อต่อโดยคั้นให้สุด กดไว้ประมาณ 10 วินาที
5. ตรวจสอบบริเวณรอยต่อว่าแน่นหรือไม่ แล้วเช็ดน้ำยาส่วนเกินออก

#### การต่อข้อต่อแบบเสียบ


1. ตัดท่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ขจัดรอยเย็บบริเวณปลายท่อให้เรียบร้อย
2. สวมเหล็กกรดเข้ากับปลายท่อที่จะต่อ เสียบข้อต่อเข้ากับปลายท่อคั้นจนสุด
3. เลื่อนเหล็กกรดมาที่ข้อต่อ ใช้ไขควงขันสกรูที่เหล็กกรดให้แน่น

#### ข้อสังเกตเกี่ยวกับการวางท่อน้ำและอุปกรณ์บางอย่างที่เกี่ยวข้อง

1. ท่อน้ำที่ใช้ควรมีการประทับข้อความบนตัวท่อเป็นระยะๆ โดยบ่งบอกถึงยี่ห้อของท่อน้ำหรือบริษัทผู้ผลิต บอกระดับของท่อว่าเป็น ชั้น 13.5 , 8.5 , หรือ 5 บอกระดับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ และควรมีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ด้วย
2. ท่อน้ำควรอยู่ในสภาพใหม่ ไม่มีรอยแตกหรือชำรุดมาก่อน และสีต้องไม่หม่นหมองผิดเพี้ยนไปมาก อันเนื่องมาจาก การเก็บรักษา ในสภาพที่ไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน
3. ท่อน้ำที่ดีควรใช้ท่อสีฟ้า 13.5 ทั้งหมด ในขณะที่ท่อสำหรับระบายน้ำและสิ่งปฏิกูลตามจุดต่างๆภายในบ้าน โดยเฉพาะท่อที่ต้อง เดินฝังอยู่ภายในเสา ผนังหรือพื้น ควรใช้ท่อสีฟ้าชั้น 8.5 เป็นอย่างน้อยเพื่อความทนทานในการใช้งาน
4. ในการเดินท่อแบบฝังภายในผนัง จุดปลายของท่อที่ยื่นออกจากผนังสำหรับติดตั้งวาล์วหรือก๊อกน้ำจะมีการติดตั้งข้อต่อชนิดเกลียว ในไว้สำหรับสวมกับวาล์วหรือก๊อกน้ำในภายหลัง ข้อต่อดังกล่าวควรจะเป็นข้อต่อชนิดที่ทำด้วยเหล็กไม่ควรใช้ข้อต่อพลาสติก เพื่อป้องกันการแตกชำรุดที่อาจเกิดขึ้นในภายหลังหากต้องมีการเปลี่ยนหัวก๊อก เพราะจุดนี้จะทำการซ่อมแซมได้ลำบาก
5. สำหรับบ้านที่ใช้อ่างอาบน้ำโดยไม่มีเครื่องทำความร้อนน้ำและมีก๊อกน้ำแบบฝังอยู่ภายในผนัง ท่อน้ำร้อนที่ฝัง อยู่ภายในผนัง ที่เชื่อมระหว่างตัวเครื่องทำน้ำร้อนที่อยู่ด้านบนกับวาล์วควบคุมการเปิดเปิดน้ำร้อนที่อยู่ด้านล่างตรงอ่างอาบน้ำควรใช้ท่อเหล็กแทนการใช้ท่อพีวีซี เพื่อป้องกันการชำรุดของท่อที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนของน้ำ
6. ในการเดินท่อน้ำแบบฝัง ก่อนที่จะทำการเทพื้นหรือฉาบผนังทับตรงจุดที่มีการเดินท่อควรมีการทดสอบการ

ไหลของน้ำและตรวจตรา อย่างถี่ถ้วนว่าท่อน้ำที่เดินไว้ไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำประปาหรือท่อน้ำทิ้งอยู่ใน  
สภาพที่เรียบร้อยไม่มีการรั่วซึม เพราะถ้าหากเพปูนหรือฉาบปูนทับไปแล้วท่อน้ำเกิดการรั่วซึมขึ้นมาใน  
ภายหลังจะแก้ไขได้ยาก



	<b>แผนการสอนที่ 14</b>	<b>หน่วยที่ 7</b>
	<b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b>	<b>สัปดาห์ที่ 15</b>
	<b>ชื่อหน่วย ระบบอากาศในอาคาร</b>	<b>จำนวน 2 คาบ</b>

## 1 จุดประสงค์การสอน

- 7.1 ชนิดของท่อระบายอากาศ
  - 7.1.1 ประเภทของท่อระบายอากาศและการใช้งาน
- 7.2 การกำหนดขนาดของท่ออากาศ
  - 7.2.1 หลักเกณฑ์ออกแบบระบบระบายอากาศ
  - 7.2.2 องค์ประกอบของระบบระบายอากาศ
- 7.3 การต่อและติดตั้งท่ออากาศ

## 2. กิจกรรมการเรียนรู้

### กิจกรรมที่1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- 1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ ระบบอากาศในอาคารที่นักศึกษา ศึกษาศึกษามา
- 1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ ระบบอากาศในอาคาร
- 1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของ ระบบอากาศในอาคาร
- 1.4 เขียนชื่อเรื่อง ระบบอากาศในอาคาร

### กิจกรรมที่2 ขั้นบอกกล่าว

- 2.1 อธิบายถึงเรื่อง ระบบอากาศในอาคารโดยพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น
- 2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา

### กิจกรรมที่3 ขั้นพยายาม

- 3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของระบบอากาศในอาคาร
- 3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่อง ระบบอากาศในอาคาร
- 3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ
- 3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ
- 3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง

#### กิจกรรมที่ 4 ขั้นสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง ระบบอากาศในอาคารที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของ ระบบอากาศในอาคาร
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องระบบอากาศในอาคาร

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดการระบบท่อในอาคาร

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา

<p style="text-align: center;"><b>ใบความรู้ที่ 13</b> <b>วิชา อุปกรณ์อาคาร</b> <b>ชื่อหน่วย ระบบอากาศในอาคาร</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>สอนครั้งที่ 13</b></p>
<p><b>เรื่อง</b> ระบบอากาศในอาคาร</p>	<p style="text-align: center;"><b>จำนวนคาบ 2</b></p>
<p><b>หลักเกณฑ์ออกแบบระบบระบายอากาศ</b></p> <p>การระบายอากาศจากอุตสาหกรรมเป็นการนำอากาศที่ปนเปื้อนออกจากพื้นที่ทำงานและนำอากาศที่สะอาดเข้ามาทดแทน หากจะต้องเลือกใช้วิธีการระบายอากาศแล้วควรปรึกษาวิศวกรหรือบริษัทที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์เรื่องการออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพตลอดจนการบำรุงรักษาระบบให้ใช้งานได้มีประสิทธิภาพ การออกแบบและทดสอบตลอดจนการบำรุงรักษาระบบควรได้รับการดูแลจากวิศวกรหรือบริษัทที่มีประสบการณ์และความรู้เป็นอย่างดี การออกแบบระบบระบายอากาศที่ดี จะต้องมิลักษณะดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ คือ ดูดมลพิษออกไปทางปล่อง โดยใช้ Hood หรือท่อ และทำให้คุณภาพอากาศภายในโรงงานมีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน</li> <li>• การดูดมลพิษต้องมีประสิทธิภาพ คือใช้จุดปริมาตรอากาศออกไปน้อยตรงจุดที่ได้ผลที่สุด เช่น ในบริเวณที่ใกล้และครอบคลุมแหล่งกำเนิด มีการสูญเสียพลังงานในระบบดูดอากาศน้อยที่สุด เช่น ออกแบบท่อดูดในระบบ และปล่องต้องไม่มีช่องอมมากหรือใช้ความเร็วลมที่สูงหรือต่ำเกินไป</li> </ul> <p><b>องค์ประกอบของระบบระบายอากาศ</b></p> <p>การดึงอากาศเสียเฉพาะที่นั้นใช้หลักการว่าอากาศจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีความดันอากาศสูงไปยังที่มีความดันอากาศต่ำ ดังนั้นจึงต้องสร้างระบบที่มีความดันอากาศสูงและต่ำโดยใช้พัดลมที่ดูดอากาศจึงทำให้บริเวณหน้าพัดลมมีความดันอากาศสูงกว่าหลังพัดลม และอากาศก็จะถูกดูดออกไปด้วยกำลังแรง (เหมือนเครื่องดูดฝุ่น)</p> <p><b>ระบบดูดอากาศเสียประกอบด้วย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปากท่อหรือปาก “Hood” หรือบางครั้งเรียกดูดอากาศเสีย</li> <li>2. ท่อที่ใช้ส่งอากาศเสีย</li> <li>3. เครื่องหรืออุปกรณ์บำบัดมลพิษ</li> <li>4. พัดลมดูดอากาศ</li> </ol>	

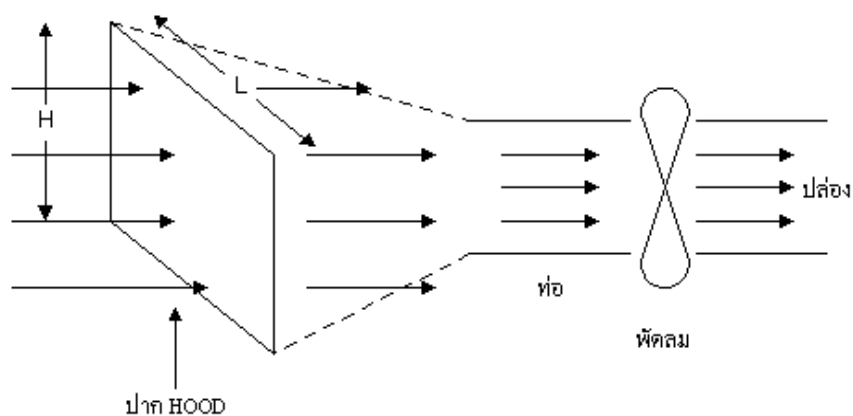


## 5. ท่อส่งออกหรือปล่องที่ระบายออกไปนอกรอาคาร

### 1. Hood หรือตู้ดูดอากาศเสีย

Hood เป็นตัวอุปกรณ์ที่เก็บอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดโดยติดตั้งหรือใกล้แหล่งกำเนิดให้มากที่สุดที่จะเป็นไปได้ โดยอาศัยหลักการให้ความเร็วของอากาศที่ปาก Hood จะต้องมากพอที่จะนำมลพิษ เช่น ฝุ่นหรือก๊าซออกไปได้ โดยเราเรียกความเร็วที่จำเป็นนี้ว่า “ความเร็วในการพา” หรือ Capture Velocity ดังนั้นในการออกแบบจะต้องทำให้ปากของ Hood มีขนาดเล็กเท่าที่จำเป็นเท่านั้นเพราะขนาดที่ใหญ่จะสิ้นเปลืองพลังงานมาก

ความเร็วในการพามีหน่วยเป็น เมตร / วินาที และปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านปาก Hood คิดเป็น ลูกบาศก์เมตร / วินาที โดยวิธีคำนวณปริมาตรที่ไหลผ่านปาก Hood ดังนี้



รูปที่ 16 ระบบดูดอากาศเสียแบบง่าย

$$V_{\text{air}} = u_{\text{hood}} \times A_{\text{hood}}$$

เมื่อ  $u_{\text{hood}}$  = ความเร็วในการพาที่ได้ที่ปาก Hood (Hood Face Velocity) โดยเครื่องวัดความเร็วลมเป็น เมตร / วินาที

$$A_{\text{hood}} = \text{พื้นที่หน้าตัดของ Hood คือ } L \times H \text{ เป็น ตารางเมตร}$$

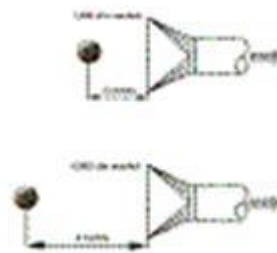
$$V_{\text{air}} \text{ ปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านปาก Hood ลูกบาศก์เมตร / วินาที}$$

จะเห็นได้ว่าปริมาตรอากาศที่ไหลผ่าน Hood กับไหลผ่าน ในท่อและพัดลมทางขวามือย่อมจะเท่ากัน ดังนั้นหาก

จะวัดความเร็วลมในท่อและคูณกับพื้นที่หน้าตัดท่อก็จะได้ผลเท่ากัน ทั้งนี้เพราะการตรวจวัดที่ปาก Hood นั้นมักจะยากกว่าการวัดที่ในท่อมก จึงอาจตรวจวัดในท่อแล้วมาคำนวณหาความเร็วลมที่ปาก Hood แทนก็ได้

หากตรวจวัดความดันอากาศในท่อเทียบกับอากาศภายนอกจะพบว่า อากาศในท่อจะมีความดันน้อยกว่าอากาศภายนอก ทราบได้เพราะหากมีรูรั่วที่บริเวณท่อตรงก่อนถึงพัดลม อากาศภายนอกจะไหลดันเข้าไปในรูรั่วนั้นและอากาศข้างในท่อจะไม่ไหลออกมา ในทางตรงกันข้ามเมื่ออากาศผ่านพัดลม ไปสู่ปล่องแล้วความดันอากาศในปล่องจะสูงกว่าอากาศภายนอก และหากมีรูรั่วก่อนถึงปลายปล่อง อากาศในปล่องจะดันออกมาตามรูรั่วนั้นได้ ดังนั้นจึงนิยมติดตั้งพัดลมไว้นอกอาคารเพื่อที่ อากาศเสีย ในระบบจาก Hood และท่อภายในอาคารจะได้ไม่รั่วไหล แม้ว่าจะมีอุบัติเหตุทำให้เกิดรูรั่วก็ตาม ความดันของอากาศมีหน่วยเป็นปาสคาลหรือเซนติเมตรของน้ำหรือนิวของน้ำ (หากเป็นแบบในประเทศสหรัฐอเมริกา) แต่ในที่นี้จะใช้หน่วยเมตริกเสมอ ( ปาสคาล )

ถึงแม้ว่าในการออกแบบเราจะพยายามที่จะให้ Hood ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษให้มากที่สุด แต่ในความเป็นจริงก็อาจเกิดขวง การทำงานได้บางครั้งต้องทำให้ Hood “ยื่น” ออกไปคลุมคล้ายๆ กับเครื่องดูดฝุ่นนั่นเอง แต่ Hood แบบนี้จะใช้พลังงานมากเพราะทุกระยะทางที่ห่างจากปาก Hood ( ระยะ “X” ) ดังรูปจะใช้พลังงานเป็นกำลังสองของระยะทางที่เพิ่มขึ้นนี้ เช่น หาก “X” มีค่า 10 เซนติเมตร จะใช้พลังงานมากกว่าเมื่อ “X” มีค่า 5 เซนติเมตร ถึง 4 เท่าตัว ถ้าจะให้ความเร็วในการพาที่จุดนั้นเท่ากัน ในการออกแบบเราอาจประหยัดพลังงานได้หากมีการเติมที่กั้นทางใดทางหนึ่ง เพื่อให้อากาศที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ไหลเข้ามาใน Hood มากนักและเพิ่มความเร็วให้กับอากาศที่ต้องการ ได้



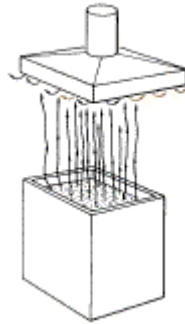
รูปที่ 17 จุดที่จะดูดมลพิษอยู่ใกล้ ๆ ปากดูดอากาศมากที่สุด

ปกติตู้ดูดอากาศเสียจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกรอบแหล่งกำเนิด เป็นรูปปิรามิด หรือรูปกรวยคว่ำ และการออกแบบต้องคำนวณให้ได้ปริมาณอากาศที่ดูดให้เพียงพอที่สุดที่จะเป็นไปได้ ในขณะที่ต้องมีประสิทธิภาพในการดูดมลพิษทางอากาศอย่างได้ผล ดังนั้น จึงต้องทำให้ตู้ดูดอากาศเสียนี้สามารถเร่งความเร็วของอากาศที่จะไหลเข้าไปให้เพียงพอที่จะดึงมลพิษทางอากาศเข้าไปได้ ความเร็วนี้ก็จะขึ้นกับขนาดของฝุ่นละอองและก๊าซ หากฝุ่นละอองมีขนาดใหญ่จะต้องใช้ความเร็วในการดึงสูงและมีการออกแบบให้ฝุ่นละอองเข้าไปในตู้ดูดอากาศเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

คู่อากาศเสียที่ดีจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานมีความปลอดภัยและทำให้เกิดความสะอาดด้วย

ประเภทของคู่อากาศเสียจะถูกแบ่งตามรูปร่างของคู่อากาศเสียและลักษณะการควบคุมมลพิษทางอากาศของคู่อากาศเสีย นั้น ๆ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้คือ

- **คู่อากาศเสียแบบปิดได้ (Enclosed Hood):-** คู่อากาศเสียประเภทนี้ จะง่ายต่อการก่อสร้าง ไม่ขัดขวางการทำงาน และสามารถควบคุมอัตราการไหลของอากาศเสียด้วยอัตราต่ำที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด คู่อากาศเสียแบบปิดได้เหมาะสำหรับนำไปใช้กับห้องปฏิบัติการ ห้องสเปรย์สี เป็นต้น
- **คู่อากาศเสียแบบแขวน (Free-Hanging Plain Openings):-** คู่อากาศเสียประเภทนี้ จะมีช่องเปิดเป็นรูปกลม หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวมากกว่า 0.3 คู่อากาศเสียแบบแขวนเหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดหรือบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ และในบริเวณที่ไม่สามารถใช้คู่อากาศเสียแบบปิดได้ เช่น การเชื่อม โลหะด้วยไฟฟ้า การบัดกรี เป็นต้น
- **คู่อากาศเสียแบบแขวนและช่องเปิดแคบแบบ Slot (Free-Hanging Slot Openings):-** คู่อากาศเสียประเภทนี้ เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่มีพื้นที่สำหรับคู่อากาศเสียในลักษณะแคบและยาว และ Slot จะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับหรือน้อยกว่า 0.3
- **คู่อากาศเสียแบบระบายอากาศเสียทางด้านข้าง (Lateral Ventilation):-** การออกแบบคู่อากาศเสียประเภทนี้ จะใช้ Slot ตลอดหนึ่งด้านหรือสองด้านของถังหรือโต๊ะและอาจจะมีการใช้ด้านท้ายของคู่อากาศเสียตลอดด้านหนึ่งของถังหรือโต๊ะด้วยก็ได้ ถ้าเป็นไปได้ Slot ควรวางในตำแหน่งแนวยาวของถังหรือโต๊ะ คู่อากาศเสียประเภทนี้เหมาะสำหรับการทำงานที่มีการปล่อยมลพิษทางอากาศ ณ พื้นผิวลักษณะแบนราบหรือมีการปล่อยมลพิษทางอากาศทันทีทันใดเหนือพื้นผิวลักษณะแบนราบ เช่น การชุบ Degreasing การจุ่มสี เป็นต้น
- **คู่อากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft):-** คู่อากาศเสียประเภทนี้ มีตะแกรงอยู่ด้านบน คู่อากาศเสียแบบดูดลงข้างล่าง (Downdraft) เหมาะสำหรับการทำงานที่มีอากาศไหลลงผ่านแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ เช่น การเชื่อม การบัดกรี การขัดละเอียด การพ่นสี เป็นต้น ประสิทธิภาพของคู่อากาศเสียนี้จะลดลงอันเนื่องมาจากอากาศไหลตัดขวางและอากาศร้อนไหลขึ้นข้างบน จึงมักจะใช้คู่อากาศเสียประเภทนี้ก็ต่อเมื่อไม่สามารถใช้คู่อากาศเสียประเภทอื่นได้
- **คู่อากาศเสียแบบแขวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy):-** คู่อากาศเสียประเภทนี้ มีลักษณะเหมือนฝารอบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและมีท่อดูดอากาศต่อที่ข้างบนของคู่อากาศเสีย การออกแบบเช่นนี้เหมาะสมกับงานที่ผลิตอากาศร้อน เช่น เตาหลอม เพราะอากาศร้อนจะไหลขึ้นข้างบนและนำมลพิษทางอากาศขึ้นไปด้วย การออกแบบจะต้องให้มีกระแสอากาศที่ไม่ปั่นป่วน จึงมักจะให้คู่อากาศเสียนี้มีลักษณะที่แคบเข้าเรื่อย ๆ จนถึงท่อดูดอากาศ ( มุมอยู่ระหว่าง 30°C ถึง 45°C)



รูปที่ 18 ตัวอย่างของการดูดอากาศเสียที่ระเหยจากถังโดยตู้ดูดอากาศเสียแบบแวนคลุมไว้ด้านบน (Canopy)

### 1.1 ข้อมูลในการออกแบบตู้ดูดอากาศ

การออกแบบจะต้องให้ความเร็วลมที่จุดตำแหน่งของมลพิษ เช่น บริเวณที่ไอระเหยขึ้นมาจากถังหรือบริเวณพื้นสี่ มีความเร็วเพียงพอที่จะพามลพิษนั้นๆ (รวมทั้งอากาศที่มลพิษปนเปื้อนอยู่) ไหลเข้ามาในตู้ดูดอากาศได้ ความเร็วที่เพียงพอนี้กำหนดไว้ดังนี้

#### ตารางที่ 8 ช่วงของค่า Capture Velocity

ลักษณะการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ	ตัวอย่าง	Capture Velocity (เมตร/วินาที)
การปล่อยมลพิษทางอากาศโดยปราศจากความเร็วเข้าไปในอากาศที่หยุดนิ่ง	การระเหยออกจากถัง จากกระบวนการ Degreasing เป็นต้น	0.254-0.508
การปล่อยมลพิษทางอากาศด้วยความเร็วต่ำเข้าไปในอากาศที่นิ่งพอสมควร	ห้องสเปรย์ การเชื่อม และการชุบ	0.508-1.016
การก่อกำเนิดมลพิษทางอากาศโดยปล่อยให้เข้าไปในบริเวณที่มีการเคลื่อนตัวของอากาศอย่างรวดเร็ว	การพ่นสีในห้องสเปรย์ที่มีลักษณะตื้น การเติมน้ำมัน	1.016-2.54

โดยค่าตัวเลขในช่วงค่าเริ่มต้นซึ่งมีค่าน้อยใช้สำหรับกรณีที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศหรือมีบ้างเล็กน้อยและเป็นกรณีที่มีมลพิษน้อย แต่หากต้องใช้วิธีแบบเครื่องดูดฝุ่น คือ แหล่งกำเนิดมลพิษอยู่นอกตู้แล้วดึงอากาศให้เข้าไปในตู้ พบว่าความเร็วในการพามลพิษลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อระยะห่างจากปากตู้ดูดอากาศเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการคำนวณให้ความเร็วเพียงพอจะสำคัญมาก เพราะหากเพิ่มระยะห่างของมลพิษจากปากตู้เป็น 2 เท่าของระยะทางเดิม ความเร็ว

ลมจะเปลี่ยนไปมากทำให้ปริมาณอากาศที่ดูดต้องเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า เพื่อให้ได้ความเร็วลมเท่ากับค่าที่กำหนดไว้เดิม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$Q = V (4 \pi x^2) = 12.57 V x^2$$

เมื่อ Q = ปริมาณอากาศที่ดูดอากาศจะต้องดูด เป็นลูกบาศก์เมตร / วินาที

V = ความเร็วลมในการพามลพิษ ณ จุดที่มีมลพิษ เป็นเมตร / วินาที

x = ระยะทางจากตำแหน่งมีมลพิษถึงปากดูดอากาศ เป็นเมตร

$$4\pi x^2 = \text{พื้นที่ทรงกลมของรัศมีการดูดที่ความเร็ว V}$$

สมการตามสูตรนี้ใช้ได้กับดูดอากาศที่ปากดูดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หากปากดูดเป็นรูปวงกลมใช้การคำนวณพื้นที่เปิดของปากดูด (A) เท่ากับ  $\pi r^2$  เมื่อ r เป็นรัศมีของปากดูดเป็นเมตร และ  $Q = V (10x^2 + A)$

ในบางครั้งด้วยเหตุที่มีพื้นที่จำกัดหรือเพื่อความเหมาะสมอย่างอื่นทำให้ต้องใช้ปากดูดอากาศที่มีลักษณะแคบมาก ถ้าอัตราส่วนความกว้างต่อความยาว (W/L) ของปากดูดมีค่าน้อยกว่า 0.2 เรียกว่า Slot Hood ซึ่งจะให้ความเร็วลมสูง แต่จะมีการสูญเสียพลังงานมากกว่าปกติเช่นกัน

## 1.2 การสูญเสียพลังงานของดูดอากาศ

ดูดอากาศจะสูญเสียพลังงานเนื่องจากขณะที่อากาศไหลเข้าปากดูดจะมีการเปลี่ยนแปลงความดันสถิตย์เป็นความดันของความเร็ว ( จาก SP เป็น VP) แต่เมื่อเข้าไปในท่อแล้ว VP จะลดลงสู่ระดับคงที่ การสูญเสียพลังงานยังเกิดจากการที่อากาศแย่งกันเข้าซึ่งมีการเร่งความเร็วในช่วงแรกและเมื่ออากาศเข้าไปในท่อแล้วความเร็วจะลดลง และคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ความสูญเสีย } SP_h = h_c + VP_d$$

$$SP_h = (F_s) (VP_s) + (F_d) (VP_d) + VP_d \quad (4.6)$$

เมื่อ  $h_c = h_s + h_d$  หมายถึง การสูญเสียพลังงานเนื่องจาก Hood หน่วยเป็นปาสคาล

$$h_s = (F_s) (VP_s) \text{ หมายถึง การสูญเสียเนื่องจาก Slot}$$

$h_d = (F_d) (VP_d)$  หมายถึง การสูญเสียเนื่องจากอากาศเย็นไหลเข้าท่อ

$F_s$  = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของ Slot ( ไม่มีหน่วย )

$F_d$  = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของการที่อากาศไหลเข้าท่อ ( ไม่มีหน่วย )

$VP_s$  = ความดันของความเร็วลมที่ Slot มีหน่วยเป็นปาสคาล

$VP_d$  = ความดันของความเร็วลมที่ท่อมีหน่วยเป็นปาสคาล

ตัวอย่างของการคำนวณการสูญเสียของตู้ดูดอากาศ

ตู้ดูดอากาศแบบธรรมดา มีช่องเปิดขนาด 1 x 1.5 เมตร และความเร็วลมที่ปาก Hood เท่ากับ 1.25 เมตรต่อวินาที  
ท่อดูดอากาศที่ต่อจากตู้นี้มีความเร็วลมในท่อ 15 เมตร / วินาที จะคำนวณ

1. อัตราการไหลของอากาศ (Q) ที่ผ่านตู้ดูดอากาศและท่อ
2. จำนวนเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดูดอากาศ
3. จำนวนความดันลดซึ่งเกิดจากตู้ดูดอากาศนี้

ในส่วนที่ 1 : ปริมาณอัตราการไหล = พื้นที่หน้าตัด x ความเร็วลม ถ้าปากตู้มีพื้นที่หน้าตัด = 1.5 ตารางเมตร  
และมีความเร็วลม = 1.25 เมตร / วินาที ดังนั้นปริมาณอัตราการไหล = 1.5 x 1.25 = 1.875 ลูกบาศก์เมตร / วินาที ส่วน  
ในท่อก็ต้องเท่ากันเพราะอากาศทั้งหมดต้องไหลผ่านท่อ

ในส่วนที่ 2 : ใช้สูตรเหมือนการคำนวณในส่วนที่ 1 เพราะทราบอัตราการไหล (Q) และความเร็วลมในท่อ ซึ่ง  
โจทย์ให้ค่าเป็น 15 เมตร / วินาที เพราะฉะนั้นพื้นที่หน้าตัดของท่อ = 1.875/15 = 0.125 ตารางเมตร

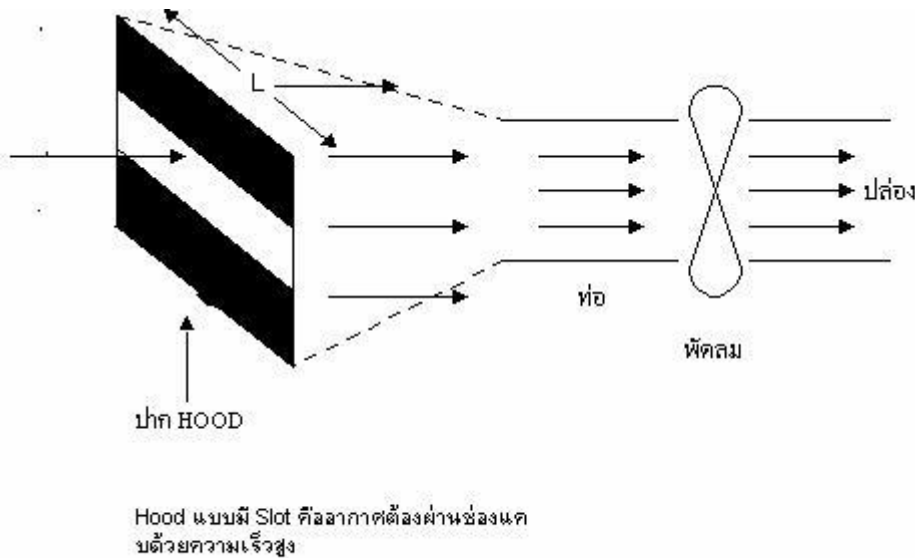
หาก D เป็นเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเป็นเมตร  $(\pi D^2)/4 = 0.125$

$$D = \sqrt{\frac{0.5}{\pi}} = 0.4 \text{ เมตร}$$

ในส่วนที่ 3 : ใช้สูตรข้างบนแต่ต้องทราบค่า  $F_d$  ของท่อซึ่งจะมีค่าประมาณ 0.25 โดยทั่วไป ต้องเปลี่ยนความดัน  
ของความเร็วในท่อเป็น  $VP_d = (15/1.29)^2 = 135.21$  ปาสคาล และความดันของความเร็วลมที่ปาก Hood เป็น  $VP_s =$   
 $(1.25/1.29)^2 = 0.94$  ปาสคาล โดยใช้สูตร  $VP = (V / 1.29)^2$

จะเห็นได้ว่า  $VP_d$  มีค่าสูงกว่า  $VP_s$  มาก ซึ่งในการออกแบบทั่วไปก็มักจะเป็นเช่นนี้ ยกเว้นกรณีที่ใช้ปาก Hood แบบจนเป็นลักษณะ Slot ซึ่งความเร็ว Slot จะมีค่าสูงกว่า 5 เมตร/วินาทีขึ้นไป จึงจะมีค่าใกล้เคียงกัน ในการคำนวณทั่วไปจึงพบว่ามักจะได้ค่า  $(F_s) (VP_s)$  เพราะมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ  $VP_d$

$$\backslash SP_h = (F_d) (VP_d) + VP_d = (0.25 \times 135.21) + 135.21 = 169.01 \text{ ปาสคาล}$$



ตัวอย่างกรณีที่มี SLOT ที่ปากตู้ดูดอากาศ ในรูปนี้จะเห็นว่า Slot จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานพอสมควรและจะละเอียดมิได้ หากโจทย์กำหนดให้ความเร็วลมที่ผ่าน Slot มีค่า 10 เมตร/วินาที

$$VP_s = (10/1.29)^2 = 60 \text{ ปาสคาล}$$

ค่า  $F_s$  ของ SLOT โดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 1 ถึง 1.78 ซึ่งในการคำนวณจะใช้ค่าสูงสุดก็ได้

$$\begin{aligned} SP_h &= (F_s) (VP_s) + (F_d) (VP_d) + VP_d \\ &= (1.78) (60) + (0.25) (135.21) + 135.21 = 275.8 \text{ ปาสคาล} \end{aligned}$$

## 2. ท่อ

ท่อเป็นอุปกรณ์นำอากาศไปข้างนอกและควรมีแรงต้านทานการไหลของอากาศได้น้อยที่สุดและมีความเร็วของ

อากาศในท่อที่เหมาะสมด้วย หากความเร็วของอากาศในท่อน้อยเกินไปฝุ่นละอองก็ตกค้างในท่อและทำให้ปิดกั้นอากาศได้ ส่วนอากาศที่ไหลเข้าไปมากก็สิ้นเปลืองพลังงานทำให้เกิดเสียงดังและความสั่นสะเทือน และฝุ่นที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วจากัดคร่อนได้มากขึ้น

## 2.1 หลักการออกแบบระบบท่อ (Duct Design) เบื้องต้น

ท่อดูดอากาศ (Duct) จากตู้ดูดอากาศไปสู่พัดลมและจากพัดลมไปภายนอกในรูปของปล่อง ( Stack) การออกแบบที่เหมาะสม คือ ให้ความเร็วของอากาศในท่อทุกส่วนเร็วเท่ากันหมดเพื่อมิให้เกิดการตกตะกอนของฝุ่นหรือสูญเสียพลังงานในการเร่งความเร็วของอากาศโดยไม่จำเป็น สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ให้มีการสูญเสียจากการไหลของอากาศในท่อน้อยที่สุด โดยไม่ใช่ข้องอ ท่อลด ท่อขยาย หรือสิ่งกีดขวางการไหลโดยไม่จำเป็น

ปัจจุบันความนิยมในการออกแบบคือ ใช้พัดลมตัวเดียวและท่อดูดอากาศจากหลายๆ จุดมารวมกันออกทางปล่องระบายรวม ( Common Stack) เพียงอันเดียว การออกแบบนี้ก็ต้อง Balance ทุกๆ ท่อสาขาให้เท่าเทียมกันคือในแต่ละสาขาจะต้องมีการสูญเสียพลังงานเท่าๆ กัน หากท่อสาขาใดสูญเสียพลังงานมากกว่าสาขาอื่นๆ ลมก็จะผ่านสาขานั้นด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าท่อสาขาอื่นๆ หรืออาจไม่ผ่านเลยก็ได้

ค่าความเร็วต่ำที่สุดที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสียแล้วไม่ทำให้อนุภาคตกตะกอนและอุดตันท่อระบายอากาศเสียได้แสดงไว้ข้างล่าง การออกแบบท่อระบายอากาศเสียโดยใช้ความเร็วลมสูงๆ จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและทำให้ท่อระบายอากาศเสียสึกกร่อนอย่างรวดเร็ว

### ตารางที่ 9 ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบท่อระบายอากาศเสีย

ประเภทและขนาดของฝุ่นละออง	ค่าความเร็วต่ำสุด ( เมตร / วินาที )
ก๊าซหรือฝุ่นละอองขนาดเล็กละเอียดมากและเบา (ขนาดแป้งทาน้ำ)	12.7
ฝุ่นละอองขนาดเล็กละเอียด แห้ง และเป็นผง	15.2
ฝุ่นละอองขนาดโดยเฉลี่ยทั่วไปจากอุตสาหกรรม	17.8
ฝุ่นละอองขนาดหยาบ	20.3-22.9
ฝุ่นละอองที่มีน้ำหนักมากหรือเปียกชื้น (เช่น ผงทราย)	≥ 22.9

ความสูญเสียในระบบท่อนี้คำนวณได้ง่ายเพราะมีค่าของผู้ผลิตท่อ รวมทั้งในส่วนของท่องอ ท่อร่วม ท่อขยาย และท่อลด



## 2.2 ตัวอย่างการคำนวณความสูญเสียในระบบท่อ

ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีความยาว 100 เมตร มีข้ออชนิตต่อ 7 ชั้น และค่ารัศมีการโค้ง / เส้นผ่านศูนย์กลาง =  $R/D = 2.00$  จำนวน 2 ข้องอ จะมีความสูญเสียในท่อเท่าใดหากความเร็วลมในท่อเท่ากับ 20 เมตร / วินาที

ท่อตรงยาว 100 เมตร จะสูญเสียด้วยสัมประสิทธิ์  $0.2376 \times 100 = 23.76$  (ค่า 0.2376 เป็นค่าที่สมมุติว่าจะได้จากผู้ผลิตหรือเอกสารอ้างอิงอื่นๆ ซึ่งขึ้นกับวัสดุที่ใช้ทำท่อ)

ความสูญเสียคิดเป็นпасกาลต้องคูณสัมประสิทธิ์ด้วย  $VP_d$

$$VP_d = (20/1.29)^2 = 240.4 \text{ пасกาล}$$

$$\text{ความสูญเสีย} = 23.76 \times 240.4 = 5711.2 \text{ пасกาล}$$

ความสูญเสียคิดเป็นпасกาล ต้องคูณสัมประสิทธิ์ด้วย  $VP_d$

$$VP_d = (20/1.29)^2 = 240.4 \text{ пасกาล}$$

$$\text{ความสูญเสีย} = 23.76 \times 240.4 = 5711.2 \text{ пасกาล}$$

ส่วนของข้องอจากเอกสารอ้างอิงหรือผู้ผลิตเช่นกัน พบว่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียความดันของข้องอเท่ากับ 0.17

$$\text{ความสูญเสียความดัน} = 0.17 \times 240.4 = 40.8 \text{ пасกาล ต่อ 1 ข้องอ}$$

$$\text{รวมการสูญเสียความดันทั้งหมด} = 5711 + (40.8 \times 2) = 5,792.8 \text{ пасกาล}$$

ในระบบระบายอากาศที่มีหลายสาขาให้คำนวณความสูญเสียของแต่ละท่อสาขาก่อน และทำให้ความสูญเสียเท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุดก่อน หากการสูญเสียไม่เท่ากันจะต้องเพิ่มความสูญเสียของท่อที่น้อยกว่า เช่น ใช้ Gate ปิดกั้นบางส่วนของท่อหรือใช้ท่อที่เล็กลง เป็นต้น

เมื่อคำนวณความสูญเสียได้ใกล้เคียงกันแล้วให้นำค่าความสูญเสียนั้น (ของท่อสาขาเดียว) มาคำนวณความสูญเสียที่จุดรวม นำไปคำนวณกำลังของพัดลมซึ่งพัดลมนอกจากจะต้องมีกำลังเพียงพอสำหรับเอาชนะความสูญเสียจากท่อที่ผ่านมาทั้งหมดแล้ว ยังต้องคำนวณสำหรับการดันอากาศออกไปทางปล่องด้วย ซึ่งก็มีความสูญเสียบ้างเหมือนกัน

หากในระบบระบายอากาศมีอุปกรณ์บำบัดอากาศเสีย ก็จะต้องบวกความสูญเสียจากอุปกรณ์เหล่านั้นเข้าไปด้วยตามที่คุณผลิตอุปกรณ์จะระบุไว้ให้

### 3. ระบบบำบัดมลพิษ

เช่น ระบบบำบัดกลิ่น (ดูรายละเอียดในแต่ละชนิด)

### 4. พัดลม

พัดลมต้องมีกำลังที่เหมาะสมในการสร้าง “ความดันอากาศ” ที่แตกต่างกันจนเพียงพอที่จะทำให้มลพิษถูกดึงเข้ามาและออกจากระบบได้

พัดลมมีประเภทหลักๆ อยู่ 2 ชนิด คือ ชนิด Axial และ Centrifugal (หอยโข่ง) โดยแบบ Axial จะมีลักษณะเหมือนใบพัดจะดึงอากาศผ่านเข้าไปโดยตรง ส่วน Centrifugal จะเหมือนกงล้อซึ่งดูดอากาศเข้าไปในแกนกงล้อและปั่นอากาศออกทางมุมจาก พัดลมทั้งสองประเภทนี้มีการใช้งานตามความเหมาะสมที่แตกต่างกัน

พัดลมแบบ Axial ใช้มากในการดึงอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเจือจางโดยติดไว้ที่กำแพงหรือหลังคา สามารถดึงอากาศได้เป็นจำนวนมากหากไม่มีแรงต้านมากนัก

พัดลมแบบ Centrifugal จะทนต่อแรงต้านสูงๆ จึงสามารถดึงอากาศผ่านระบบ Hood และท่อได้ดี โดยคัดเลือกพัดลมที่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น แบบใบพัดชนิด Radial Blade จะทนต่อฝุ่นปริมาณมากๆ และไม่คอยอุดตันเมื่อมีฝุ่น

### 5. ปล่องระบาย

ปล่องระบายต้องอยู่ห่างจากจุดที่อากาศบริสุทธิ์จะถูกดึงเข้าไปในอาคาร เช่น อย่างน้อย 16-20 เมตร และหากอยู่บนหลังคาต้องสูงจากหลังคาอย่างน้อย 3-4 เมตร เพื่อป้องกันมิให้อากาศที่ระบายออกม้วนกลับลงทางชายคาอาคาร ความเร็วลมที่ออกจากปล่องอย่างน้อยควรเป็น 15 เมตรต่อวินาทีเป็นอย่างน้อย และหมวกที่ปิดปลายปล่องก็ไม่ควรมี เพราะจะไปปิดกั้นการพุ่งขึ้นของอากาศเสีย และประสิทธิภาพของหมวกในการกั้นน้ำฝนสามารถให้การออกแบบอย่างอื่นได้แทน

### ข้อควรระมัดระวังในการออกแบบและใช้งานระบบระบายอากาศ

- การออกแบบที่มักจะมีข้อผิดพลาดมากที่สุดคือการออกแบบตู้ดูดอากาศ โดยเฉพาะตู้แบบเขวน ( Canopy)

เพราะมีประสิทธิภาพต่ำ แต่เป็นที่นิยมกันมาก ส่วนปัญหาที่พบมากอีกข้อหนึ่งคือการต่อท่ออากาศเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของทั้งระบบลดลงจากที่ออกแบบไว้เดิม

- การป้องกันการระเบิดและไฟไหม้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบและใช้งานของท่อ ท่อซึ่งไม่เป็นโลหะ อาจสะสมไฟฟ้าสถิตและควรมีสายดินต่อเชื่อมภายในของท่อ ท่อบางชนิดเช่น FRP ผู้ผลิตอาจผสมเส้นใยคาร์บอนไว้เพื่อให้ทำหน้าที่สายดิน นอกจากนั้นผู้บางชนิด เช่น แป้ง อาจระเบิดได้เมื่อมีประกายไฟหรืออาร์คจากไฟฟ้าสถิตในท่อ ดังนั้นหากมีความเสี่ยงดังกล่าวก็อาจออกแบบประตูความดันฉุกเฉิน ( Vent) เพื่อรองรับการระเบิดไว้ด้วย
- เมื่อติดตั้งระบบระบายอากาศเสร็จแล้วต้องทดสอบก่อนใช้งาน และปรับแต่งแก้ไขจุดเล็กๆน้อยๆให้เรียบร้อยก่อนใช้งานจริง

ในงานระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศที่ต้องใช้ท่อลม (ท่อดักท์แอร์) ส่งลมไปยังส่วนต่างๆ ของอาคาร จำเป็นจะต้องมีหัวจ่ายลมหรือหน้ากากแอร์ เพื่อบังคับทิศทางลมไปตามความต้องการของเรา สามารถแบ่งออกตามลักษณะได้ดังนี้


1. Square Ceiling Diffuser หรือหัวจ่ายลมจากเพดานแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งลักษณะของหัวจ่ายลมแบบนี้จะเป็นแบบสี่เหลี่ยม มักจะติดตั้งหัวจ่ายแบบนี้ใต้ฝ้าเพดานกระจายลมลงด้านล่าง และจะมีใบบังคับทิศทางลมเป็นแบบ 2 ทาง, 3 ทาง, 4 ทาง หรือสามารถบังคับลมไปในทางเดียวกันได้
2. Round Ceiling Diffuser หรือหัวจ่ายลมจากเพดานแบบกลม ซึ่งลักษณะของหัวจ่ายลมแบบนี้จะเป็นแบบ วงกลม สามารถ กระจายลมได้แบบ 360 องศา
3. Return Air Grille หรือหน้ากากลมกลับ ลักษณะของหัวจ่ายลมแบบนี้จะเป็นแบบ สี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับติดตั้งเพื่อดูดลมใน ห้องที่จ่ายออกไปโดยหัวจ่ายกลับมายังเครื่องจ่ายลมหรือแฟนคอยล์ บานไม่สามารถปรับได้ มักจะติดตั้งไว้ใกล้กับแฟนคอยล์ เพื่อสะดวกในการดูดลมกลับ และสามารถบริการเครื่องปรับอากาศได้ด้วย ซ่อมแซมหรือล้างทำความสะอาดโดยการเปิด หน้ากากลมกลับนี้ออกได้ มีทั้งแบบมีขอเกี่ยว ( Hinged Core) ที่ไม่ต้องถอด หน้ากากลมกลับ ลงมาก็สามารถซ่อมบำรุง เครื่องปรับอากาศได้ หรือมีอีกแบบหนึ่งคือ T-bar Lay in หน้ากากลมกลับที่สามารถวางไว้บนฝ้าเพดานแบบที่บาร์ได้เลย
4. Linear Slot Diffuser หรือหัวจ่าย Slot Slot เป็นหัวจ่ายลมที่เมื่อติดตั้งแล้วจะดูสวยงามเข้ากับงานตกแต่งภายในได้สวย งาม เหมาะสำหรับการจ่ายลมด้านล่างมากกว่า
5. Air Grille Register หรือหัวจ่ายลมด้านข้าง สามารถที่จะปรับบานได้ นิยมติดตั้งให้จ่ายลมจากด้านข้าง บริเวณฝ้าเพดาน ต่างระดับ

ในงานระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศนี้ ท่อลม (ท่อดักท์แอร์) มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะว่ท่อลม (ท่อดักท์แอร์) เป็นตัวนำพาอากาศไปจ่ายในส่วนต่างๆ ของอาคารตามที่เรารต้องการและสามารถควบคุม

ความเร็ว และปริมาณอากาศได้ด้วย ที่เราเห็นๆ กันอยู่ในงานก่อสร้างและติดตั้งระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงาน มีการแยกประเภทของท่อลมออกเป็นดังนี้

1. Supply Air Duct (SAG): ท่อจ่ายลมเย็น เป็นท่อที่นำพาอากาศเย็นจากคอยล์เย็นไปจ่ายตามส่วนต่างๆ ของอาคาร ไม่ว่าจะเป็น ห้องนอนในบ้านพักอาศัย ห้องโถงต้อนรับในโรงแรม ห้องประชุมในอาคารสำนักงาน เพื่อลดอุณหภูมิบริเวณนั้นๆ ทำจาก แผ่นเหล็กอบสังกะสีพับขึ้นรูปและหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว
2. Return Air Duct (RAD) ท่อดึงลมกลับ มีลักษณะภายนอกเหมือนกับท่อจ่ายลมเย็นทุกประการ แตกต่างเพียงหน้าที่ที่ดูด อากาศที่จ่ายออกไปด้วยท่อจ่ายลมเย็นที่แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศและมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น กลับมาที่คอยล์เย็น
3. เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่ผิวของคอยล์เย็นและอุณหภูมิลดลงและส่งไปจ่ายในห้องด้วยท่อจ่ายลมเย็นอีกครั้ง Exhaust Air Duct (EAD) ท่อระบายอากาศ ทำหน้าที่ระบายอากาศภายในอาคารออกมาปล่อยทิ้งนอกอาคาร อาจดูด อากาศจากห้องน้ำ หรือห้องอื่นๆ ได้เช่นกัน ท่อระบายอากาศมักไม่หุ้มฉนวน
4. Fresh Air Duct (FAD) ท่อลมเติมอากาศ ทำหน้าที่เติมอากาศให้กับห้อง ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ที่มีเครื่องปรับอากาศหรือไม่ก็ตาม เมื่อมีการระบายอากาศไปนอกอาคารก็ต้องมีการเติมอากาศเข้าไป เพื่อให้เป็นการระบายอากาศที่ถูกต้อง ไม่ควรติดตั้ง ช่องดูดอากาศอยู่ใกล้กับช่องระบายอากาศ เพราะอาจดูดอากาศเสียที่เพิ่งปล่อยออกนอกอาคารเข้ามาอีก ท่อเติมอากาศมัก ไม่หุ้มฉนวน หากต้องการที่จะติดตั้งนอกอาคารต้องจะทาสีให้เข้ากับตัวอาคาร



	<b>แผนการสอนที่ 15</b>	<b>หน่วยที่ 8</b>
	วิชา อุปกรณ์อาคาร	<b>สัปดาห์ที่ 16</b>
	ชื่อหน่วย ประตูลื่น	<b>จำนวน 2 คาบ</b>
<p><b>1 จุดประสงค์การสอน</b></p> <p style="padding-left: 40px;">8.1 เข้าใจชนิดของประตูลื่น</p> <p style="padding-left: 40px;">8.2 เข้าใจ ประเภทในการใช้งาน</p> <p style="padding-left: 40px;">8.3 เข้าใจการติดตั้งประตู</p> <p><b>2. กิจกรรมการเรียนรู้</b></p> <p><b>กิจกรรมที่1</b> ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p style="padding-left: 40px;">1.1 สนทนาซักถามเกี่ยวกับ ประตูลื่นที่นักศึกษาเคยศึกษามา</p> <p style="padding-left: 40px;">1.2 กล่าวนำเกี่ยวกับ ประตูลื่น</p> <p style="padding-left: 40px;">1.3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นความสำคัญของ ประตูลื่น</p> <p style="padding-left: 40px;">1.4 เขียนชื่อเรื่อง ประตูลื่น</p> <p><b>กิจกรรมที่2</b> ชี้นบอกกล่าว</p> <p style="padding-left: 40px;">2.1 อธิบายถึงเรื่อง ระบบอากาศในอาคารโดยพร้อมทั้งให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น</p> <p style="padding-left: 40px;">2. 2 ซักถามความเข้าใจในเนื้อหา</p> <p><b>กิจกรรมที่3</b> ชี้นพยายาม</p> <p style="padding-left: 40px;">3.1 นักศึกษาฟังคำอธิบายพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญประตูลื่น</p> <p style="padding-left: 40px;">3.2 นักศึกษาศึกษาใบความรู้เรื่อง ประตูลื่น</p> <p style="padding-left: 40px;">3.3 นักศึกษาซักถามผู้สอนในจุดที่ยังไม่เข้าใจ</p> <p style="padding-left: 40px;">3.5 มอบหมายแบบฝึกหัดให้นักศึกษาไปทำ</p> <p style="padding-left: 40px;">3.6 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำความเย็นด้วยตนเอง</p>		

#### กิจกรรมที่ 4 ขึ้นตำสำเร็จผล

- 4.1 นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่อง ประตูลื่นที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแก้ไขข้อผิดพลาด
- 4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปถึงความสำคัญของ ประตูลื่น
- 4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันประเมินผลการร่วมกิจกรรม การเรียนการสอน

#### 3. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องประตูลื่น

#### 4. การวัดและประเมินผล

##### เครื่องมือวัด

- แบบฝึกหัดประตูลื่น

##### วิธีการวัด

- ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

##### เกณฑ์การประเมิน

- ผู้เรียนได้คะแนนแบบฝึกหัดมากกว่า 50%

## 5.บันทึกผลหลังการสอน

### ผลการใช้แผนการสอน

- 1 การสอนมีประสิทธิภาพ
- 2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
- 3 เวลาเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา
- 4 เนื้อหาครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์

### ผลการเรียนของผู้เรียน

- 1 ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา
- 2 ผู้เรียนเกิดทักษะในการคำนวณงาน
- 3 ผู้เรียนเรียนได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

### ผลการสอนของครู

- 1 สอนได้ตรงตามจุดประสงค์
- 2 สอนได้ครบตามเนื้อหา
- 3 สอนได้ตรงตามเวลา



<p style="text-align: center;">ใบความรู้ที่ 15</p> <p style="text-align: center;">วิชา อุปกรณ์อาคาร</p> <p style="text-align: center;">ชื่อหน่วย ประตูลื่น</p>	<p style="text-align: center;">สอนครั้งที่ 15</p>
<p>เรื่อง ประตูลื่น</p>	<p>จำนวนคาบ 2</p>

**อุปกรณ์บานเลื่อนประตู (ทั่วไป)**

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน

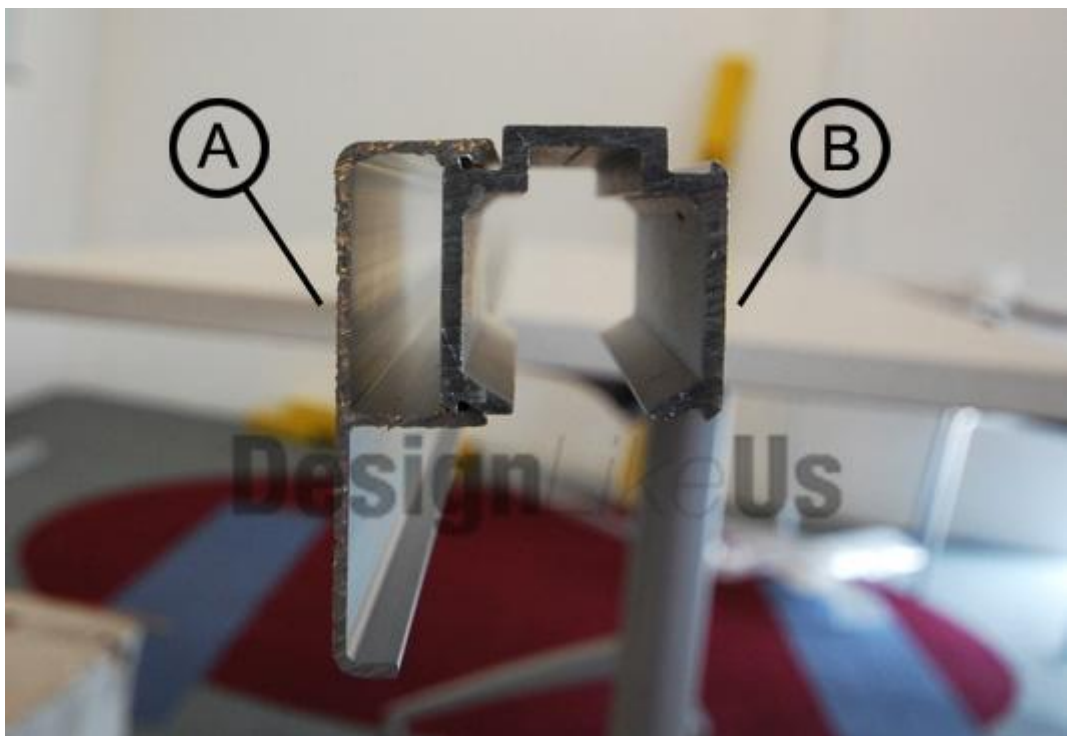
1. อุปกรณ์บานเลื่อนประตูที่ติดกับสันบาน โดยการติดตั้งในแบบนี้จะได้หน้าบานที่มีรูปร่างหน้าตา ดังภาพที่ 1.1 ซึ่งถ้าจะให้เกิดความสวยงาม จำเป็นจะต้องติดตั้งบังราง ดังภาพที่ 1.2 ก



ภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.2



จากรูป A : บังราง (Track Cover) B : รางบานเลื่อนบน (Runner Rail)

2. อุปกรณ์บานเลื่อนประตูที่ฝังในสันบาน การติดตั้งแบบนี้จะได้หน้าต่างที่มีรูปร่างหน้าตา ดังภาพที่ 1.3 ครับ ซึ่งไม่จำเป็นต้องติดตั้งบังราง

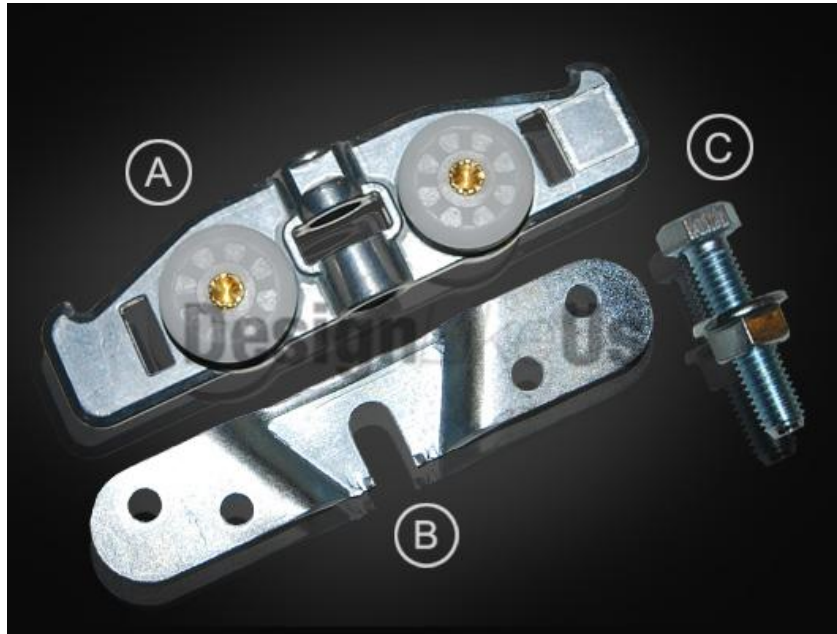


ภาพที่ 1.3

เรามาดูกันครับว่าอุปกรณ์บานเลื่อนประตูมีหน้าต่างอย่างไรกันบ้างอุปกรณ์บานเลื่อนประตู ประกอบด้วย

1. ส่วนของลูกล้อ
2. ส่วนของอุปกรณ์ล้อคบานเลื่อนและไกด์ล่าง
3. รางบานเลื่อน

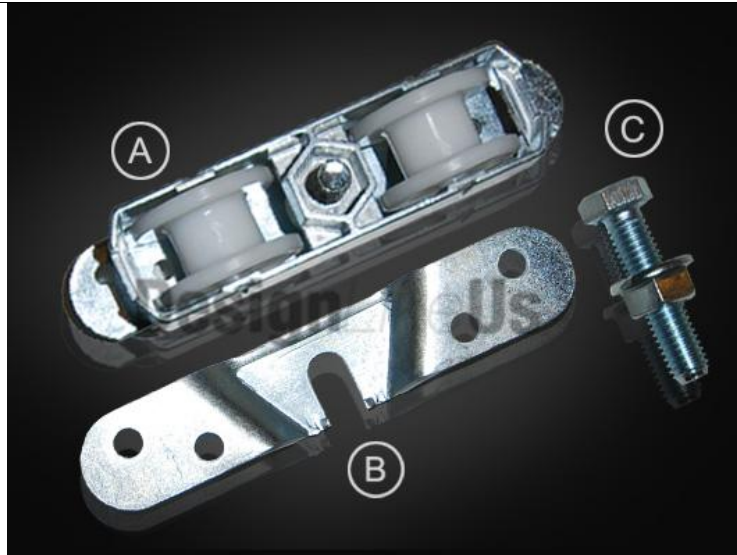
## 1. ส่วนของลูกล้อ



จากรูป A : ลูกล้อบน (Roller) B : ตัวยึดลูกล้อกับหน้าบาน (Door Clamp Bracket) C : สลัวยึดลูกล้อ (Support Screw for Roller)



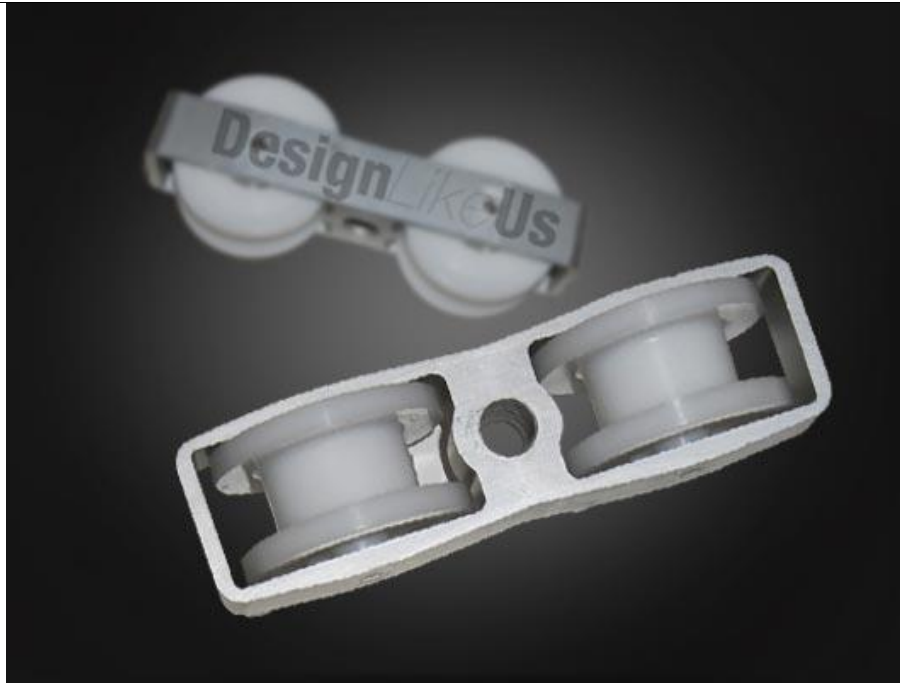
หากขนาดของบานประตูมีน้ำหนักที่มากขึ้น ขนาดของอุปกรณ์บานเลื่อนก็จะมีขนาดที่มากขึ้นตามไปด้วยครับ



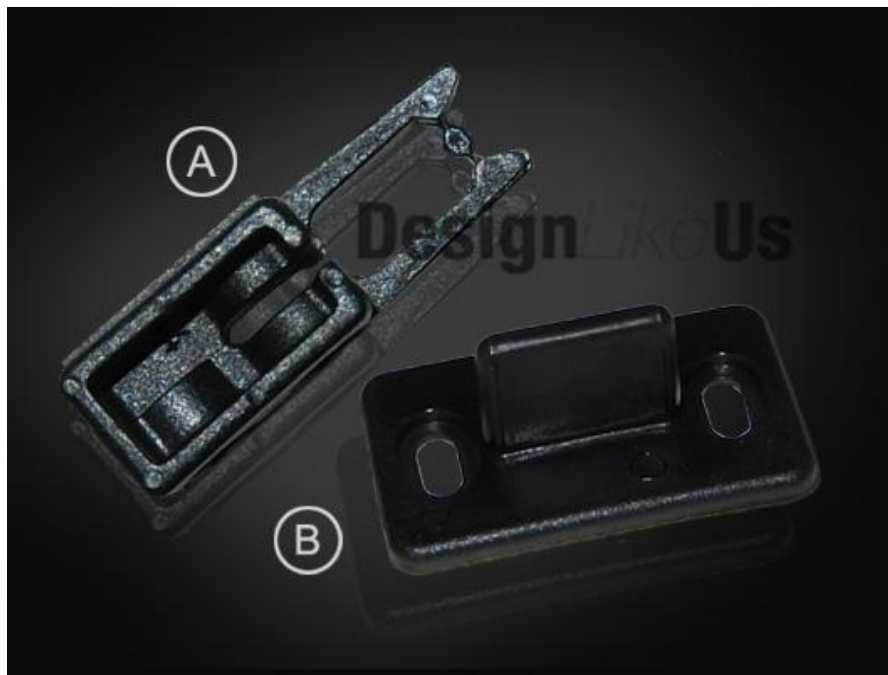
จากรูป A : ลูกล้อบน (Roller) B : ตัวยึดลูกล้อกับหน้าบาน (Door Clamp Bracket) C : สลัวยึดลูกล้อ (Support Screw for Roller)



จากรูป A : ตัวล๊อคบานเลื่อน (Stop Brake) B : ลูกล้อบน (Roller)



2. ส่วนของอุปกรณ์ล้อยกบานเลื่อนและไกด์ล่าง



จากรูป A : ตัวล้อยกบานเลื่อน (Stop Brake) B : ไกด์ล่าง (Lower guide)

### 3. รางบานเลื่อน



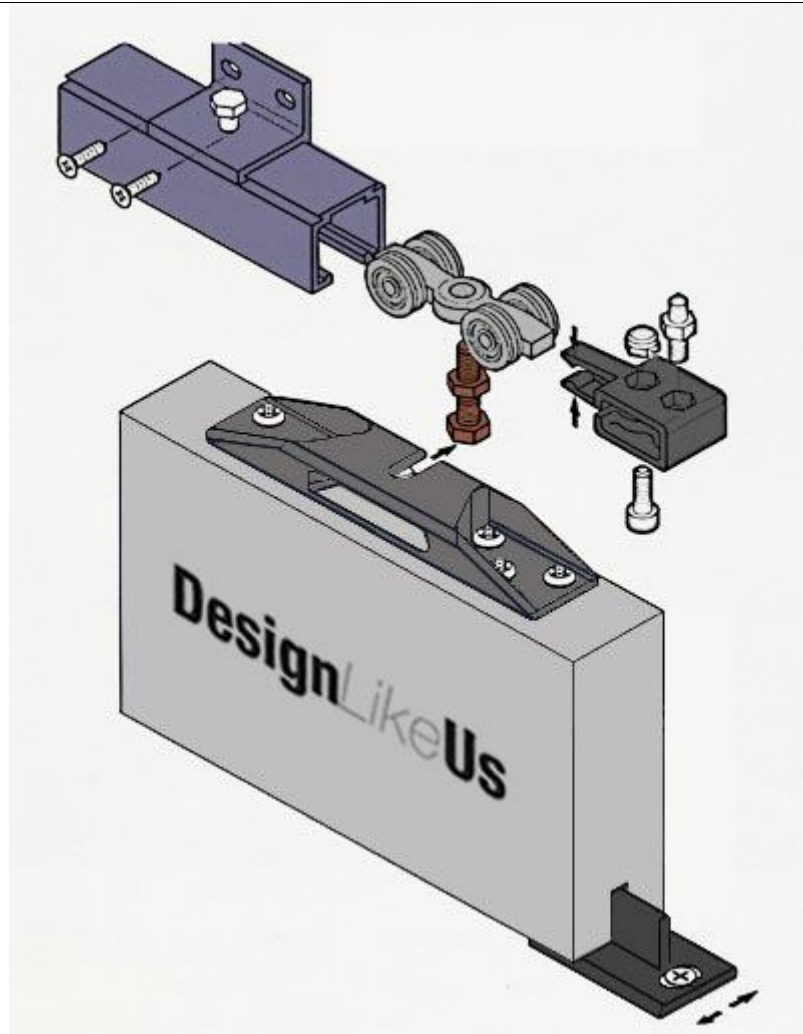
ภาพที่ 1.4







ภาพที่ 1.5



**การติดตั้ง** อุปกรณ์บานเลื่อนประตูจะติดตั้งคู่กับรางบานเลื่อนบน ซึ่งลักษณะของรางที่จะใช้ ต้องมีขนาดและลักษณะตรงตามอุปกรณ์บานเลื่อนนั้นๆ ตัวอย่างเช่นรางบานเลื่อนบน **ดั่งภาพที่ 1.4** รางรูปแบบนี้ จะมีคุณสมบัติเด่นก็คือ ไม่เก็บฝุ่น ทำให้หมดปัญหาของสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในรางเลื่อนได้ จึงทำให้อายุการใช้งานของรางยาวนานมากยิ่งขึ้น

ส่วนรางบานเลื่อนบน **ดั่งภาพที่ 1.5** รางรูปแบบนี้ มีลักษณะเป็นรางที่เรียกกันว่า “หลังเต่า” ลูกล้อจะเป็นตัว V คล่อมบนราง จะมีคุณสมบัติเด่นก็คือ ทำให้เวลาเลื่อนหน้าบาน หน้าบานจะไม่แกว่ง นอกจากนี้ การเลือกวัสดุอุปกรณ์บานเลื่อนก็เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจาก การใช้รางที่เป็นเหล็กสามารถทำให้เกิดสนิมได้ และสนิมก็จะทำให้ลูกล้อมีการสึกกร่อนได้ ดังนั้น รางที่ดีควรจะเป็นวัสดุที่ไม่ทำให้เกิดสนิม เช่น อลูมิเนียม และตัวฐานลูกล้อควรจะทำมาจาก die-cast alloy ส่วนของลูกล้อควรจะเป็นพลาสติกไนลอน

