

### กิจกรรม 6.1.1

1. จงอธิบายความหมายของการควบแน่น (condensation) และการระเหิด (sublimation)
2. จงอธิบายแตกต่างของความร้อนสัมผัส (sensible heat) และความร้อนแฝง (latent heat)

---

#### แนวตอบกิจกรรม 6.1.1

1. การควบแน่น และการระเหิด มีความหมาย ดังนี้  
การควบแน่น (condensation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสถานะจากไอหรือก๊าซ ไปเป็นของเหลว  
การระเหิด (sublimation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็ง ไปเป็นไอหรือก๊าซ
2. ความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง มีความแตกต่างกัน ดังนี้  
ความร้อนสัมผัส (sensible heat) คือ ปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่งที่ทำให้สารหนึ่งๆ มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง โดยไม่ทำให้สถานะของสารนั้นเปลี่ยนแปลง  
ความร้อนแฝง (latent heat) คือ ปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่งที่ทำให้สารหนึ่งๆ (หรือดึงออกจากสาร) แล้วทำให้สารนั้นเปลี่ยนแปลงสถานะภายใต้อุณหภูมิกคงที่

### กิจกรรม 6.2.1

1. จงอธิบายความแตกต่างของสาขาวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ (thermodynamics) และการถ่ายเทความร้อน (heat transfer)
2. การถ่ายเทความร้อน (heat transfer) มีกี่รูปแบบ อะไรบ้าง

---

#### แนวตอบกิจกรรม 6.2.1

1. สาขาวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ (thermodynamics) และการถ่ายเทความร้อน (heat transfer) มีแนวคิดที่เหมือนกันและแนวคิดที่แตกต่างกัน ดังนี้  
แนวคิดที่เหมือนกันคือเกี่ยวข้องกับการมีปฏิกริยากับสิ่งแวดล้อมหรือการส่งผ่านความร้อนและงานที่กระทำต่อระบบ  
แนวคิดที่แตกต่างชัดเจนระหว่างเทอร์โมไดนามิกส์และการถ่ายเทความร้อน ก็คือ เทอร์โมไดนามิกส์จะเกี่ยวข้องกับภาวะคงตัวของระบบ แต่จะไม่ได้ลงไปถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา ในขณะที่การถ่ายเทความร้อนจะมีการคำนึงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลาด้วย
2. การถ่ายเทความร้อน (heat transfer) เกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ คือ
  - 1) การนำความร้อน (conduction)
  - 2) การพาความร้อน (convection)
  - 3) การแผ่รังสีความร้อน (radiation)

## อธิบายความแตกต่างระหว่างของเหลวและก๊าซ

### แนวตอบกิจกรรม 7.1.1

1. ของเหลวมีคุณสมบัติอัดตัวได้ยาก (incompressible) ของเหลวจำนวนหนึ่งจะมีปริมาตรคงที่เสมอไม่ว่าบรรจุอยู่ในภาชนะรูปร่างอย่างไร ในขณะที่ก๊าซมีคุณสมบัติอัดตัวได้ง่าย (compressible) ก๊าซจะขยายตัวเต็มภาชนะที่บรรจุ

### กิจกรรม 7.1.3

1. อธิบายความแตกต่างระหว่างความดันเกจ และความดันสัมบูรณ์

1. ความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) วัดเทียบจากค่าความดันสัมบูรณ์ที่เป็นศูนย์ (สูญญากาศโดยสัมบูรณ์) ส่วนความดันเกจ (gauge pressure) วัดเทียบจากความดันบรรยากาศ หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันเกจ} + \text{ความดันบรรยากาศ}$$

### กิจกรรม 7.1.4

จงอธิบายความหมายของความหนืดของของไหลและมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของของไหลอย่างไร

### แนวตอบกิจกรรม 7.1.4

ความหนืดเป็นคุณสมบัติของของไหล ซึ่งใช้ต้านทานต่อแรงเฉือนระหว่างชั้นของไหล ความต้านทานต่อแรงเฉือนของของไหล ขึ้นอยู่กับแรงยึดเหนี่ยวและอัตราการถ่ายเทโมเมนตัมของของไหลนั้น ความหนืดของของไหลที่ความดันหนึ่งๆ จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ โดยที่ความหนืดของก๊าซจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และความหนืดของของเหลวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

### กิจกรรม 7.3.2

เหตุใดสมการที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลจึงต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดอัตราการไหลประกอบอยู่ด้วย

### แนวตอบกิจกรรม 7.3.2

สมการอัตราการไหลนี้เป็นสมการในอุดมคติ ยังไม่ได้คำนึงถึงค่าความดันสูญเสีย ทำให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสมการนี้ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก จึงได้มีการทดลองเพื่อหาค่าปรับแก้ให้กับสมการนี้ เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของการวัดอัตราการไหล

### กิจกรรม 8.1.1

จงอธิบายต่อแต่ละชนิดมาพอสังเขป

### แนวตอบกิจกรรม 8.1.1

จากวัสดุที่นิยมนำมาผลิตท่อทำให้สามารถแบ่งท่อออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ท่อโลหะนิยมนำมาจากวัสดุ 4 ด้วยกัน คือ เหล็กกล้า เหล็กหล่อ ทองแดงหรือทองแดงผสม และอะลูมิเนียม

2. ท่อพลาสติก ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ชนิดเทอร์โมพลาสติกและชนิดเทอร์โมเซต

### กิจกรรม 8.1.2

1. จงอธิบายหน้าที่ของวาล์วมาพอสังเขป พร้อมทั้งยกตัวอย่างวาล์วในแต่ละหน้าที่

2. จงระบุส่วนประกอบของวาล์ว

## แนวตอบกิจกรรม 8.1.2

1. หน้าที่ของวาล์ว ที่ใช้งานในระบบท่อ ได้แก่

1.1 การเริ่มการไหลและหยุดการไหล เป็นลักษณะการทำงานที่วาล์วถูกใช้งานอยู่โดยปกติ วาล์วที่ทำหน้าที่นี้ ได้แก่ เกทวาล์ว บอลวาล์ว และปลั๊กวาล์ว

1.2 การปรับระดับการไหล เป็นลักษณะการทำงานที่วาล์วถูกขับให้เปิดล้นวาล์ว อนุญาตให้การไหลไหลผ่านวาล์วตามปริมาณการไหลที่ต้องการ วาล์วที่ทำหน้าที่นี้ ได้แก่ วายวาล์ว โกลบวาล์ว วาล์วปีกผีเสื้อ เป็นต้น

1.3 การป้องกันการไหลย้อนกลับ หรือตรวจสอบการไหล เป็นลักษณะการทำงานที่วาล์วจะปิดตัวลงเมื่อมีการไหลย้อนทิศทางเดิมจากที่ต้องการให้ของไหลไหลผ่านไป วาล์วที่ทำหน้าที่นี้ ได้แก่ เช็ควาล์วที่มีลักษณะต่างๆ เช่น สวิงเช็ควาล์ว เป็นต้น

1.4 การปรับลดความดัน เป็นลักษณะการทำงานที่วาล์วถูกนำมาใช้ในการปรับลดความดันของของไหลที่เข้าสู่วาล์วให้มีความดันใช้งานตามที่ต้องการของอุปกรณ์ วาล์วที่ทำหน้าที่นี้ ได้แก่ วาล์วนิรภัย วาล์วระบาย ลินแแตก วาล์วระบายความดัน วาล์วระบายนิรภัย เป็นต้น

1.5 การระบายความดัน เป็นการทำงานที่วาล์วถูกนำมาใช้งาน เพื่อปล่อยความดันส่วนเกินของระบบออก เช่น ในหม้อไอน้ำ ถังความดัน และอื่นๆ

1.6 การเปลี่ยนทิศทางการไหล เป็นการทำงานที่วาล์วถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนเส้นทางเดินของของไหลให้เป็นไปตามที่ต้องการหรือเบี่ยงเบนทิศทางการไหล

2. วาล์วมีส่วนประกอบ ดังนี้ ตัวเรือนวาล์ว ลินแและบ่รองล้น ก้านวาล์ว ขอนเน็ด และอุปกรณ์ขับวาล์ว

## กิจกรรม 8.1.3

จงระบุหลักในการพิจารณาการออกแบบระบบท่อมาพอสังเขป

## แนวตอบกิจกรรม 8.1.3

ในการออกแบบระบบท่อน้ำจะต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

1. ความดันลดผ่านท่อและวาล์ว จะขึ้นอยู่กับความเร็วของน้ำที่ไหลในท่อ ขนาดท่อ ความราบเรียบของผิวในของท่อ และความยาวท่อ

2. ความเร็วของน้ำในท่อ จะพิจารณาตามชนิดของการใช้งาน และพิจารณาถึงอัตราการกัดกร่อน การกัดกร่อนในท่อเกิดจากการกระแทกที่ผิวในของท่ออย่างรวดเร็ว การกระแทกอาจเกิดจากฟองอากาศ ทราบ หรือ สารแขวนลอยต่างๆ ส่วนที่ได้รับอันตรายจากการกัดกร่อนมากที่สุด คือ ตามข้องอ และอาจจะเป็นส่วนด้านล่างของท่อ

3. อัตราความดันลดผ่านท่อ การออกแบบให้ท่อใหญ่จะทำให้การสูญเสียกำลังอัดก็น้อยลง ถ้าหากว่าออกแบบให้ท่อมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียกำลังอัดสูงส่งผลทำให้อัตราการไหลลดลง

## กิจกรรม 8.2.1

จรรยาบรรณของปั๊มที่แบ่งตามลักษณะการทำงาน พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

---

### แนวตอบกิจกรรม 8.2.1

ปั๊มสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 4 ประเภท คือ

1. ปั๊มแบบลูกสูบชัก เป็นปั๊มที่มีลักษณะการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา ทำให้เกิดการดูดและการอัด โดยของเหลวที่ออกจากปั๊มนั้นจะไหลแบบไม่สม่ำเสมอตามการดูดและการอัดของลูกสูบ ปั๊มแบบที่มีลักษณะนี้เหมาะสำหรับใช้ทำงานร่วมกับของเหลวที่ปริมาณไม่มากแต่ต้องการความดันสูง เช่น ปั๊มแบบขับเคลื่อนโดยตรง ปั๊มแบบเพาเวอร์ ปั๊มแบบไดอะแฟรม ปั๊มแบบโรตารีลูกสูบ เป็นต้น

2. ปั๊มโรตารี จะทำงานโดยการทำให้เกิดช่องว่างดูดของเหลวเข้าและอัดออก ปั๊มโรตารีจะมีเรือนปั๊มอยู่กับที่ภายในเรือนปั๊มจะมีชิ้นส่วนที่หมุนอยู่หรือ โรเตอร์อาจจะเป็นเฟืองลูกเบี้ยว เวน สกรู หรืออื่นๆ และมีช่องว่าง มักแบ่งตามลักษณะของตัวโรเตอร์ ได้แก่ ปั๊มโรตารีแบบเฟือง ปั๊มโรตารีแบบเฟืองฟันใน ปั๊มโรตารีแบบคืบ ปั๊มโรตารีแบบลอน ปั๊มโรตารีแบบสกรู เป็นต้น

## กิจกรรม 8.2.2

จรรยาบรรณการพิจารณาในการออกแบบและเลือกปั๊ม

---

### แนวตอบกิจกรรม 8.2.2

ในการพิจารณาเลือก กำหนด และให้รายละเอียดสิ่งต่างๆ ของการออกแบบ มีดังนี้

1. เลือกกำหนดประเภทและขนาดของท่อส่งน้ำ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบท่อ
2. เลือกประเภทของปั๊มพร้อมต้นกำลังให้เหมาะสมกับอัตราการสูบ เหน็ด และแหล่งพลังงานที่มีอยู่หรือที่ต้องการใช้ ตลอดจนอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ
3. กำหนดขนาดของท่อดูดและอุปกรณ์ที่เหมาะสม
4. ในกรณีที่เป็นปั๊มแบบอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางก็อาจจะเลือกกำหนดวิธีการล่อน้ำ ยกเว้นในกรณีที่เป็นเซนตริฟูกอล แบบที่ใบพัดต้องจมอยู่ในน้ำ หรือแบบล่อน้ำได้เอง
5. เลือกกำหนดขนาดและลักษณะของบ่อสูบ
6. ให้รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวข้างต้น

## กิจกรรม 8.2.3

จรรยาบรรณตำแหน่งที่ตั้งของปั๊มและการติดตั้งปั๊ม

---

### แนวตอบกิจกรรม 8.2.3

ลักษณะตำแหน่งที่ตั้งของปั๊มที่ต้องการจัดวางอย่างถาวรควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ ต้องไม่ตั้งอยู่ในที่ที่ตากแดดตากฝน สถานที่ติดตั้งควรอยู่ในที่สามารถเข้าไปตรวจสอบ บำรุงรักษา และซ่อมแซมได้ง่าย ปั๊มควรอยู่ในที่ที่ใกล้ระดับน้ำ หรือของเหลวที่ต้องการสูบให้มากที่สุด

การติดตั้งปั๊มสามารถทำได้โดยใช้สลักเกลียวเป็นตัวยึดให้ทั้ง 2 ติดกัน ในการติดตั้งสลักเกลียวในแท่นนั้นมียูด้วยกัน 2 กรณี คือ กรณีที่ทำการติดตั้งสลักเกลียวตั้งแต่เริ่มแรกของการหล่อแท่น และกรณีที่ทำการติดตั้งสลักเกลียวภายหลังการหล่อแท่นคอนกรีต

### กิจกรรม 8.3.1

#### จรรยาบรรณหลักการทำงาน ประเภทและวิธีการอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ

---

##### แนวตอบกิจกรรม 8.3.1

หลักการทำงานของเครื่องอัดอากาศมีจุดประสงค์ในการใช้งานเพื่อเพิ่มความดันของอากาศหรือก๊าซชนิดอื่น โดยสามารถสร้างความดันแตกต่างระหว่างด้านทางออกและทางเข้าของอากาศ

ประเภทของเครื่องอัดอากาศ สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชัก เป็นชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยอาศัยการชักขึ้นลงของลูกสูบในกระบอกสูบส่งกำลังงานผ่านสายพาน ทำให้อากาศมีปริมาตรเล็กลง และมีความดันของอากาศสูงขึ้น อากาศจะถูกอัดส่งเข้าไปเก็บไว้ในถังลมอัดก่อนที่จะนำไปใช้งานต่อไป และจำเป็นต้องติดตั้งวาล์วกันกระแทกเพื่อ กันไม่ให้ลมที่อัดไว้ไหลย้อนกลับ สามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานของลูกสูบ คือ เครื่องอัดอากาศแบบสแตจเดียว และเครื่องอัดอากาศแบบหลายสแตจ

2. เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี มีลักษณะการทำงานโดยอาศัยจากการเคลื่อนที่แบบผลักรัดของโรเตอร์ในลักษณะการแทนที่ของอากาศ โดยอากาศที่ได้จากการอัดจะมีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอ สามารถทำการแบ่งประเภทของเครื่องอัดอากาศประเภทนี้ได้เป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้ เครื่องอัดอากาศแบบครีบก้อนเคลื่อนเข้า-ออก เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบเหลว เครื่องอัดอากาศแบบลอนตรงสองใบพัด เครื่องอัดอากาศแบบเกลียวกันหอยและขวง

3. เครื่องอัดอากาศแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้ใช้หลักการทางด้านพลศาสตร์ในการอัดอากาศทำงาน โดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานให้เป็นความกดดัน ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศจะถูกเหวี่ยงออกไปในแนวรัศมีลมดูดจะเข้าไปสู่แกนกลางของเพลลา และถูกเหวี่ยงตัวออกไปในแนวรัศมีของใบพัดสู่ผนังเครื่องอัดและถูกส่งไปตามระบบท่อ

การอัดอากาศสามารถกระทำได้ 3 วิธี ได้แก่ กระบวนการอัดอากาศที่อุณหภูมิคงที่ กระบวนการอัดอากาศที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน และกระบวนการอัดอากาศแบบโพลีโทรปิก

### กิจกรรม 8.3.2

#### จรรยาบรรณประเภทเครื่องเป่าอากาศและพัดลมระบายอากาศ

---

##### แนวตอบกิจกรรม 8.3.2

ประเภทของเครื่องเป่าอากาศ สามารถจำแนกตามลักษณะการทำงานของเครื่องเป่าอากาศออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ เครื่องเป่าอากาศแบบลูกสูบชัก เครื่องเป่าอากาศแบบโรตารี และเครื่องเป่าอากาศแบบอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

พัดลมระบายอากาศ มีหลักการทำงานของพัดลมระบายอากาศ มีจุดประสงค์เพื่อให้อากาศเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่องโดยต้านกับความดันเพียงเล็กน้อย สามารถแยกประเภทได้ดังนี้ พัดลมระบายอากาศแบบอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งมีรูปร่างใบพัดต่างกัน 3 แบบ คือ ใบพัดแบบย้อนกลับ ใบพัดในแนวรัศมี ใบพัดแบบไปด้านหน้า อีกแบบคือ พัดลมระบายอากาศแบบแนวแกน และพัดลมระบายอากาศแบบไหลตั้งฉาก

### กิจกรรม 9.1.2

1. มาตรฐานอุปกรณ์ทางเครื่องกลที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือมาตรฐาน ไค
  2. หน่วยงานไค ในประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานงานวิศวกรรมเครื่องกล
- 

### แนวตอบกิจกรรม 9.1.2

1. มาตรฐานต่างประเทศ คือ มาตรฐานของ ANSI มาตรฐานของประเทศไทย คือ มอก.
2. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

### กิจกรรม 9.2.1

1. โดยทั่วไปในงานสุขาภิบาลภายในอาคารจะมีงานระบบท่อภายในอาคารทั้งหมดที่ระบบประกอบด้วยอะไรบ้าง
  2. ส่วนประกอบหลักๆ ของแบบในงานสุขาภิบาลประกอบด้วยอะไรบ้าง
- 

### แนวตอบกิจกรรม 9.2.1

1. ในงานสุขาภิบาลภายในอาคารจะมีระบบท่อ (plumbing system design) ภายในอาคารเป็นหลัก โดยที่ใช้กันทั่วไปมีอยู่ทั้งหมด 6 ระบบได้แก่
  - 1) ระบบท่อน้ำเย็น (cold water supply pip system)
  - 2) ระบบท่อน้ำร้อน (hot water pip system)
  - 3) ระบบท่อน้ำเสีย (waste water pipe system)
  - 4) ระบบท่อน้ำโสโครก (soil pipe system)
  - 5) ระบบท่ออากาศ (vent pipe system)
  - 6) ระบบท่อระบายน้ำฝน (storm-water pipe system)
2. ส่วนประกอบหลักๆ ของแบบในงานสุขาภิบาล สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ส่วนหลักๆ ได้แก่
  - 1) ส่วนที่บอกจำนวนแผ่นและสัญลักษณ์ต่างๆ ของแบบสุขาภิบาล
  - 2) ส่วนที่บอกรายละเอียดของอุปกรณ์ของงานนั้นๆ
  - 3) ส่วนที่บอกการเดินท่อในแนวตั้ง (riser diagram) ของระบบต่างๆ
  - 4) ส่วนที่บอกรายละเอียดของแบบสุขาภิบาลในแต่ละชั้น
  - 5) ส่วนที่บอกรายละเอียดของห้องนั้นๆ
  - 6) ส่วนที่บอกมาตรฐานการติดตั้งของงานนั้นๆ อาจจะรวมถึงรายการประกอบแบบสุขาภิบาล

### กิจกรรม 9.3.2

1. จงบอกว่ามาตรฐานทางไฟฟ้าต่อไปนี้เป็นมาตรฐานของประเทศใด
  - 1.1 DIN
  - 1.2 TIS
  - 1.3 IEC
2. ในประเทศไทยมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้านิยมใช้มาตรฐานใดบ้าง
3. โดยทั่วไประบบไฟฟ้ากำลังประกอบด้วยกี่ส่วนอะไรบ้าง

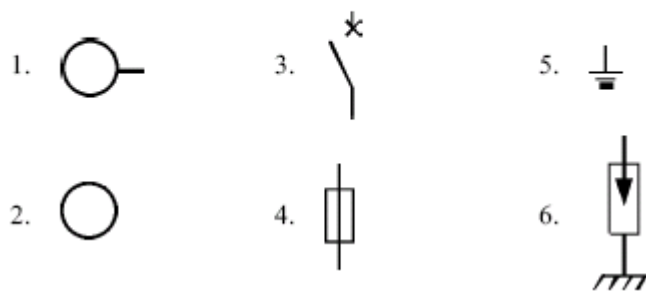
---

#### แนวตอบกิจกรรม 9.3.2

1.
  - 1.1 DIN คือ German Industrial Standard ประเทศเยอรมัน
  - 1.2 TIS คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของประเทศไทย
  - 1.3 IEC คือ International Electrotechnical Commission เป็นมาตรฐานขององค์กรระหว่างประเทศ
2. มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นิยมใช้ในประเทศไทยปัจจุบันคือ มาตรฐาน IEC และมาตรฐาน มอก. สำหรับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย ว.ส.ท. ร่วมกับ กฟผ. และ กฟภ. ร่วมกันจัดทำมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย 2545
3. โดยทั่วไประบบไฟฟ้ากำลังประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ ได้แก่
  - 1) ระบบการผลิต
  - 2) ระบบการส่งกำลังไฟฟ้า
  - 3) ระบบจำหน่าย
  - 4) ระบบใช้กำลังไฟฟ้า

### กิจกรรม 9.3.4

จงอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าต่อไปนี้



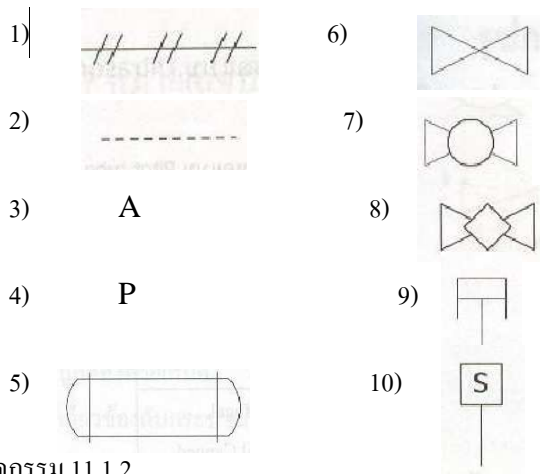
---

#### แนวตอบกิจกรรม 9.3.4

1. หม้อแปลงกระแส
2. โวลต์มิเตอร์
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์
4. ฟิวส์
5. ต่อลงดิน
6. กับดักฟ้าผ่า

### กิจกรรม 11.1.2

1. จงยกตัวอย่างขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุม
2. จงให้ความหมายของสัญลักษณ์ในแผนภาพการผลิตต่อไปนี้



### แนวตอบกิจกรรม 11.1.2

1. ตัวอย่างขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมมีดังนี้
  - เริ่มจากกำหนดวัตถุประสงค์ของการควบคุม - เลือกสัญญาณตรวจวัดเพื่อตรวจสอบสภาพของกระบวนการ
  - เลือกสัญญาณควบคุมในการปรับสถานะของระบบ - กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างค่าตรวจวัดและสัญญาณควบคุม
  - กำหนดคุณสมบัติของเครื่องควบคุม

2. 1) สัญญาณลม 6) GATE VALVE 2) สัญญาณไฟฟ้า 3) AGITATOR 7) BALL VALVE  
8) PLUG VALVE 4) PUMPS 9) CYLINDER/PISTON 5) HEAT EXCHANGER 10) SOLENOID VALVE

### กิจกรรม 11.1.3

1. องค์ประกอบของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมีกี่องค์ประกอบ อะไรบ้าง
2. ระบบควบคุมการผลิตแบ่งได้เป็นกี่ระบบ อะไรบ้าง

### แนวตอบกิจกรรม 11.1.3

1. องค์ประกอบของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ
  - 1) เครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิต
  - 2) เครื่องมือวัด
  - 3) เครื่องส่งสัญญาณ
  - 4) สายสัญญาณ
  - 5) เครื่องควบคุม
  - 6) เครื่องบันทึกสัญญาณ

2. ระบบควบคุมการผลิต แบ่งเป็นหลักๆ ได้ 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมการทำงานแบบใช้คนบังคับ และระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามระบบควบคุมการทำงานแบบใช้คนบังคับยังแบ่งย่อยเป็น 2 ระบบ คือ ระบบที่ผู้ควบคุมต้องใช้ประสบการณ์ของตัวเองในการตรวจวัด สังเกต สัมผัส กับระบบที่ผู้ควบคุมไม่ต้องใช้ประสบการณ์ของตนเอง กล่าวคือ จะมีอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัด

### กิจกรรม 11.2.1

1. จงระบุปัจจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบระบบควบคุมด้วยเทคนิคทางระบบไฟฟ้า
2. จงระบุข้อควรพิจารณาในการออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม

### แนวตอบกิจกรรม 11.2.1

1. ปัจจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบระบบควบคุมด้วยเทคนิคทางระบบไฟฟ้า มีดังนี้
  - 1) ความปลอดภัย 2) ความเชื่อถือได้
  - 3) ความง่ายในการใช้งาน 4) ความสามารถในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้สม่ำเสมอ



5) ความคล่องตัว 6) ค่าใช้จ่าย 7) การดูแลรักษา

2. ข้อควรพิจารณาในการออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม คือ

1) ระบบการจ่ายพลังงานให้กับเครื่องอุปกรณ์ควบคุม 2) ระบบแรงเคลื่อนไฟฟ้า

3) ระบบสายไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับการใช้งาน 4) ระบบการเดินสายไฟฟ้าต้องเหมาะสม 5) ต้องพิจารณาค่าแรงดันตก

#### กิจกรรม 11.2.2

1. ระบบควบคุมโดยใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ หมายถึงอะไร มีวัตถุประสงค์ของการใช้งานอะไรบ้าง

2. อุปกรณ์พื้นฐานที่ร่วมใช้งานในระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์มีอะไรบ้าง

#### แนวตอบกิจกรรม 11.2.2

1. ระบบควบคุมโดยใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ หมายถึง ระบบควบคุมทางไฟฟ้าที่ใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิด-เปิดหลักเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์หลักคือ

1) คิดตั้งเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้สัมผัสใช้งานหรือผู้เกี่ยวข้อง 2) เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย

3) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยตรง

2. อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ร่วมกับแมกเนติกคอนแทคเตอร์ มีดังนี้

1) สวิตช์กดบังคับหรือหมุนบังคับ

2) สวิตช์ปุ่มกดมีและไม่มีหลอดสัญญาณแสดงการทำงาน

3) สวิตช์ปิดเปิดแบบใช้เท้าบังคับ

4) สวิตช์ปุ่มกดแบบกระแทก

5) สวิตช์แบบค้างตำแหน่ง

6) ลิมิตสวิตช์

#### กิจกรรม 11.2.3

1. หลักการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมในพื้นที่อันตราย ประกอบด้วย อะไรบ้าง

2. จงให้ความหมายของพื้นที่อันตรายดิวิชั่น 1 และดิวิชั่น 2

#### แนวตอบกิจกรรม 11.2.3

1. หลักการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมในพื้นที่อันตรายมีดังนี้

1) การจำแนกพื้นที่อันตราย 2) การกำหนดชนิดของสารไวไฟ

3) การกำหนดระดับอุณหภูมิพื้นผิวของอุปกรณ์

4) การดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์โดยใช้เทคนิคที่เหมาะสม รวมทั้งกำหนดวิธีการทำงานให้เหมาะสมกับพื้นที่

2. ดิวิชั่น 1 เป็นบริเวณที่สารไวไฟสามารถรั่วไหลออกมาได้ตลอดเวลา และเป็นระยะเวลายาวนาน

ดิวิชั่น 2 เป็นบริเวณที่สารไวไฟสามารถรั่วไหลออกมาได้ในช่วงเวลาสั้นๆ หรือเกิดการรั่วไหลเมื่อเกิดความผิดปกติในกระบวนการ

ผลิต หรือเกิดการรั่วไหลที่อุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต

#### กิจกรรม 11.3.3

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานและควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติก ประกอบด้วยอะไรบ้าง

#### แนวตอบกิจกรรม 11.3.3

ส่วนประกอบของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานและควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกมีดังต่อไปนี้

- เครื่องอัดลม - เครื่องระบายความร้อนของลมอัด

- เครื่องทำลมแห้ง - ชุดทำความสะอาด - ลินหรือวาล์วลดความดัน

- วาล์วควบคุม - ระบบหล่อลื่นในระบบนิวแมติก - กระบอกสูบ - วงจรไฟฟ้าควบคุม

#### กิจกรรม 11.4.1

จงอธิบายวงจรควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์แบบเปิดและแบบปิด

#### แนวตอบกิจกรรม 11.4.1

1. วงจรควบคุมแบบปิด (closed loop control) เป็นการควบคุมแบบปิด โดยนำเอาค่าของสถานะจาก final control element กลับเข้ามาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย (set point) เพื่อตรวจสอบว่ายังมีสถานะต่างจากค่าเป้าหมายหรือไม่ ที่ยังมีค่าผิดพลาด (error) ตัวควบคุม (controller) ก็จะสั่งการต่อไปจนกว่าจะได้ค่าผิดพลาดเป็นศูนย์นั่นเอง ตัวควบคุมก็จะหยุดหรือสั่งการให้ปิดวงจร (closed loop) ในบางครั้งก็เรียกว่า control loop คือ loop ที่เราสนใจเป็นพิเศษ หรือที่เราต้องการควบคุม

2. การควบคุมแบบเปิด (open loop control) เป็นการควบคุมแบบเปิด โดยไม่มีการนำเอาค่าของสถานะจาก final control element กลับเข้ามาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายเพื่อตรวจสอบว่ายังมีค่าผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ เช่น การเปิดประตูระบายน้ำ คือ เมื่อสั่งให้เปิดประตู มอเตอร์ก็จะทำงานจนกระทั่งเปิดจนสุด โดยไม่มีการตรวจสอบตำแหน่งของบานประตูว่าอยู่ตำแหน่งใด คือ ไม่มีอุปกรณ์ตรวจสอบ (sensor) ตรวจสอบการเคลื่อนที่ในตำแหน่งต่างๆ นั่นเอง การทำงานในลักษณะนี้ไม่นิยมใช้งานแบบอัตโนมัติและส่วนมากไม่ค่อยพบในระบบควบคุมในกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ

#### กิจกรรม 11.4.2 โครงสร้างของตัวเครื่องพีแอลซี ประกอบด้วยอะไรบ้าง

##### แนวตอบกิจกรรม 11.4.2

โครงสร้างของตัวเครื่องพีแอลซี ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก คือ

- หน่วยประมวลผลกลาง - หน่วยความจำ
- หน่วยรับสัญญาณอินพุต - หน่วยส่งสัญญาณเอาต์พุต
- หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า

#### กิจกรรม 11.4.3

1. จงอธิบายระบบโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (program configuration) ของระบบคิซีเอสมาพอสังเขป
2. คุณสมบัติที่สำคัญในการประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบคิซีเอสมีอะไรบ้าง

##### แนวตอบกิจกรรม 11.4.3

1. ระบบโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ (program configuration) ของระบบคิซีเอส ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

- 1) ระบบดำเนินการ (operating system configuration) เช่น การตั้งหรือกำหนดค่าแนวโน้ม (trend period) ค่าแสดงสถานะของกลุ่มตัวแปร (group display) หรือค่าแสดงสถานะโดยทั่วไปของระบบ (system overview) เป็นต้น
- 2) โปรแกรมควบคุมการทำงาน (control function configuration) เป็นค่าที่ผู้เขียน โปรแกรมตั้งค่าควบคุมไว้ให้ระบบควบคุมแบบคิซีเอสทำงานตามวัตถุประสงค์ หรือตามความน่าจะเป็นของการควบคุมระบบที่ต้องการ เช่น การตั้งค่าควบคุมที่ประกอบด้วย การตั้งค่าการควบคุมแบบแอนะล็อก (analog control) การตั้งค่าการควบคุมแบบดิจิทัล (digital control) และการตั้งค่าการควบคุมแบบค่าต่อเนื่อง (sequential control)

2. คุณสมบัติที่สำคัญในการประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบ คิซีเอส มีดังนี้

- 1) สามารถใช้เป็นหน้าจอเฝ้าระวังระบบการผลิต และปรับแต่งหรือควบคุมระบบการผลิตได้
- 2) สามารถพัฒนาระบบการควบคุมกระบวนการผลิต ได้ด้วยวิธีการ โปรแกรมสั่งการ หรือทำการปรับแต่งระบบควบคุมใหม่โดยการเขียนโปรแกรมข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นโดยอิสระ แล้วใส่ (upload) ขึ้นสู่ระบบคิซีเอส ทำให้ประหยัดเวลา และง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง
- 3) มีความสามารถในการตรวจสอบระบบตัวเอง (self diagnostic) ได้ว่าเกิดอาการล้มเหลว หรือมีปัญหาขัดข้องอะไรเกิดขึ้นบ้าง
- 4) สามารถแสดงให้เห็นระบบควบคุม ระบบการผลิตในด้านต่างๆ ทำให้เข้าใจได้ง่าย และรวดเร็วต่อการตัดสินใจ
- 5) มีระบบการเก็บรักษาฐานข้อมูลเก่าที่บันทึกไว้ ทำให้สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ ทำให้สามารถตรวจสอบความบกพร่องของระบบได้รวดเร็ว ง่าย และตรงวัตถุประสงค์
- 6) มีโครงสร้าง หรือโครงร่างที่แน่นอนเป็นระบบ สามารถแก้ไข หรือวิเคราะห์ปัญหาได้ โดยมีรูปแบบที่ชัดเจนในการวิเคราะห์

#### กิจกรรม 13.2.1

1. จงอธิบายความจำเป็นของการวางแผนและควบคุมการผลิต
2. การพยากรณ์เชิงคุณภาพและการพยากรณ์เชิงปริมาณอาศัยสิ่งใดในการพยากรณ์

### แนวตอบกิจกรรม 13.2.1

1. การวางแผนและควบคุมการผลิตมีความจำเป็นดังต่อไปนี้
  - 1) เพื่อให้การดำเนินงานของแต่ละหน่วยงานมีความต่อเนื่องและประสานงานกันได้อย่างดี
  - 2) เพื่อให้การผลิตได้ผลผลิตตรงตามต้องการ และ/หรือมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยยอมรับได้
  - 3) เพื่อเปลี่ยนค่าจากการพยากรณ์ยอดขายหรือไม่สั่งซื้อให้อยู่ในรูปของแผนงานผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ
  - 4) เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิต โดยพิจารณาจากการจัดตารางเวลาการผลิตของแต่ละกิจกรรมเพื่อให้แรงงานและเครื่องจักรใช้งานได้ประโยชน์สูงสุด การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน ลดการสูญเสียจากการดำเนินงาน
  - 5) เพื่อให้มีวัสดุ ชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ที่จำเป็นมีใช้ในเวลาที่ต้องการอย่างเพียงพอและเหมาะสม
  - 6) เพื่อลดเวลาของงานระหว่างการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด
  - 7) เพื่อลดความจำเป็นที่จะต้องติดตามงานและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าให้น้อยลง
  - 8) เพื่อให้ทราบข้อมูลสถานภาพการผลิตในแต่ละขั้นตอน สามารถนำมาใช้ในการวางแผนเปลี่ยนแปลงทรัพยากรที่ใช้ได้ทันทั่วทั้งกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
2. การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (qualitative forecasting) อาศัยความรู้สึก ประสบการณ์ที่ผ่านมาประกอบการตัดสินใจ การพยากรณ์เชิงปริมาณ (quantitative forecasting) อาศัยข้อมูลทางสถิติ การวิจัยตลาด

### กิจกรรม 13.2.2

1. การกำหนดระดับกำลังการผลิตมีอยู่กี่ระดับ อะไรบ้าง
2. จงให้ความหมายของคำว่า “การวางแผนการผลิตรวม”

### แนวตอบกิจกรรม 13.2.2

1. การกำหนดระดับกำลังการผลิตมีอยู่ 3 ระดับ คือ
  - 1) การกำหนดกำลังการผลิตในระดับอุปสงค์สูงสุด ให้มากพอที่จะรองรับอุปสงค์ในช่วงที่ขายดีที่สุด
  - 2) การกำหนดกำลังการผลิตในระดับอุปสงค์เฉลี่ย โดยการนำค่าพยากรณ์อุปสงค์ตลอดทั้งปีมาเฉลี่ยเป็นค่ากำลังการผลิต
  - 3) การกำหนดกำลังการผลิตในระดับอุปสงค์ต่ำสุด สำหรับอุตสาหกรรมที่มีทรัพยากรกำลังคน เครื่องจักร เงินทุนอันจำกัด สามารถรองรับอุปสงค์ในช่วงน้อยสุดได้
2. การวางแผนการผลิตรวม หมายถึง การวางแผนรวมกันทั้งระบบตั้งแต่จัดซื้อ กำลังการผลิต แรงงาน สินค้าคงคลัง และแผนอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องเกี่ยวพันกัน เพื่อให้การดำเนินงานมุ่งสู่เป้าหมายรวมที่ต้องการในภาคอุตสาหกรรมการผลิต อาจจะเรียกสั้นๆ ว่า แผนการผลิต (production plan)

### กิจกรรม 13.2.3

1. พัดุดคงคลัง (inventory) ประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับพัดุดคงคลังมีอะไรบ้าง

### แนวตอบกิจกรรม 13.2.3

1. พัดุดคงคลังประกอบด้วย
  - 1) วัตถุดิบ
  - 2) วัสดุในงานระหว่างทำ
  - 3) วัสดุซ่อมบำรุง
  - 4) สินค้าสำเร็จรูป
2. ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับพัดุดคงคลังมีดังนี้
  - 1) ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ
  - 2) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา
  - 3) ค่าใช้จ่ายเนื่องจากสินค้าขาดแคลน
  - 4) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรใหม่

### กิจกรรม 13.2.4 จงอธิบายเทคนิคการควบคุมการผลิตที่นิยมใช้

### แนวตอบกิจกรรม 13.2.4

เทคนิคที่ใช้จะแสดงความก้าวหน้าของงานแต่ละชนิดเทียบกับเวลาที่ใช้ทำสำหรับการควบคุมที่เป็นที่รู้จักและนิยมใช้กันคือ แผนภูมิแกนต์ (Gantt chart) และการจัดสมดุลสายการผลิต (line balancing)

1. การควบคุมด้วยแผนภูมิแกนต์ แบบของแผนภูมิแกนต์นิยมใช้แสดงความก้าวหน้าของงานและจัดลำดับงานที่ต้องทำตามขั้นตอนก่อนหลังลงในแผนภูมิ ซึ่งแนวตั้งแสดงถึงงานที่ต้องทำตามลำดับส่วนแนวนอนแสดงถึงเวลา นอกจากนี้แผนภูมิแกนต์ยังใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามความก้าวหน้าของแผนการที่วางไว้ได้อีกด้วย

2. การควบคุมโดยการจัดสมดุลสายการผลิต ลักษณะของงานสายผลิตบางชนิด จะสามารถมองเห็นได้ชัดว่ามีขั้นตอนการผลิตที่ต้องกระทำซ้ำๆ กัน และเหมือนกันเช่น ลักษณะของการประกอบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายๆ ชิ้น แต่ละชิ้นแยกกันไปตามแผนกต่างๆ ตามกรรมวิธีที่มีอยู่ และสุดท้ายก็จะนำมารวมกันที่สายงานประกอบเพื่อประกอบเป็นรูปผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ในการควบคุมและติดตามผลงานว่าในขณะที่งานต่างๆ ได้ดำเนินไปตามกำหนดการที่วางไว้ได้หรือไม่มีงานใดที่ล่าช้าต้องเร่งให้เร็วขึ้น วิธีที่มีประโยชน์สำหรับการตรวจสอบเพื่อควบคุมการผลิตในลักษณะนี้ก็คือ การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อให้สถานีงานที่งานเร็วหันมาช่วยสถานีที่ทำงานช้า โดยเป้าหมายอยู่ที่การประกอบไม่ใช่อยู่ที่ความเร็วของแต่ละชิ้นส่วน

กิจกรรม 13.3.1 จงอธิบายขั้นตอนของการศึกษาการทำงานมาพอสังเขป

แนวตอบกิจกรรม 13.3.1

ขั้นตอนของการศึกษาการทำงานดังกล่าว ประกอบด้วย การเลือกงานที่มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างเร่งด่วนก่อนเพื่อศึกษาวิธีการทำงานและวัดผลงาน แล้วทำการบันทึกงานหรือเก็บข้อมูลการทำงานในแต่ละขั้นตอนการทำงาน และเวลาที่ใช้ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์งานว่าอะไรที่จำเป็น และไม่จำเป็น เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโดยอาศัยเทคนิค ลด-ละ-รวบรวม ให้มีขั้นตอนการทำงานซับซ้อนน้อยลง สะดวกขึ้น เร็วขึ้น แล้วเก็บข้อมูลเปรียบเทียบประเมินผลกับสภาพก่อนทำการปรับปรุง เมื่อได้ผลการปรับปรุงที่ดีแล้วก็นำผลการปรับปรุงไปใช้ในการฝึกอบรม เพื่อเพิ่มผลผลิตการทำงานต่อไป

กิจกรรม 13.3.2

- ปัจจัยสำคัญในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญในการวิเคราะห์งาน ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- เทคนิคที่ใช้เพื่อความเข้าใจในงานแต่ละขั้นตอนคืออะไร

แนวตอบกิจกรรม 13.3.2

- ปัจจัยสำคัญในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญในการวิเคราะห์งาน คือ งานที่
  - มีความเร่งด่วน
  - มีต้นทุนการผลิตสูง
  - มีความต้องการความชำนาญสูง
  - มีความเสี่ยงสูง
- เทคนิคการตั้งคำถาม 5W + 1H คือ what why who where when how

กิจกรรม 13.3.3

จากแผนบันทึกการเคลื่อนที่ในการศึกษาการเคลื่อนไหว จงให้ความหมายของสัญลักษณ์ต่อไปนี้

○      ⇒      D      □      ▽

แนวตอบกิจกรรม 13.3.3

○	หมายถึง การทำงาน	□	หมายถึง การตรวจสอบ
⇒	หมายถึง การเคลื่อนที่	▽	หมายถึง การเก็บ
D	หมายถึง การหยุดพัก		

กิจกรรม 13.4.1 จงอธิบายหลักการบริหารคุณภาพของเดมมิ่ง

แนวตอบกิจกรรม 13.4.1

หลักการบริหารคุณภาพของเดมมิ่งมี 14 ข้อดังนี้

- มุ่งมั่นปรับปรุงคุณภาพสินค้าอย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายให้มีผลตอบแทนกลับคืนในระยะยาวสู่องค์กร
- นำปรัชญาใหม่ๆ ของการบริหารคุณภาพมาใช้เพื่อปฏิบัติงานที่ไม่ได้คุณภาพ
- คุณภาพจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบและลงมือผลิต มิใช่อาศัยการตรวจสอบสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วเท่านั้น
- การตัดสินใจซื้อสินค้าไม่ควรพิจารณาที่ราคาเพียงอย่างเดียว แต่ควรพิจารณาด้านคุณภาพด้วย

5. มุ่งเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วงจรเดมมิง (P-D-C-A)
6. ลงทุนฝึกอบรมพนักงานทุกคนเพื่อกระตุ้นให้มีการปรับปรุงคุณภาพและผลผลิต
7. สร้างภาวะผู้นำในการปรับปรุงคุณภาพให้เป็นพื้นฐานของการสร้างวัฒนธรรมองค์กร
8. สร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ขจัดความกลัวให้หมดไป กล้าพูด กล้าถาม กล้าแสดงออก เพื่อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น
9. ประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน เพื่อมุ่งเน้นคุณภาพสินค้าร่วมกัน
10. คุณภาพที่ดีต้องมาจากกระบวนการที่ดี มิใช่ค่าขวัญและเป้าหมายที่กำหนดไว้
11. ไม่ควรมุ่งเน้นตัวเลขปริมาณเป้าหมายการผลิตเพียงอย่างเดียว จะต้องคำนึงถึงคุณภาพด้วย
12. ให้รางวัล หรือคำชมเชยเมื่อพนักงานได้เสนอแนะข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพ
13. วางแผนการพัฒนาบุคลากรเพื่อประโยชน์ในระยะยาว
14. ลงมือปฏิบัติเพื่อบรรลุความสำเร็จของการเปลี่ยนแปลงเพื่อการปรับปรุงคุณภาพ

**กิจกรรม 13.4.2** 1. เทคนิคการควบคุมคุณภาพการผลิตที่สำคัญมีอะไรบ้าง

2. จงอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

**แนวตอบกิจกรรม 13.4.2** 1. เทคนิคการควบคุมคุณภาพการผลิตที่สำคัญคือ

- แผนภูมิควบคุมคุณภาพการผลิต
- การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

2. แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

1) วัตถุประสงค์ของการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับคือ เพื่อทำการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธล็อต มิใช่เพื่อการประมาณระดับคุณภาพของล็อตนั้นๆ

2) ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ทุกๆ ล็อตจะมีระดับคุณภาพเหมือนกัน แต่ผลจากการสุ่มตัวอย่างจะทำให้ยอมรับบางล็อตในขณะที่บางล็อตถูกปฏิเสธ ซึ่งมีได้หมายความว่าล็อตที่ยอมรับจะมีคุณภาพดีกว่าล็อตที่ถูกปฏิเสธเสมอไป

3) การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นเครื่องมือตรวจสอบเพื่อเป็นหลักประกันว่าผลจากกระบวนการเป็นไปตามข้อกำหนด แต่ มิใช่เป็นการสร้างคุณภาพเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์

**กิจกรรม 14.1.1** ในระบบการผลิตนั้นประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง

**แนวตอบกิจกรรม 14.1.1** ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. วัตถุดิบนำเข้า 2. กระบวนการ 3. ผลผลิต/ผลิตภัณฑ์ 4. ข้อมูลป้อนกลับ

**กิจกรรม 14.1.2** ประเภทของกระบวนการผลิตจำแนกตามลักษณะของการไหลของงานแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

**แนวตอบกิจกรรม 14.1.2** แบ่งประเภทการผลิตฯ ได้ 4 ประเภท คือ

1. กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง 2. กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง
3. กระบวนการผลิตแบบผลิตซ้ำ 4. กระบวนการผลิตแบบงานโครงการ

**กิจกรรม 14.1.3** ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบกระบวนการผลิตมีอะไรบ้าง จงบอกมาสัก 5 ปัจจัย

**แนวตอบกิจกรรม 14.1.3**

ปัจจัยสำคัญๆ เหล่านี้ได้แก่ 1. ปัจจัยผลิตภัณฑ์ 2. ปัจจัยทางวัสดุ 3. ปัจจัยเครื่องจักร 4. ปัจจัยการผลิต 5. ปัจจัยต้นทุน

**กิจกรรม 14.2.1** สิ่งแวดล้อมในการทำงานที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแบ่งออกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

**แนวตอบกิจกรรม 14.2.1** แบ่งออกได้ 5 ประเภทคือ 1. สิ่งแวดล้อมทางด้านกายภาพ 2. สิ่งแวดล้อมทางด้านเคมี

3. สิ่งแวดล้อมทางด้านชีวภาพ 4. สิ่งแวดล้อมทางด้านเออร์โกโนมิกส์ 5. สิ่งแวดล้อมทางด้านจิตสังคม

**กิจกรรม 14.2.2** สิ่งที่เกิดอันตรายต่อสุขภาพจากอุตสาหกรรมหลอมเหล็กที่สำคัญ มีอะไรบ้าง

**แนวตอบกิจกรรม 14.2.2** อันตรายจากอุตสาหกรรมหลอมเหล็กเกิดจาก ฝุ่น ความร้อน ก๊าซ CO โลหะหนักหลายชนิด

**กิจกรรม 14.2.** การเตรียมเยื่อกระดาษมีกี่วิธีการอะไรบ้าง

แนวตอบกิจกรรม 14.2.3 มี 2 วิธีการคือ การเตรียมเชื้อกระดาษโดยกระบวนการทางเคมีและการเตรียมเชื้อกระดาษ โดยใช้เครื่องจักร

กิจกรรม 14.2.4 จงบอกอันตรายจากกระบวนการผลิต เซมิคอนดักเตอร์มาสัก 3 กระบวนการ

แนวตอบกิจกรรม 14.2.4 อันตรายจากกระบวนการผลิตเซมิคอนดักเตอร์

1. กระบวนการตัดเวเฟอร์ ได้แก่ ฝุ่นที่อยู่ในรูปของตะกอนเปียกของสารหนู (arsenic)
2. กระบวนการเชื่อมชิพลงบนแผ่นเฟรม ได้แก่ ไอระเหยของอะซิโตน
3. กระบวนการหุ้มชิพและเส้นลวดด้วยเรซิน ได้แก่ สารพลวงและสารประกอบโบรมีน

กิจกรรม 14.3.1 จงระบุวิธีการจัดทำแผนภาพการไหลของกระบวนการ

แนวตอบกิจกรรม 14.3.1 วิธีการจัดทำหรือพัฒนาแผนภาพการไหลของกระบวนการมีขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนภาพการไหลทางวิศวกรรม 2. เส้นทางการไหล
3. การแสดงว่าลึบบนแผนภาพการไหล 4. อุปกรณ์เครื่องมือวัด
5. ข้อมูลอุปกรณ์การผลิต 6. ข้อมูลกระบวนการสำหรับอุปกรณ์การผลิต
7. การระบุอุปกรณ์ 8. การระบุลักษณะการใช้งานของไหลบนแผนภาพการไหล
9. การแสดงการจัดการของ 10. การสมดุลวัสดุ

กิจกรรม 14.3.2 จงระบุหลักการจัดทำแผนภาพระบบท่อและอุปกรณ์เครื่องมือวัดมา 5 ข้อ พร้อมทั้งอธิบายมาพอสังเขป

แนวตอบกิจกรรม 14.3.2 โดยทั่วไปหลักในการจัดทำ P&ID มีข้อควรพิจารณาใหญ่ดังนี้

1. การเชื่อมต่อแผนภาพระบบท่อและอุปกรณ์เครื่องมือวัด เป็นการเขียนแบบลงบนแปลนหลายๆ แผ่นให้แสดงเส้นทางของกระบวนการและการใช้งานระหว่างอาคารและอุปกรณ์ไว้ด้วย
  2. การวางแผนภาพระบบท่อและอุปกรณ์เครื่องมือวัด ควรมีลักษณะไปในทางเดียวกันกับแผนภาพการไหลของกระบวนการ และใส่ข้อมูลเท่าที่จำเป็นไม่มากเกินไป และควรมีพื้นที่เหลือเพื่อการปรับปรุงและเพิ่มเติม
  3. แนวทางการเขียนแบบแผนภาพระบบท่อและอุปกรณ์เครื่องมือวัด มีหลายแนวทาง เช่น ความหนาของเส้นให้เหมาะสมตามหลักการเขียนแบบทั่วไป เส้นที่ตัดกันต้องไม่ตะกั้น ให้เว้นช่องไว้ เป็นต้น
  4. เส้นทางการไหลบนแผนภาพระบบท่อและอุปกรณ์เครื่องมือวัด เส้นการไหลและการต่อเชื่อมระหว่างกันทุกเส้นควรมีการแสดงไว้บนแผนภาพการไหลทางวิศวกรรม โดยทุกๆ เส้นควรมีการแสดงทิศทางการไหลพร้อมตัวอักษรแสดงพื้นที่ของโครงการ เป็นต้น
- 2.5 หมายเหตุกำกับเส้นทาง จุดที่พิเศษสำหรับขั้นตอนการออกแบบและใช้งานต้องมีหมายเหตุกำกับ เช่น เส้นท่อที่จำเป็นต้องวางให้เอียงสำหรับการไหลตามแรงโน้มถ่วง หรือเส้นท่อที่จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดอย่างระมัดระวังก่อนการเริ่มใช้งาน เป็นต้น

กิจกรรม 15.1.1 อธิบายความหมายของเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในทางวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยวัดจากคุณค่าของผลงานด้านวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย

- ประสิทธิภาพเชิงกายภาพ - ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐศาสตร์

กิจกรรม 15.1.2 1.อธิบายบทบาทของส่วนครัวเรือนและส่วนธุรกิจในระบบเศรษฐกิจแบบเปิด

2. การคำนวณรายได้ประชาชาติมีกี่วิธี อะไรบ้าง

แนวตอบกิจกรรม 15.1.2

1. ในระบบเศรษฐกิจแบบเปิด ส่วนครัวเรือนและส่วนธุรกิจทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย ดังแสดงในแผนภาพ



จากแผนภาพสามารถสรุปบทบาทหน้าที่ของส่วนครัวเรือนและส่วนธุรกิจได้ดังนี้ คือ ส่วนครัวเรือนเป็นผู้ซื้อและส่วนธุรกิจเป็นผู้ขาย กรณีนี้ส่วนครัวเรือนทำหน้าที่เป็นผู้ซื้อสินค้าและบริการเพื่อการบริโภคจากส่วนธุรกิจซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ขาย

ส่วนครัวเรือนเป็นผู้ขายและส่วนธุรกิจเป็นผู้ซื้อ กรณีนี้ส่วนธุรกิจจะเป็นผู้ซื้อปัจจัยการผลิตจากส่วนครัวเรือนเพื่อนำมาทำการผลิตสินค้าและบริการ

เมื่อส่วนครัวเรือนมีรายได้จากการขายปัจจัยการผลิต ก็จะนำไปซื้อสินค้าและบริการที่ส่วนธุรกิจผลิตขึ้นมา ทำให้เกิดการหมุนเวียนการซื้อขายของส่วนครัวเรือนและส่วนธุรกิจในระบบเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง

## 2. การคำนวณรายได้ประชาชาติ มี 3 วิธี คือ

- การคำนวณรายได้ประชาชาติด้านผลิตภัณฑ์
- การคำนวณรายได้ประชาชาติด้านรายได้
- การคำนวณรายได้ประชาชาติด้านรายจ่าย

---

### กิจกรรม 15.1.3 อธิบายความหมายของอุปสงค์ อุปทาน และจุดดุลยภาพ

---

อุปสงค์ หมายถึง ปริมาณความต้องการสินค้าหรือบริการที่ผู้บริโภคมีความสามารถที่จะซื้อได้และมีความเต็มใจที่จะซื้อ  
อุปทาน หมายถึง ปริมาณการเสนอขายสินค้าหรือบริการที่ผู้เสนอขายยินดีขายสินค้าหรือบริการนั้น ๆ ด้วยความเต็มใจ  
จุดดุลยภาพ หมายถึง จุดที่เส้นอุปสงค์และเส้นอุปทานตัดกัน ซึ่งมีปริมาณอุปสงค์เท่ากับปริมาณอุปทาน

---

### กิจกรรม 15.2.1

ในการศึกษาหลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (2 ปีต่อเนื่อง) นักศึกษาใช้เวลาศึกษาจบหลักสูตรในเวลา 3 ปี ต้นทุนในการศึกษาในช่วงปีที่ 3 จะประกอบด้วยต้นทุนอะไรบ้าง

---

แนวตอบกิจกรรม 15.2.1 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาในช่วงปีที่ 3 ประกอบด้วย

- ต้นทุนทางตรง ได้แก่ ค่าลงทะเบียน ค่าวัสดุการศึกษา ค่าเดินทางไปสนามสอบ
- ต้นทุนทางอ้อม ได้แก่ ค่าอุปกรณ์เครื่องเขียน ค่าไฟฟ้า ค่าอาหารและอื่น ๆ ในการอ่านหนังสือและเตรียมตัวสอบ
- ต้นทุนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าเสียโอกาสเป็นจำนวนอย่างน้อยเท่ากับรายได้ที่คาดว่าจะได้รับในปีนั้น ถ้าได้สำเร็จการศึกษาเมื่อครบ 2 ปี

กิจกรรม 15.3.4 โครงการสาธารณะของรัฐมีความแตกต่างจากโครงการภาคเอกชนอย่างไร

แนวตอบกิจกรรม 15.3.4 โครงการสาธารณะของรัฐมีความแตกต่างจากโครงการภาคเอกชน ดังนี้

1. โครงการสาธารณะส่วนใหญ่จะไม่หวังด้านผลกำไร
  2. ผลประโยชน์ของโครงการสาธารณะบางครั้งไม่สามารถตีค่าเป็นตัวเงินได้ หรือตีค่าได้ยาก
  3. การดำเนินโครงการสาธารณะบางครั้งจะมีผลกระทบเชิงลบด้วย
  4. ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการสาธารณะมีหลายด้าน มีผู้ได้รับผลกระทบหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก
- 

### กิจกรรม 15.3.5 อธิบายหลักการคำนวณระยะเวลาคืนทุน

---

แนวตอบกิจกรรม 15.3.5 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน เป็นการเปรียบเทียบกระแสเงินที่ไหลเข้ากับเงินที่ได้ลงทุนไป เพื่อให้ทราบว่าต้องใช้ระยะเวลาเท่าใดจึงจะได้ทุนคืน

---

### กิจกรรม 15.4.2 ค่าเสื่อมราคา หมายถึงอะไร มีกี่ประเภท

---

แนวตอบกิจกรรม 15.4.2

ค่าเสื่อมราคา หมายถึง การลดคุณค่าของทรัพย์สินตามกาลเวลา หรือตามปริมาณการผลิต แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. การเสื่อมราคาทางกายภาพ
2. การเสื่อมราคาทางการใช้งาน
3. การเสื่อมราคาจากอุบัติเหตุ

