



แผนการสอน/แผนจัดการเรียนรู้
รหัสวิชา ๒๐๑๑๑-๒๐๑๑ ชื่อวิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม
Industrial Piping System Work
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗
ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๘

จัดทำโดย

นายคณิตศักดิ์ มอญเกิดแก้ว

ตำแหน่ง พนักงานราชการ

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๘
แผนกวิชา เครื่องมือกลและซ่อมบำรุง วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ผู้จัดทำได้ตระหนักถึงภารกิจ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา
แห่งชาติ ด้วยการบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในรายวิชา และใน
การคิดกิจกรรมที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติให้เป็นรูปธรรม จึง
ได้จัดทำแผนการสอนรายวิชางานระบบท่อในงานอุตสาหกรรมรหัสวิชา ๒๐๑๑๑-๒๐๑๑ Industrial Piping
System Work เพื่อประกอบการเรียนการสอน ต่อไป

(.....)

นายคณิตศักดิ์ มอญเกิดแก้ว

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
สารบัญ	
หลักสูตรรายวิชา	ก
มาตรฐานอาชีพ	
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	ข
หน่วยการเรียนรู้	จ
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	ง
หน่วยที่ 1 งานความรู้พื้นฐานงานท่อ/ ปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	
แผนการสอน	1
ใบความรู้	5
ใบกิจกรรม	20
ใบงาน	18
ใบมอบหมายงาน	22
แบบประเมินความสามารถ	23
หน่วยที่ 2 งานความรู้พื้นฐานงานท่อ/ หน่วยวัดมาตรฐานสากล	
แผนการสอน	24
ใบความรู้	28
ใบกิจกรรม	41
ใบงาน	39
ใบมอบหมายงาน	43
แบบประเมินความสามารถ	44
หน่วยที่ 3 งานความรู้พื้นฐานงานท่อ/ มาตรฐานงานระบบท่อ	
แผนการสอน	48
ใบความรู้	50
ใบกิจกรรม	64
ใบงาน	62
ใบมอบหมายงาน	66
แบบประเมินความสามารถ	67

หน่วยที่ 4 งานอ่านแบบและออกแบบระบบท่อ/งานเขียนแบบระบบงานท่อ

แผนการสอน	69
ใบความรู้	73
ใบกิจกรรม	85
ใบงาน	83
ใบมอบหมายงาน	87
แบบประเมินความสามารถ	89

หน่วยที่ 5 งานอุปกรณ์ ในระบบท่อ/เครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว

แผนการสอน	90
ใบความรู้	94
ใบกิจกรรม	117
ใบงาน	119
ใบมอบหมายงาน	122
แบบประเมินความสามารถ	124

หน่วยที่ 6 งานอุปกรณ์ ในระบบท่อ/ทฤษฎีของการไหลในท่อ

แผนการสอน	125
ใบความรู้	129
ใบกิจกรรม	146
ใบงาน	142
ใบมอบหมายงาน	144
แบบประเมินความสามารถ	147

หน่วยที่ 7 งานบำรุงรักษาระบบท่อ/การตรวจสอบ

แผนการสอน	149
ใบความรู้	153
ใบกิจกรรม	163
ใบงาน	161
ใบมอบหมายงาน	165
แบบประเมินความสามารถ	166

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่...1
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 1-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ผู้เรียนต้องคำนึงถึงเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานออกอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลตามกฎหมายการปฏิบัติงาน
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงความปลอดภัยในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่โดยใช้ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 4.2 ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัย
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

- 5.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานและความปลอดภัย
- 5.2 ความหมายของงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย
- 5.3 ความสำคัญของงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย
- 5.4 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย
- 5.5 ประโยชน์ของงานอาชีพศึกษานามัยและความปลอดภัย
- 5.6 อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล
- 5.7 อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลแบ่งออกตามลักษณะของการป้องกัน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็นรายบุคคล

6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของหน่วยเรียนในท้ายชั่วโมง

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น

7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

7.3 ใบความรู้

7.4 แบบฝึกหัด

7.5 แบบทดสอบ

7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน

8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ
- ใบงาน

9.2.2. สาคิตการปฏิบัติงาน

- แบบฟอร์มประเมินผลการสาคิตการปฏิบัติงาน

9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. ทดสอบ

9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

1) ผลการแก้ไขปัญหาคาส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาคาครั้งต่อไป

.....

.....

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ใน การปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มี สมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งใน บางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบ ประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกใน ขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่าง ชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงาน หรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และ การปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่..1
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่.1-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : .งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ผู้เรียนต้องคำนึงถึงเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลตามกฎหมายการปฏิบัติงาน
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงความปลอดภัยในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่โดยใช้ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 4.2. ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัย
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานและความปลอดภัย

บริการอาชีวอนามัย (Occupational Health Service) เป็นการจัดการบริการเพื่อคุ้มครองผู้ประกอบการอาชีพหรือคนงานให้รอดพ้นจากอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำงานหรือจากการทำงาน รวมทั้งการจัดให้คนงานได้ทำงานอย่างเหมาะสมกับสภาพร่างกายและจิตใจ ตลอดจนการส่งเสริมสุขภาพให้สมบูรณ์อยู่เสมอ

งานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นงานให้บริการที่มีจุดมุ่งหมายในการส่งเสริมสุขภาพอนามัย ป้องกันโรคอันเนื่องมาจากการประกอบอาชีพ โรคติดต่อ และการป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ ให้แก่ผู้ประกอบการอาชีพทุกประเภท เพื่อให้มีสุขภาพอนามัยที่ดี ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) และองค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labor Organization) ให้ไว้ว่า งานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยประกอบด้วยงานหลัก 5 ประการ คือ

การส่งเสริม (Promotion) และธำรงรักษาไว้ (Maintenance) ซึ่งสุขภาพร่างกาย (Physical) และจิตใจ (Mental) ที่สมบูรณ์ ตลอดจนความเป็นอยู่ที่ดีและผู้ประกอบการอาชีพทุกอาชีพ

การป้องกัน (Prevention) ไม่ให้ผู้ประกอบอาชีพทุกคนมีสุขภาพอนามัยที่เสื่อมโทรม หรือผิดปกติจากสาเหตุอันเนื่องมาจากสภาพการทำงาน (Working Condition)

การปกป้องคุ้มครอง (Protection) ไม่ให้ผู้ประกอบอาชีพต้องทำงานที่เสี่ยงต่ออันตราย

การจัดหรือปรับสภาพ (Placing) จัดให้ผู้ประกอบอาชีพทำงานในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับความสามารถของร่างกายและจิตใจ

การปรับงานให้เข้ากับคน (Adaptation) ปรับงานให้เหมาะกับคน และปรับคนให้เหมาะสมกับงาน

1.2 ความหมายของงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

อาชีวอนามัย (Occupational Health) หมายถึง สุขภาพอนามัยที่สุขสมบูรณ์ของผู้ประกอบอาชีพ ความปลอดภัย (Safety) สภาวะที่ปราศจากอันตราย การบาดเจ็บ และความสูญเสีย

งานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย หมายถึง การดูแลสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของผู้ประกอบอาชีพ รวมทั้งการทํานุบำรุงและรักษาสุขภาพด้านร่างกายและจิตใจให้สมบูรณ์อยู่เสมอ ดังนั้นงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจึงเป็นบริการทางด้านสาธารณสุขที่ดำเนินงานเพื่อดูสุขภาพอนามัยของผู้ประกอบอาชีพโดยตรง

1.3 ความสำคัญของงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

งานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เริ่มจัดให้มีขึ้นในช่วงที่ประเทศไทยกำลังมีการเร่งพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ และวัตถุดิบต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งหลายชนิดเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ประกอบกับผู้ใช้แรงงานส่วนใหญ่มีการศึกษาน้อย ขาดทักษะในงานที่ทำ และขาดความตระหนักในเรื่องความปลอดภัย ขณะเดียวกันผู้ประกอบการหลายแห่ง

ยังขาดการเอาใจใส่ต่อสวัสดิภาพ และอนามัยของผู้ใช้แรงงาน จึงก่อให้เกิดการเจ็บป่วย พิกการ เสียชีวิต และทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ซึ่งในปีหนึ่ง ๆ มีผู้ได้รับอันตรายจากการประกอบอาชีพเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดความสูญเสียโดยรวม คิดเป็นมูลค่ามหาศาล สำหรับในปัจจุบันงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย

ได้ขยายวงกว้างออกไปโดยให้บริการครอบคลุมทั้งงานด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เหมืองแร่ ป่าไม้ ก่อสร้าง และพาณิชย์ เป็นต้น

จึงกล่าวได้ว่า งานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย เป็นการให้บริการด้านสาธารณสุขที่มุ่งให้เกิด ความเป็นธรรมแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพทุกฝ่าย ทุกสาขาอาชีพ ทั้งฝ่ายผู้ประกอบการ และฝ่าย คนงาน ซึ่งสุดท้ายแล้วย่อมเกิดผลประโยชน์โดยรวมกับประเทศชาตินั่นเอง

1.4 บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย

งานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย เป็นงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการส่งเสริมสุขภาพอนามัยการ ควบคุมป้องกันโรค และอันตรายต่าง ๆ ให้แก่ผู้ประกอบการอาชีพทั้งหมด ดังนั้น การให้บริการอาชีพอนามัย จึง ต้องอาศัยบุคลากรหลาย ๆ ฝ่ายที่มีความรู้และประสบการณ์มาปฏิบัติงานร่วมกัน จึงจะสำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดีและมีประสิทธิภาพ บุคลากรสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย คือ

1. นักอาชีวสุขศาสตร์
2. นักอาชีวสุขศึกษา
3. วิศวกรอาชีพอนามัย
4. นักพิษวิทยาอาชีพอนามัย
5. แพทย์อาชีพอนามัย
6. พยาบาลอาชีพอนามัย
7. เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน

1.5 ประโยชน์ของงานอาชีวศึกษาอนามัยและความปลอดภัย

1. ต่อบุคคลงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย เป็นบริการที่มุ่งส่งเสริมให้เกิดสภาวะที่ปลอดภัยใน การทำงานให้เกิดแก่ผู้ประกอบการอาชีพโดยตรง และเมื่อผู้ประกอบการอาชีพมีสุขภาพอนามัยที่ดีปราศจากโรคภัยไข้ เจ็บ และปลอดภัยจากอุบัติเหตุจากการทำงาน ย่อมเกิดความพึงพอใจในการทำงาน ส่งผลถึงประสิทธิภาพ ของงาน และนำไปสู่การเพิ่มพูนรายได้ของผู้ประกอบการอาชีพ ตลอดจนคุณภาพชีวิตที่ดีของตนเองและ ครอบครัว

2. ต่อสถานประกอบการสถานประกอบการที่เชื่อว่าปริมาณและคุณภาพของผลผลิตขององค์กร ขึ้นอยู่กับคุณภาพชีวิตที่ดีของพนักงาน ย่อมให้ความสำคัญกับการให้บริการด้านอาชีพอนามัยและความ ปลอดภัยให้แก่พนักงานอย่างเพียงพอและเหมาะสม ทั้งการให้บริการภายในองค์กร และการประสานงานกับ องค์กรภายนอกเพื่อประโยชน์สูงสุดแก่พนักงาน ซึ่งผลจากการศึกษาการดำเนินงานขององค์กรที่ตระหนักถึง ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยของพนักงาน พบว่า

- ช่วยลดอัตราการเปลี่ยนงาน หรือย้ายที่ทำงานของพนักงาน
- ลดปัญหาเรื่องการหยุดชะงักของงาน เนื่องจากต้องฝึกฝนพนักงานใหม่ ซึ่งทำให้เสียเวลาในการเพิ่มผลผลิตขององค์กร
- ลดต้นทุนในเรื่องการจ่ายค่าชดเชย ค่ารักษาพยาบาลให้แก่ลูกจ้างที่ประสบอุบัติเหตุ เป็นต้น
- ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของการซ่อมแซม หรือซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเครื่องจักรใหม่มาทดแทนของเก่าที่เสียหายไปเนื่องจากอุบัติเหตุ

3.ต่อภาวะสังคมและเศรษฐกิจของประเทศเมื่อผู้ประกอบการอาชีพส่วนใหญ่มีรายได้เพียงพอสำหรับตนเองและครอบครัว มีคุณภาพชีวิตที่ดี ครอบครัวมั่นคง อบอุ่น ย่อมส่งผลถึงสังคมโดยรวม ทำให้สังคมสงบ น่ายุ่ ไม่เบียดเบียนกัน ภาวะเศรษฐกิจก็จะดีไปด้วย เพราะผู้คนทั่วไปมีเงินที่จะใช้จ่ายใช้สอยเพื่อการดำรงชีวิตตามปกติวิสัย ซึ่งอาจกล่าวเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

-ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องจะมีสุขภาพจิตดี และเป็นการสงวนทรัพยากรมนุษย์ อันเป็นทรัพยากรที่ประเมินค่ามิได้

-ช่วยเพิ่มผลผลิต เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการซ่อมแซมเครื่องมือ เครื่องจักรกล หรือการจัดซื้อमतแทนใหม่ สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องหยุดชะงัก

-ผู้ประกอบการมีผลกำไรเพิ่มขึ้น สามารถขยายงาน และจัดสวัสดิการให้แก่ผู้ปฏิบัติงานได้ ทำให้เศรษฐกิจส่วนรวมของประเทศชาติ มีความเจริญก้าวหน้า

1.6 อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment)

ในการควบคุมความปลอดภัยนั้น มีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธีที่จะป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดกับผู้ปฏิบัติงาน แต่ในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมหรือป้องกันที่แหล่งอันตรายหรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตรายได้ควรพิจารณาการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

1.6.1 ความหมายของอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่สวมใส่ลงบนอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายหรือหลาย ๆ ส่วนรวมกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอันตรายให้แก่อวัยวะส่วนนั้น ๆ ไม่ให้ต้องประสบอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน

อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่สวมใส่ลงบนอวัยวะส่วนใด ส่วนหนึ่งของร่างกายหรือหลาย ๆ ส่วนรวมกัน เช่น แว่นตานิรภัย เข็มขัดนิรภัย รองเท้านิรภัย เครื่องป้องกันใบหน้า เครื่องป้องกันศีรษะ เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอันตรายหรือลดความรุนแรงจากอภิบาย ได้แก่ อวัยวะหนึ่ง

1.7 อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลแบ่งออกตามลักษณะของการป้องกันได้หลายชนิด ดังนี้

1.7.1 อุปกรณ์ป้องกันศีรษะ (Head Protection)

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยฯ ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันศีรษะได้แก่ หมวกนิรภัย (Safety Helmet) ซึ่งหมวกนิรภัยนี้สามารถป้องกันการกระแทก การเจาะทะลุจากวัสดุที่จะตกลงมากระทบกับ ศีรษะได้ และ

นอกจากนี้ยังสามารถต้านทานต่อกระแสไฟฟ้า ทนการไหม้ไฟ ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับชั้นคุณภาพ (Class) ของหมวกนิรภัย

1.7.1.1 หมวกนิรภัย (Safety Helmet)

รูปทรงของหมวกนิรภัยแบ่งตามรูปทรงได้ 2 ลักษณะ คือ

1. หมวกนิรภัยที่มีขอบหมวกโดยรอบ (Safety Hat หรือ Full Brim Hat)
2. หมวกนิรภัยที่มีเฉพาะกระบังหมวก (Safety Cap หรือ Brimless with Peak)

1.7.1.2 ส่วนประกอบของหมวกนิรภัย

ตัวหมวก (Head Shell) การออกแบบเป็นรูปวงกลมมีกลีบตลอดแนวกลางหมวกจากด้านหน้าถึงด้านหลังเพื่อช่วยให้วัตถุที่ตกกระทบแล่นให้พ้นจากตัวผู้สวมใส่และลดการรับแรงกระแทกโดยตรงด้วย วัสดุที่นำมาใช้ทำตัวหมวกตามมาตรฐานของอเมริกา (ANSI Z 89.1) ขึ้นอยู่ตามประเภทของหมวกวัสดุที่ใช้ทำหมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ A B ต้องกันน้ำได้และไหม้ไฟช้า ชั้นคุณภาพ C ต้องทำจากวัสดุพวกโลหะที่มีความแข็งแรงสูง น้ำหนักเบา ชั้นคุณภาพ D จะต้องใช้วัสดุที่ไม่ไหม้ไฟและไม่เป็นสื่อตัวนำ

รองในหมวก (Suspensions) ส่วนที่จะทำให้หมวกกระจายแรงไปได้ สายกระจายแรงต้องปรับให้พอดีกับผู้ใส่และให้หมวกอยู่เหนือศีรษะผู้ใส่เป็นระยะอย่างน้อย 3 เซนติเมตร สายกระจายแรงไม่ควรจะทำให้เกิดความรำคาญกับผู้ใส่นอกจากนี้ยังมีส่วนของแถบซับเหงื่อเพื่อใช้ซับเหงื่อ

สายรัดคาง (Chin Straps) มักจะทำจากหนัง ผ้า หรือผ้าที่ยืดหยุ่นได้ ปลดปล่อยที่หมวกถูกกระแทกหลุดออกหรือหล่นออกมาในขณะที่ตกจากที่สูง สายรัดคางจะช่วยได้อย่างดีไม่ให้หมวกหลุดในขณะใช้งาน

ชั้นคุณภาพ (Class) ของหมวกนิรภัยหมวกนิรภัยสามารถแบ่งตามชั้นคุณภาพหรือตามลักษณะของการใช้งานได้เป็น 4 ชั้นคุณภาพ คือ

- 1.ชั้นคุณภาพ A คือ หมวกนิรภัยที่ป้องกันแรงดันไฟฟ้าจำกัดจึงเป็นหมวกนิรภัยซึ่งเหมาะที่จะใช้กับงานทั่วไป เช่น งานก่อสร้างโยธา งานเครื่องกล งานเหมือง หรืองานที่ไม่เสี่ยงต่ออันตรายไฟฟ้าแรงดันสูง
2. ชั้นคุณภาพ B หมวกนิรภัยที่ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูง จึงเหมาะที่จะใช้กับงานสายส่ง ช่างไฟฟ้า สถานีไฟฟ้าย่อยหรืองานอื่น ๆ ซึ่งต้องเสี่ยงกับกระแสไฟฟ้าแรงดันสูง
- 3.ชั้นคุณภาพ C หมวกนิรภัยที่ไม่สามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้าได้ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเป็นโลหะ หมวกนิรภัยประเภทนี้จะทนแรงเจาะได้ดี นั้นจึงเหมาะที่จะใช้กับงานที่ต้องเสี่ยงกับแรงเจาะแต่ไม่ต้องเสี่ยงกับกระแสไฟฟ้า
- 4.ชั้นคุณภาพ D คือ หมวกนิรภัยที่ป้องกันอัคคีภัยและแรงดันไฟฟ้าจำกัด ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้กับงานดับเพลิงหรือผจญเพลิงเท่านั้น อนึ่งหมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ D นี้ ต้องเป็นหมวกที่มีขอบหมวกโดยรอบเท่านั้น

นอกจากนี้แล้วหมวกนิรภัยยังสามารถใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ชนิดอื่น ๆ ประกอบเข้ากับตัวหมวกตามความจำเป็นของงานอีกด้วย เช่น ครอบหูป้องกันเสียง หน้ากากเชื่อม และ ครอบป้องกันใบหน้า เป็นต้น

คุณลักษณะของหมวกนิรภัย หมวกนิรภัยจำเป็นจะต้องได้รับการทดสอบ หรือการรับรองมาตรฐานที่เชื่อถือได้เพื่อให้สามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานได้อย่างแท้จริง

1. ระยะห่างระหว่างยอดหมวกด้านในกับรองในหมวก (Crown Clearance) ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างยอดหมวกด้านในกับรองในหมวกไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

2. ความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)

- หมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ A และ D ต้องสามารถต้านแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ 2,200 โวลต์ (รูทมินสแควร์) ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ เป็นเวลา 1 นาที โดยมีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลผ่านหมวกไม่เกิน 3 มิลลิแอมแปร์

- หมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ B ต้องสามารถต้านแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ 20,000 โวลต์ (รูทมินสแควร์) ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ เป็นเวลา 3 นาที กระแสไฟฟ้ารั่วไหลผ่านหมวกไม่เกิน 9 มิลลิแอมแปร์ และจุดวิบัติทางไฟฟ้า (Breakdown Voltage) ต้องไม่ต่ำกว่า 30,000 โวลต์

- ความต้านทานต่อแรงกระแทก (Impact Resistance) ค่าแรงกระแทกสูงสุดที่ส่งผ่านหมวกแต่ละใบไม่เกิน 4,448 นิวตัน และค่าเฉลี่ยแรงกระแทกที่ส่งผ่านหมวกไม่เกิน 3,780 นิวตัน

3. ความต้านทานต่อแรงเจาะ (Penetration Resistance) รอยเจาะที่เกิดขึ้นบนหมวกชั้นคุณภาพ A, B และ D ต้องลึกไม่เกิน 10 มิลลิเมตร และชั้นคุณภาพ C ไม่เกิน 12 มิลลิเมตร โดยคิดรวมความหนาของหมวกด้วย

4. น้ำหนักเปลือกหมวกรวมทั้งรองในหมวก

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. หมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ A และ C | น้ำหนักไม่เกิน 420 กรัม |
| 2. หมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ B | น้ำหนักไม่เกิน 435 กรัม |
| 3. หมวกนิรภัยชั้นคุณภาพ D | น้ำหนักไม่เกิน 840 กรัม |

5. การติดไฟ (Flammability) ส่วนบางที่สุดของหมวกชั้นคุณภาพ A และ B ต้องติดไฟด้วยอัตราความเร็วไม่เกิน 75 มิลลิเมตร / นาที และชั้นคุณภาพ D ต้องดับได้เอง

6. การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

- การดูดซึมน้ำของหมวกชั้นคุณภาพ A และ D ไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
- การดูดซึมน้ำของหมวกชั้นคุณภาพ B ไม่เกินร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

7. มาตรฐานของหมวกนิรภัย

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือ มอก. 368/2524
- มาตรฐาน ANSI Z 89.3-1983
- มาตรฐาน IS 2925-1964
- มาตรฐาน BS 5240: 1975
- มาตรฐานอื่น ๆ ที่เชื่อถือได้

8. เครื่องหมายบนตัวหมวก หมวกนิรภัยที่มีคุณภาพ หรือผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน จะต้องมียี่ห้อ ตัวเลข ตัวอักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวรประเภทและชั้นคุณภาพ/ชื่อผู้ผลิตหรือโรงงานที่ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า/ประเทศที่ผลิต/วันเดือนปีที่ผลิต

9. การบำรุงรักษา ก่อนการใช้งานควรตรวจดูหมวกเพื่อหาดูรอยร้าวรอยที่เกิดจากการกระแทกหมวกที่ได้รับความเสียหายควรจะเลิกใช้ทันที หมวกควรได้รับการทำความสะอาดอย่างน้อยเดือนละครั้ง โดยเฉพาะสายกระจ่ายแรงและแถบซับเหงื่อ การทำความสะอาดควรล้างด้วยน้ำอุ่นกับน้ำสบู่ หรือใช้น้ำยาที่เหมาะสมก่อนที่จะนำหมวกที่ใช้แล้วไปให้ผู้ปฏิบัติงานอีกคนหนึ่งใช้ ควรทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคก่อนสิ่งสำคัญที่จะต้องตรวจดูอยู่เสมอคือรองในหมวก เพราะรองในหมวกจะเป็นตัวสำคัญที่ลดแรงกระแทกลง นอกจากนี้เราต้องตรวจดูหารอยฉีกขาดของสายรัดต่าง ๆ หารอยปริขาดของด้ายที่เย็บไว้ถ้าหากพบความบกพร่องต่าง ๆ ควรทำการเปลี่ยนใหม่ทันที

10. ข้อควรระวัง อย่าใช้สีทาลงไปบนตัวหมวก เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการต้านทานแรงดันไฟฟ้าและแรงกระแทกลดลง และยังอาจทำให้อายุการใช้งานของหมวกลดลง

ปัจจัยที่จะทำให้ให้อายุการใช้งานของหมวกลดลงอีกปัจจัยหนึ่งคือ การนำหมวกไปตากทิ้งไว้กลางแจ้งหรือสัมผัสกับความร้อนในขณะที่ไม่ได้ใช้งาน

1.7.2 แว่นตานิรภัย (Safety Glasses or Spectacle)

มีรูปร่างลักษณะเหมือนแว่นตาที่ใช้กันทั่ว ๆ จะแตกต่างกันตรงที่เลนส์ของแว่นตานิรภัยสามารถทนทานต่อแรงกระแทก แรงเจาะ ความร้อน และสารเคมีได้ดีเป็นพิเศษ นอกจากนี้แว่นตานิรภัยยังมีกระบังข้าง (Side Shield) เพื่อป้องกันเศษวัสดุปลิวกระเด็นเข้าด้านข้างของแว่นตานิรภัย

แว่นตานิรภัยเหมาะที่จะใช้งานประเภทกลึงแต่งโลหะ หรืองานอื่น ๆ เสี่ยงต่อวัสดุปลิวกระเด็นมากระแทกดวงตา

เลนส์ของแว่นตานิรภัยต้องได้รับการทดสอบมาตรฐานที่เชื่อถือได้ เช่น ANSI Z87.1-1979 เป็นต้น โดยต้องทดสอบความต้านทานต่อแรงกระแทก แรงเจาะ ความร้อน สารเคมีและปริมาณแสงที่ส่งผ่านตามข้อกำหนด

การบำรุงรักษาแว่นตานิรภัย

1. ควรทำความสะอาดหลังใช้งานทุกวัน
2. การทำความสะอาด ล้างด้วยน้ำและสบู่หรือผงซักฟอก
3. ล้างด้วยน้ำสะอาด
4. นำแว่นไปจุ่มในสารละลาย Hypochlorite เป็นเวลา 10 นาทีเพื่อฆ่าเชื้อโรค
5. นำขึ้นมาแขวนไว้ปล่อยให้แห้งเอง
6. นำไปเก็บไว้ในที่ ๆ สะอาดปราศจากฝุ่นพร้อมที่จะนำไปใช้งานต่อไป
7. ควรใช้เป็นของส่วนตัว

1.7.2.1 แว่นครอบตา (Safety Goggles)

แว่นครอบตามีลักษณะคล้าย ๆ กับแว่นตานิรภัย แต่จะสามารถครอบดวงตาทั้งสองข้างโดยมีรูระบายอากาศเพื่อป้องกันไอน้ำที่จะเกิดขึ้นภายในแว่นครอบตา

เลนส์ของแว่นครอบตาต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐานเช่นเดียวกับแว่นตานิรภัย ซึ่งความสามารถของเลนส์จะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการใช้งาน

แว่นครอบตาแบ่งออกตามลักษณะของการใช้งานได้หลายชนิดต่อไปนี้ ด้วย

แว่นครอบตามป้องกันวัตถุกระแทก แว่นครอบตาชนิดนี้เหมาะสำหรับงานสก๊าดงานเจียร หรืองานอื่น ๆ ซึ่งเสี่ยงต่อเศษวัสดุปลิวกระเด็นมาถูกดวงตา จะเห็นได้ว่าแว่นครอบตาชนิดนี้จะมีรูระบายอากาศเป็นรูเล็ก ๆ อยู่มากมาย

แว่นครอบตาป้องกันสารเคมี เป็นแว่นครอบตาที่ใช้สำหรับป้องกันการกระเด็นหรือไอของสารเคมี และฝุ่นชนิดละเอียด ฉะนั้นเลนส์ของแว่นครอบตาชนิดนี้จึงต้องป้องกันแรงกระแทกและทนทานต่อสารเคมีเป็นพิเศษ จะสังเกตเห็นว่ารูระบายอากาศของแว่นครอบตาป้องกันสารเคมีนี้ จะเป็นแบบสัน (Valve) เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีและฝุ่นเข้าสู่ดวงตาทั้งยังป้องกันไม่ให้เกิดไอน้ำภายในอีกด้วย

แว่นครอบตาสำหรับงานเชื่อมหรือตัด เลนส์ของแว่นครอบตาชนิดนี้จึงจำเป็นต้องมีลักษณะพิเศษสำหรับป้องกันแสงจ้า และรังสีจากการเชื่อมและตัด ฉะนั้นเลนส์ชนิดนี้จึงมีสีดำและมีตัวเลขระบุขนาดความเข้มหรือขนาดของเลนส์ที่เรียกว่า Shade Number

แว่นครอบตาสำหรับงานเชื่อมหรือตัดนี้มี 2 แบบ คือ แบบที่เลนส์กรองแสงยกเปิดไม่ได้ กับแบบที่ยกเปิดได้เพื่อจะสามารถมองเห็นชิ้นงานได้

การบำรุงรักษาแว่นครอบตา

- 1.ควรทำความสะอาดหลังใช้งานทุกวัน
- 2.การทำความสะอาดให้ล้างด้วยน้ำอุ่นและสบู่ หรือผงซักฟอก
- 3.ล้างด้วยน้ำสะอาด
- 4.นำแว่นไปจุ่มสารละลาย Hypochlorite เป็นเวลา 10 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรค
- 5.นำขึ้นมาแขวนไว้ปล่อยให้แห้งเอง
- 6.นำไปเก็บไว้ที่ ๆ สะอาดปราศจากฝุ่น พร้อมทั้งจะนำไปใช้งานต่อไป
- 7.ควรใช้เป็นของส่วนตัว

1.7.3 อุปกรณ์ป้องกันตกจากที่สูง

การทำงานที่สูงหรือทำงานต่างระดับที่ต้องเสี่ยงกับการตกจากที่สูง ตัวอย่างเช่น งานก่อสร้าง งานสายส่ง งานบำรุงรักษา และทำความสะอาด หรือแม้กระทั่งการทำงานในหลุม บ่อ เป็นต้น งานที่ต้องเสี่ยงกับการตกจากที่สูงหรือตกจากต่างระดับนี้ จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูง

ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันตกจากที่สูง

อุปกรณ์ป้องกันตกจากที่สูงแยกออกตามลักษณะและชนิดของการใช้งานได้หลายชนิด ดังนี้

- 1.เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt)

เข็มขัดนิรภัยประกอบด้วยตัวเข็มขัด ซึ่งต้องใช้ควบคู่กับเชือกนิรภัยทุกครั้ง โดยตัวเข็มขัดจะใช้รัดเข้ากับลำตัวของผู้ใช้งาน ส่วนเชือกนิรภัยจะคล้องตัวเข็มขัดโยงไว้กับสารหรือโครงสร้างเหล็กที่แข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักของผู้ปฏิบัติงานได้

ตัวเข็มขัด (Belt)

- วัสดุที่ทำตัวเข็มขัดได้แก่ หนังและใยสังเคราะห์ (Synthetic Fiber) ซึ่งได้แก่ พลาสติกไนลอนหรือตะกอน เข็มขัดที่ทำด้วยหนังจะรับน้ำหนักได้น้อยกว่า ส่วนเข็มขัดที่ทำด้วยใยสังเคราะห์ แม้ว่าจะรับน้ำหนักได้มากกว่า แต่จะลื่นหลุดได้ง่ายกว่าซึ่งอาจจะเป็นอันตรายได้

- ตัวเข็มขัดจะมีห่วงรูปตัวพี (D-rings) ไว้สำหรับคล้องเข้ากับเชือกนิรภัยซึ่งอาจมี 1 ถึง 2 อัน ตัวเข็มขัดที่ดีควรมีรูสำหรับสอดใส่อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ค้อน ไขควง เป็นต้น และนอกจากนี้ยังอาจจะมีถุงใส่ตะปูและนอตอีกด้วย

ตัวเข็มขัดมี 2 แบบ คือ แบบรัดลำตัวด้วยขอเกี่ยวเหมือนเข็มขัดธรรมดา และแบบรัดลำตัวด้วยระบบล็อก (Safety Lock) ซึ่งเข็มขัดนิรภัยแบบแรกจะนิยมใช้มากกว่าเพราะรัดตัวได้อย่างมั่นคงกว่าตัว เข็มขัดนิรภัยควรมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 43 มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่า 1,200 มิลลิเมตร

2.เชือกนิรภัย (Safety Lanyard)

เชือกนิรภัยจะมีตะขอสำหรับเกี่ยวเข้ากับตัวเข็มขัดบริเวณ D-rings ซึ่งอาจเป็นแบบมีตะกอนทั้งสองข้าง หรือแบบมีตะขอ 1 ข้าง ส่วนอีกข้างเป็นแบบล็อกติดกับสายช่วยชีวิต (Life Line) ซึ่งจะสามารถปรับให้เลื่อนขึ้นและลงได้ ในขณะที่ปฏิบัติงาน

เชือกนิรภัยมีทั้งชนิดเส้นกลม (Rope) และชนิดแถบ (Strap) แต่ชนิดเส้นกลมนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายกว่า วัสดุที่ใช้ทำเชือกนิรภัยได้แก่ มนิลา ไนลอนใยสังเคราะห์ และหนัง เชือกนิรภัยมีความยาวประมาณ 1,500 มิลลิเมตร

3.สายรัดลำตัว (Safety Harnesses)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานที่เสี่ยงภัยมาก ๆ ซึ่งจะสามารถป้องกันการตกจากที่สูงได้ดีกว่าเข็มขัดนิรภัย ทั้งนี้เพราะสายรัดลำตัวออกแบบให้รับน้ำหนักหรือแรงกระตุกที่เกิดขึ้นเฉลี่ยไปที่หน้าอก เอวและขาได้ แทนที่จะเป็นที่เอวแห่งเดียวในกรณีที่ใช้เข็มขัดนิรภัย

สายรัดลำตัวมีลักษณะเป็นสายโยงคาดลำตัว ตั้งแต่ส่วนไหล่ หน้าอก เอว และขา แล้วแต่ชนิดและสภาพของการนำไปใช้งาน

สายรัดลำตัวต้องใช้กับสายช่วยชีวิต (Life Lines) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป ซึ่งบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้เชือกนิรภัย (Safety Lanyard) ในการเกี่ยวสายรัดลำตัวเข้ากับสายช่วยชีวิต

สายรัดลำตัวควรจะมีตัววัสดุที่อ่อนนุ่ม ทำหน้าที่เป็น Shock Absorber เพื่อลดแรงกระแทกกรณีที่เกิดอุบัติเหตุตกจากที่สูง

4.สายช่วยชีวิต (Life Lines)

สายช่วยชีวิตเป็นสายซึ่งผูก ยึด หรือเกี่ยวแน่นกับโครงสร้างของอาคารหรือส่วนที่มั่นคงเพื่อช่วยไม่ให้ผู้ใช้ตกลงจากที่สูง หรือตกต่างระดับ ซึ่งผู้ที่จะใช้สายช่วยชีวิตนี้จำเป็นต้องใช้เข็มขัดนิรภัยหรือสายรัดลำตัวประกอบด้วยทุกครั้ง โดยมีเชือกนิรภัยเกี่ยวเข็มขัดหรือสายรัดลำตัวเข้ากับสายช่วยชีวิต ซึ่งโดยปกติเชือกนิรภัยจะต้องเป็นระบบล็อก (Lock) ติดกับสายช่วยชีวิตและสามารถเลื่อนขึ้นได้สะดวก แต่ถ้าผู้ปฏิบัติงานพลัดตกกระบบล็อกนี้จะล็อกติดกับสายช่วยชีวิตทันที

สายช่วยชีวิตอาจเป็นเชือกไนลอน หรือเชือกมนิลาผูกยึดแน่นกับโครงสร้างอาคาร หรือบางครั้งอาจทำด้วยสลิงซึ่งมีระบบล็อกเมื่อถูกถึงหรือเมื่อพลัดตกจากที่สูง

การใช้อย่างปลอดภัย

- ตรวจสอบตัวเข็มขัดว่ามีการฉีก ปรี และขาดหรือไม่ และตรวจดูตะเข็บเย็บว่าขาดหรือไม่ ถ้าเกิดการชำรุดไม่ควรนำไปใช้งาน

- ตรวจสอบระบบล็อกของตัวเข็มขัด เชือกนิรภัย และสายช่วยชีวิตว่าแน่นหนาดีหรือไม่

- ตรวจดูเชือกนิรภัยและสายช่วยชีวิตว่ามีการฉีกขาดของเชือกและสลิงหรือไม่

- สายช่วยชีวิตต้องยึดติดแน่นอย่างมั่นคงกับโครงสร้างอาคาร

- ตรวจสอบ D-rings ของเข็มขัดนิรภัยว่ามีการผุกร่อนหรือไม่

- ระวังไม่ให้เชือกนิรภัย หรือสายช่วยชีวิตที่ทำด้วยเชือกมนิลาและไนลอน สัมผัสหรือแช่น้ำมันเพราะอาจทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันลดลง

- เข็มขัดนิรภัย เชือกนิรภัย และสายช่วยชีวิตต้องได้รับการทดสอบตามกำหนดเวลาที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

- ทำความสะอาดและบำรุงรักษาอยู่เสมอ

การบำรุงรักษา

- การทำความสะอาดทั่วไป ควรทำทุกวันหรือทุกครั้งหลังจากใช้งานโดยการปิด เช็ดฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ

- การล้างทำความสะอาด ควรทำเดือนละครั้งเมื่อมีการใช้งานทุกวันหรือทำเมื่อเกิดความสกปรกมาก ๆ วิธีการทำความสะอาด ล้างด้วยน้ำอุ่นกับสบู่หรือผงซักฟอกล้างให้สะอาดแล้วตากให้แห้งเก็บไว้พร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

จงทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. สีเหลือง หมายถึง สีที่เราใช้แสดงความหมายใด
ก. ไฟอันตราย และหยุด
ข. การเตือนภัยว่าอาจเกิดอันตรายแก่ร่างกายได้
ค. ความปลอดภัย และที่เก็บเครื่องมือเครื่องใช้
ง. อันตรายจากรังสี
2. ลิสม์ หมายถึงสีที่เราใช้แสดงความหมายใด
ก. การตรวจ และการดูแลความเป็นระเบียบเรียบร้อย
ข. การเตือนการปฏิบัติงาน
ค. ส่วนของเครื่องจักร หรือเครื่องไฟฟ้าเป็นอันตราย
ง. ภาชนะที่บรรจุสารที่มีกัมมันตภาพรังสี
3. เขตอันตราย ทางผ่านที่มีอันตราย เครื่องกีดขวาง ควรใช้ทาสีใด
ก. สีแดง
ข. สีฟ้า
ค. สีเขียว
ง. สีเหลือง
4. ท่อสีม่วง หมายถึง ท่อของสารใด
ก. ท่อกรดหรือท่อต่าง
ข. ท่อน้ำทิ้ง
ค. ท่อไอน้ำ
ง. ท่อแก๊ส
5. ท่อสีแสด หมายถึง ท่อของสารใด
ก. ท่อสายไฟฟ้า
ข. ท่อน้ำดิน
ค. ท่อน้ำสะอาด
ง. ท่อส่งแก๊ส
6. ขนาดความกว้าง ของทางเดิน จะต้องไม่น้อยกว่ากี่เซนติเมตร
ก. 80 ซม.
ข. 90 ซม.
ค. 90 ซม.
ง. 100 ซม.
7. จากรูปมีความหมายตรงกับข้อใด
ก. ห้ามสูบบุหรี่
ข. ห้ามเดินเครื่อง
ค. ห้ามดื่ม
ง. ห้ามเดินผ่าน
8. จากรูป มีความหมายตรงกับข้อใด
ก. ระวางอันตรายจากเครื่องจักร
ข. ระวางอันตรายจากเชื้อโรค
ค. ระวางไฟฟ้าช็อต
ง. ระวางอันตรายจากรังสี
9. จากรูป มีความหมายตรงกับข้อใด
ก. ขำระล้างฉุกเฉิน
ข. ที่ล้างตาฉุกเฉิน
ค. ปุ่มหยุดฉุกเฉิน
ง. ปุ่มพยาบาล

10. พื้นวงกลมสีแดง รูปภาพบังคับสีขาว อาจจะมีคำกำกับไว้ได้เครื่องหมาย บังคับให้แก้ไข ใช้เป็นภาพและ
เตือนสติ หรือเตือนใจ คือ เครื่องหมายใด

ก. เครื่องหมายสภาวะปลอดภัย

ข. เครื่องหมายเตือน

ค. เครื่องหมายแนะนำ

ง. เครื่องหมายบังคับ

7. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

- 1 ข.
- 2 ค.
- 3 ง.
- 4 ก.
- 5 ก.
- 6 ก.
- 7 ข.
- 8 ง.
- 9 ก.
- 10 ง.

	ใบงานที่ 1	หน่วยที่..1
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่...1-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ผู้เรียนต้องคำนึงถึงเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลตามกฎหมายการปฏิบัติงาน
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงความปลอดภัยในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่โดยใช้ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 4.2 ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัย
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 ป้ายความปลอดภัย
- 5.2 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนเพื่อทำใบงาน
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน โดยให้เขียนสัญลักษณ์และความหมาย
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

เรื่อง สัญลักษณ์ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานช่าง

ทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนสังเกตภาพ แล้วระบุสัญลักษณ์และความหมายลงในตาราง

สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ความปลอดภัย	ความหมาย
		
		
		
		
		

8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

9. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้นอย่าง สม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้นเป็น ครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้ เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

	ใบกิจกรรม ที่ 1	หน่วยที่..1
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่...1-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ผู้เรียนต้องคำนึงถึงเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลตามกฎหมายการปฏิบัติงาน
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงความปลอดภัยในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่โดยใช้ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 4.2 ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัย
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดเวท

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 ป้ายความปลอดภัย
- 5.2 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

- 6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 6.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 6.3 ทำใบงานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สี มาใช้ในเรื่องความปลอดภัย
- 6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

ใบงานเรื่องการใช้สัญลักษณ์สีเพื่อบอกความหมาย และตัวอย่างการใช้งาน

สีเพื่อความปลอดภัย	ความหมาย	ตัวอย่างการใช้งาน	สีตัด
	หยุด	- เครื่องหมายหยุด - เครื่องหมายอุปกรณ์หยุดฉุกเฉิน - เครื่องหมายห้าม	สีขาว
	ระวัง	- ชีบงว่ามอันตราย (เช่น ไฟ , วัตถุระเบิด, กัมมันตภาพรังสี วัตถุมีพิษ และอื่น ๆ) - ชีบงถึงเขตอันตราย ทางผ่านที่มีอันตราย - เครื่องกีดขวาง	สีดำ
	บังคับให้ต้องปฏิบัติ	- บังคับให้ต้องสวมเครื่องป้องกันส่วนบุคคล - เครื่องหมายบังคับ - เครื่องหมายเตือน	
	แสดงความปลอดภัย	- ทางหนี - ทางออกฉุกเฉิน - ปักบัวชำระล้างฉุกเฉิน - หน่วยงานพยาบาล - หน่วยกู้ภัย - เครื่องหมายสารนิเทศแสดงภาวะปลอดภัย	สีขาว

7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ขอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบทอทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้ในงานในโรงงาน

	ใบมอบหมายงาน ที่ 1	หน่วยที่..1
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่1-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ผู้เรียนต้องคำนึงถึงเรื่องของความปลอดภัย ซึ่งความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน เพื่อที่จะได้ปฏิบัติงานออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลตามกฎหมายการปฏิบัติงาน
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงความปลอดภัยในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่โดยใช้ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 4.2 ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัย
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. รายละเอียดของงาน

5.1. แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มออกสำรวจพื้นที่ปฏิบัติงานได้ว่า ได้มีการทาสีอะไรบ้าง พร้อมทั้งวาดภาพแสดงเขตพื้นที่ความปลอดภัย ของพื้นที่ปฏิบัติงานนั้น ๆ และออกมานำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม

5.2. สสำรวจรอบ ๆ บริเวณโรงงานของแต่ที่ว่ามีป้ายแสดงความปลอดภัยอย่างไรบ้าง รวมทั้งแยกที่อยู่ในป้ายความปลอดภัยชนิดใด และอยู่ในพื้นที่ปฏิบัติใด และออกมานำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม

5.3.สำรวจดูว่าบริเวณโรงงานในขณะนักศึกษา ปฏิบัติงานอยู่ได้มีการใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอะไรบ้าง และออกมานำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม

6.กำหนดเวลาส่งงาน

- 6.1 ทำยาคาบเรียน

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

- 7.1 เตรียมอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 7.2 ครูอธิบายขั้นตอน
- 7.3 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำไปมอบหมายงานมาส่งเพื่อประเมิน

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

9. การประเมินผล

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานหน่วยวัดสากล	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6..ชม.
ชื่อเรื่อง : งานหน่วยวัดสากล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ประยุกต์ใช้งานหน่วยวัดสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบหน่วยวัดสากล

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้หน่วยวัดในงานระบบท่อในการคำนวณ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบหน่วยวัดสากล

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

5.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหน่วยวัดในระบบต่าง ๆ

5.2 ระบบหน่วยระหว่างชาติ

5.3 หน่วยรากฐาน

5.4 หน่วยอนุพัทธ์

5.5 หน่วยเสริม

5.6 หน่วยอนุโลม

5.7 การเขียนสัญลักษณ์และการใช้หน่วย เอส ไอ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็น

รายบุคคล

6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของหน่วยเรียนในท้ายชั่วโมง

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น

7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

7.3 ใบความรู้

7.4 แบบฝึกหัด

7.5 แบบทดสอบ

7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน

8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ

- ใบงาน

9.2.2. สาคิตการปฏิบัติงาน

- แบบฟอร์มประเมินผลการสาคิตการปฏิบัติงาน

9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และ
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. ทดสอบ

9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

1) ผลการแก้ไขปัญหาคาส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาคาครั้งต่อไป

.....

.....

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มีสมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในบางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกในขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่างชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงานหรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบทอในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานหน่วยวัดสากล	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานหน่วยวัดสากล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ประยุกต์ใช้งานหน่วยวัดสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบหน่วยวัดมาตรฐานสากล

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้หน่วยวัดในงานระบบทอ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบหน่วยวัดมาตรฐานสากล

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

หน่วยวัดไออะแกรมในงานช่าง

1.1 หน่วยวัดในระบบต่าง ๆ

หน่วยสำหรับการวัดปริมาณต่างๆ มีหลายระบบ ที่สำคัญคือ

ระบบอังกฤษ (English System) ซึ่งวัดระยะทางในหน่วยฟุต และวัดมวลในหน่วยปอนด์ ระบบนี้ใช้ใน
ประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา

ระบบเมตริก (Metric System) วัดระยะทางในหน่วยเมตรและวัดมวลในหน่วยกิโลกรัม ระบบนี้ใช้กัน
แพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก

ระบบหน่วยสากลสำหรับการวัดในทางวิทยาศาสตร์และทางอุตสาหกรรม ซึ่งใช้มาตรฐานเดียวกัน
เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ (The International System of Units) เรียกย่อว่า ระบบเอสไอ (SI-Units; System
International d' Unites)

1.2 ระบบหน่วยระหว่างชาติ(SI-UNITS)

ประวัติความเป็นมาโดยย่อ

พ.ศ. 2336 ประเทศฝรั่งเศสเริ่มมีการกำหนดใช้หน่วยการวัดในระบบเมตริก (Metric System)

พ.ศ.2416 ประเทศอังกฤษกำหนดให้มีการใช้ระบบเซนติเมตร กรัม วินาที (CGS System) เป็นระบบการวัด
ทางวิทยาศาสตร์อีกระบบหนึ่ง

พ.ศ.2419 ได้เริ่มมีการประชุมเกี่ยวกับมาตรชั่งตวงวัด (Conference General des Poids et Mesures (CGPM) หรือ
General Conference of Weights and Measures) ณ กรุงปารีส

พ.ศ.2443 ได้มีการใช้ระบบเมตร กิโลกรัม วินาที (MKS System) เป็นระบบการวัดในทางวิทยาศาสตร์
ประยุกต์

พ.ศ. 2493 โดยที่เห็นว่าได้มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยกลศาสตร์และหน่วยทางแม่เหล็กไฟฟ้า จึงได้
เพิ่มแอมแปร์ซึ่งเป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า ให้เป็นหน่วยที่ 4 ในระบบ MKS และเรียกใหม่ว่าระบบเมตร
กิโลกรัม วินาที แอมแปร์ (MKSA System)

เมื่อปี พ.ศ. 2503 ได้มีการประชุมสมมติว่าด้วยมาตรชั่งตวงวัดระหว่างประเทศ (Conference General des
Poids et Mesures) ครั้งที่ 11 ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ที่ประชุมได้มีมติตั้งหน่วยวัดขึ้นใหม่เพื่อให้เป็น
มาตรฐานสากล เรียกว่า “ ระบบหน่วยระหว่างชาติ”(System International d'Unites) ซึ่งเรียกย่อๆ ว่าSI-UNITS
ระบบนี้ประกอบด้วยหน่วย 4 ประเภทคือ

- หน่วยรากฐาน (Basic Units)
- หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units)
- หน่วยเสริม(Supplementary Units)
- หน่วยอนุโลม (Permitted Units)

1.3 หน่วยรากฐาน (Basic units)

ระบบหน่วย เอสไอ ประกอบขึ้นจากหน่วยฐาน 7 หน่วยตามตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. หน่วยรากฐาน

ปริมาณพื้นฐาน	ชื่อหน่วยรากฐาน		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
ความยาว(length)	เมตร	meter	m
มวล (mass)	กิโลกรัม	kilogram	kg
เวลา(time)	วินาที	second	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	ampere	A
อุณหภูมิ(temperature)	เคลวิน	Kelvin	K
ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (luminous intensity)	แคนเดลา	Candela	cd
ปริมาณสาร(amount of substance)	โมล	mole	mol

- เมตร (Meter: m) คือความยาวที่แสงเดินทางได้ในสุญญากาศ ในช่วงเวลา $1/299,792,458$ ของวินาที

- กิโลกรัม (Kilogram: kg) คือหน่วยของมวลซึ่งเท่ากับมวลต้นแบบระหว่างชาติของกิโลกรัม

- วินาที (Second: s) คือช่วงเวลา 9,192,631,770 เท่าของคาบการแผ่รังสีที่เกิดจากการเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมซีเซียม -133 ($Cs - 133$) ระหว่างระดับไฮเพอร์ไฟน์สองระดับของสถานะพื้น

- แอมแปร์ (Ampere: A) กระแสคงตัวซึ่งเมื่อให้อยู่ในตัวนำตรง 2 เส้นที่มีความยาวไม่จำกัด และมีพื้นที่หน้าตัดน้อยจนไม่ต้องคิด ซึ่งวางอยู่คู่ขนานห่างกัน 1 เมตร ในสุญญากาศแล้ว จะทำให้เกิดแรงระหว่างลวดตัวนำทั้งสองวงเท่ากับ 2×10^{-7} นิวตันต่อความยาว 1 เมตร

- เคลวิน (Kelvin: K) คือหน่วยของอุณหภูมิอุณหพลวัต (หรืออุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์) มีค่าเท่ากับ $1/273.16$ ของอุณหภูมิอุณหพลวัตของจุดรวมสามของน้ำ

- โมล (Mole: mol) คือปริมาณของสารในระบบซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐานที่เทียบเท่ากับจำนวนอะตอมคาร์บอน -12 ($C - 12$) ปริมาณ 0.012 กิโลกรัม

- แคนเดลา (Candela: cd) คือความเข้มของการส่องสว่างในทิศที่กำหนดของแหล่งกำเนิดที่แผ่รังสีของแสงความถี่เดียวที่มีความถี่ 540 เฮิร์ตซ์ และมีความเข้มของการแผ่รังสีในทิศทางนั้นเท่ากับ $1/683$ วัตต์ต่อสเตอเรเดียน

1.4 หน่วยอนุพัทธ์ (Derived units)

หน่วยอนุพัทธ์ได้จากการนำเอาหน่วยรากฐาน หรือหน่วยเสริม มาสัมพันธ์กันตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น ผลคูณหรือผลหารของหน่วยรากฐาน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1.4.1 หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์ ที่เรียกตามเค้าเดิมของระบบ ได้มาจากผลคูณหรือผลหารของหน่วยพื้นฐานโดยตรงเช่น

- หน่วยของพื้นที่คือ ตารางเมตร (m^2) ซึ่งได้มาจาก ความยาว (m) คูณ ความยาว (m)

หน่วยของความเร็วนั้นคือ เมตร/วินาที (m/s) ซึ่งได้มาจาก ความยาว (m) หารเวลา(s) จะสังเกตเห็นว่ายังคงเค้าเดิมของหน่วยรากฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์

ปริมาณ	ชื่อหน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
พื้นที่(area)	ตารางเมตร	square meter	m ²
ปริมาตร(volume)	ลูกบาศก์เมตร	cubic meter	m ³
ความเร็ว(velocity)	เมตรต่อวินาที	meter per second	m/s
ความเร็วเชิงมุม (angular velocity)	เรเดียนต่อวินาที	radian per second	rad/s
ความเร่ง (accerelation)	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง	meter per second square	m/s ²
ความเร่งเชิงมุม (angular)	เรเดียนต่อวินาทีกำลังสอง	radian per second square	rad/s ²
ความหนาแน่น (density)	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kilogram per cubic meter	kg/m ³
ความเข้มข้น (concentration)	โมลต่อลูกบาศก์เมตร	mole per cubic meter	mol/m ³
โมเมนต์(moment)	นิวตันเมตร	newton meter	N.m
ความเค้น(stress)	นิวตัน/ตารางเมตร	newton per square meter	N/m ²
โมเมนต์ตัม(momentum)	กิโลกรัมต่อวินาที	kilogram per second	Kg/s
Second moment of-area	เมตรกำลังสี่	meter square square meter	m ⁴
Moment of inertia	กิโลกรัมเมตรกำลังสอง	kilogram square meter	kgm ²

1.4.2 หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์ ที่เปลี่ยนชื่อไปจากเค้าเดิมของระบบได้มาจากผล คูณ หรือ หารของหน่วยพื้นฐานโดยตรง เช่น

- หน่วยของแรง คือ กิโลกรัมเมตร/วินาที² (kg.m/s²) ซึ่งได้มาจาก มวล (kg) คูณ ความเร่ง (m/s²) เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็น นิวตัน(N)

แรง(Force; F) 1 นิวตัน คือแรงที่กระทำต่อมวล 1 kg ทำให้มวลเกิดความเร่ง 1 m/s²โดยแรงจะมีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร่งเสมอ

จะได้ความสัมพันธ์ว่า $F = m.a$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times \text{m/s}^2$$

$$\text{ดังนั้นแรง } 1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m/s}^2$$

- หน่วยของงาน คือ นิวตันเมตร (N.m) ซึ่งได้จาก แรง คูณ ระยะทาง (m) เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็น จูล (J)

งาน(Work;W)1 จูล (J) คือ งาน, พลังงาน หรือปริมาณความร้อน มีขนาดเท่ากับงานของแรง 1 นิวตัน กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป 1 เมตร (m) ตามแนวแรงนั้น

จะได้ความสัมพันธ์ว่า $W = F.S$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N.m}$$

$$\text{ดังนั้นงาน } 1 \text{ J} = 1 \text{ N.m} = 1 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$$

- หน่วยของกำลัง คือ จูล/วินาที (J/s)ซึ่งได้มาจากงาน(J) หารด้วย เวลา (s) เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็นวัตต์ (w)

กำลัง(Power;P) 1 วัตต์ (W) คือ กำลังที่สามารถทำงาน หรือให้พลังงาน 1 จูล (J) ในเวลา 1 วินาที(s)

จะได้ความสัมพันธ์ว่า $P = W/t$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N.m} / \text{s}$$

$$\text{ดังนั้นกำลัง } 1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N.m} / \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$$

- หน่วยของความดัน คือ นิวตัน/ตารางเมตร (N/m²) ซึ่งได้มาจาก แรง (N) หารด้วยพื้นที่ (m²)

ความดัน(Pressure; p) 1 ปาสคาล (Pa) คือความดันหรือความเค้นที่เกิดจากการใช้แรง 1 นิวตัน (N) กระทำบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร (m²) อย่างสม่ำเสมอ

จะได้ความสัมพันธ์ว่า $p = F/A$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/ m}^2$$

$$\text{ดังนั้นความดัน } 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/ m}^2 = 1 \text{ kg /m} \cdot \text{s}^2$$

ตารางที่ 3. หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์ที่เรียกชื่อใหม่

ปริมาณ	ชื่อที่เรียกใหม่ของหน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์	สัญลักษณ์	เทียบกับหน่วยรากฐาน หน่วยเสริมและ หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์อื่นๆ
แรง(force)	นิวตัน(newton)	N	1N = 1 kg.m/s ²
งาน(work) พลังงาน(engrgy) ปริมาณความร้อน(quantity of heat)	จูล(joule)	J	1 J = 1 N.m
กำลัง(power)	วัตต์(watt)	W	1 W = 1 J/s
ความดัน(pressure) ความดัน(stress)	ปาสคาล(pascal)	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
ประจุไฟฟ้า(electric charge) ปริมาณไฟฟ้า(quantity of electricity)	คูลอมป์(coulomb)	C	1 C = 1A.s
ศักย์ไฟฟ้า			

ปริมาณ	ชื่อที่เรียกใหม่ของหน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์	สัญลักษณ์	เทียบกับหน่วยรากฐาน หน่วยเสริมและ หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์อื่นๆ
(electric potential) ความต่างศักย์ (potential difference) แรงดันไฟฟ้า(tension) แรงเคลื่อนไฟฟ้า (electromotive force)	โวลต์ (volt)	V	$1\text{V} = 1\text{J/C}$
ความจุไฟฟ้า (electric capacitance)	ฟารัด(farad)	F	$1\text{F} = 1\text{C/V}$
ความต้านทานไฟฟ้า (electric resistance)	โอห์ม(ohm)		$1 = 1\text{V/A}$
ความนำไฟฟ้า (electric conductance)	ซีเมนส์(siemens)	S	$1\text{S} = 1^{-1}$
ฟลักซ์แม่เหล็ก(magnetic flux)	เวเบอร์(weber)	Wb	$1\text{Wb} = 1\text{V.s}$
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic flux density) ความเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (magnetic induction)	เทสลา(tesla)	T	$1\text{T} = 1\text{Wb/m}^2$
ความเหนี่ยวนำ (inductance)	เฮนรี(henry)	H	$1\text{H} = 1\text{Wb}$

1.5หน่วยเสริม (Supplementary Units)

ที่ประชุมใหญ่ว่าด้วยมาตราซึ่งดวงวัดระหว่างประเทศ ไม่ได้จำแนกประเภทของหน่วยงานบางหน่วยในระบบ เอส ไอ ไว้เป็นหน่วยรากฐานหรือหน่วยอนุพัทธ์ หน่วยเหล่านี้เรียกว่า “หน่วยเสริม” ดังแสดงในตารางที่ 4. ซึ่งอาจถือว่าเป็นหน่วยรากฐานหรือหน่วยอนุพัทธ์ก็ได้

ตารางที่ 4. หน่วยเสริม

ปริมาณ	ชื่อหน่วยเสริม		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
มุมในระนาบ(plane angle)	เรเดียน	radian	rad
มุมเชิงของแข็ง(solid angle)	สเตอเรเดียน	steradian	Sr

- เรเดียน (Radian : rad) คือมุมระนาบระหว่างรัศมีสองเส้นของวงกลม ซึ่งถูกรองรับด้วยส่วนโค้งของวงกลมที่มีความยาวเท่ากับรัศมีของวงกลมนั้น

- สเตอเรเดียน (Steradian: sr) คือมุมตันที่มีจุดยอด ณ จุดศูนย์กลางของวงกลมและถูกรองรับด้วยผิวทรงกลมที่มีพื้นที่เท่ากับรัศมีของทรงกลมนั้น ยกกำลังสอง

1.6หน่วยอนุโลม(Permitted Units)

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณในระบบอื่นๆ บางหน่วยอนุโลมให้ใช้กับหน่วย เอสไอ เพื่อให้เกิดความสะดวกและความเหมาะสมในการใช้ ดังแสดงในตารางที่ 5.

ตารางที่ 5. หน่วยอนุโลม

ปริมาณ	ชื่อหน่วยอนุโลมที่ใช้กับหน่วย เอส ไอ	สัญลักษณ์	เทียบกับหน่วยรากฐานหน่วยเสริมและ หน่วย เอส ไอ อนุพันธ์อื่นๆ
เวลา(time)	นาที(minute)	min	1 min = 60 s
	ชั่วโมง(hour)	h	1 h = 60 min = 3600 s
มวล(mass)	ตัน(tonne)	t	1 t = 10 ³ kg
ความดัน(pressure)	บาร์(bar)	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa = 10 ⁵ N/m ²
ปริมาตร(volume)	ลิตร(liter)	l	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
มุม(angle)	องศา(degree)	°	1 องศา = π/180 rad
อุณหภูมิเซลเซียส (Celsius temperature)	องศาเซลเซียส	1 °C	1 °C = 1 K

1.7การเขียนสัญลักษณ์และการใช้หน่วย เอส ไอ

1.7.1ข้อควรระวังในการใช้สัญลักษณ์ของหน่วย เอส ไอ

เช่นเดียวกับการใช้สัญลักษณ์ในหน่วยอื่นๆ นั้นก็จะต้องจำสัญลักษณ์ที่ถูกต้องได้เป็นอย่างดี เพราะสัญลักษณ์บางหน่วยใช้อักษรตัวเดียวกัน เพียงแต่เป็นตัวพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่ดังตัวอย่าง เช่น

K = เคลวิน (Kelvin)

k = กิโลกรัม

A = แอมแปร์(ampere)

a = ปี (year)

N = นิวตัน(newton)

n = นาโน(nano)

C = คูลอมป์(coulomb)

c = องศาเซลเซียส(degree Celsius)

1.7.2พหุคูณของหน่วย เอส ไอ

คำอุปสรรค (prefix) ที่แสดงไว้ในตารางที่ 5. ใช้เป็นชื่อและสัญลักษณ์ของพหุคูณ ของหน่วย เอส ไอ สัญลักษณ์ของคำอุปสรรคคำหนึ่งๆ นั้น ใช้ผสมกับสัญลักษณ์ของหน่วยโดยตรงจะทำให้เกิดสัญลักษณ์ของหน่วยใหม่ ซึ่งสามารถยกกำลังบวกหรือลบก็ได้ และสามารถผสมกับสัญลักษณ์ของหน่วยอื่นๆ กลายเป็นสัญลักษณ์ของหน่วยเชิงประกอบ(compound unit) ขึ้นได้อีกตัวอย่าง เช่น

$$\begin{aligned}
 1 \text{ cm}^3 &= (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3 \\
 1 \mu\text{s}^{-1} &= (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1} \\
 1 \text{ km}^2/\text{s} &= (10^3 \text{ m})^2/\text{s} = 10^6 \text{ m}^2/\text{s}
 \end{aligned}$$

ไม่ควรใช้คำอุปสรรคซ้อนกัน ตัวอย่างเช่น ให้เขียน nm (นาโนเมตร) แทนที่จะเขียน mμm

หมายเหตุ ด้วยเหตุที่ชื่อของหน่วยรากฐานของมวลคือ กิโลกรัม (kg) ซึ่งเป็นชื่อที่ประกอบด้วยคำอุปสรรค เอส ไอ คือ “กิโล(k)” แทนที่จะเติมนำหน้าคำว่า กิโลกรัม เช่น มิลลิกรัม (mg) เดซิกรัม(dg) จะไม่เขียนว่าเป็น มิลลิกรัม (mkg) หรือ เดซิกิโลกรัม (dkg) เพราะจะเป็นการใช้คำอุปสรรคซ้อนกัน

1.7.3 การใช้หน่วย เอส ไอ และพหุคูณของหน่วย เอส ไอ

การเลือกใช้พหุคูณ เพื่อให้ทำให้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงโดยใช้ทศนิยม จะเลือกใช้ได้เหมาะสมขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้ ตัวพหุคูณที่จะเลือกใช้ควรเป็นตัวที่ทำให้ค่าตัวเลขอยู่ระหว่าง 0.1 กับ 1000 ตัวอย่าง เช่น

$1.2 \times 10^4 \text{ N}$	อาจเขียนเป็น	12 kN
0.00394 m	อาจเขียนเป็น	3.94 mm
1401 PA	อาจเขียนเป็น	1.401 kPa
$3.1 \times 10^{-8} \text{ s}$	อาจเขียนเป็น	31 ns

อย่างไรก็ดี ค่าต่างๆ ของปริมาณเดียวกันในตารางหรือในการอธิบายค่าของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ควรใช้พหุคูณให้เหมือนกันตลอดรายการ ถึงแม้ว่าค่าตัวเลขจะอยู่นอกพิสัย 0.1 ถึง 1000 ก็ตาม ในงานเฉพาะบางอย่างนิยมใช้ตัวพหุคูณชนิดเดียวกันตลอด เช่น การเขียนแบบทางวิศวกรรมเครื่องกล มักใช้ขนาดเป็น มิลลิเมตร (mm)

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

จงทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด

- ft (ฟุต) คือ หน่วยวัดในระบบใด
 - ระบบอังกฤษ
 - ระบบเมตริก
 - ระบบ SI-Unit
 - ระบบไทย
- lb (ปอนด์) คือ หน่วยวัดในระบบใด
 - ระบบอังกฤษ
 - ระบบเมตริก
 - ระบบ SI-Unit
 - ระบบไทย
- rad (เรเดียน) คือ หน่วยวัดในระบบใด
 - ระบบอังกฤษ
 - ระบบเมตริก
 - ระบบ SI-Unit
 - ระบบวัดมุม
- ข้อใดเป็นหน่วยวัด กำลังงาน
 - J
 - N
 - Pa
 - kW
- ข้อใดเป็นหน่วยวัด ความดัน
 - Nm
 - hP
 - Pa
 - kJ
- ข้อใดไม่ใช่หน่วยวัด ความดัน

- | | |
|-------|------------|
| ก. Nm | ข. N/m^2 |
| ค. Pa | ง. bar |
7. ข้อใดคือ หน่วยรากฐาน (Basic Units) ของ SI-Unit
- | | |
|------|-------|
| ก. K | ข. N |
| ค. J | ง. Pa |
8. ข้อใดคือ หน่วย SI อนุพันธ์
- | | |
|------|------|
| ก. K | ข. N |
| ค. t | ง. m |
9. ข้อใดคือ หน่วยเดิมของ N (Newton)
- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| ก. $\frac{kg \cdot m}{s}$ | ข. $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ |
| ค. $\frac{kg \cdot m^2}{s}$ | ง. $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ |
10. ข้อใดคือ หน่วยเดิมของ W (Watt)
- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| ก. N.m | ข. N/m |
| ค. $\frac{N \cdot m}{s}$ | ง. $\frac{N \cdot m}{s^2}$ |

7. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1. ก
2. ก
3. ค
4. ง
5. ค
6. ก
7. ก
8. ข
9. ข
10. ค

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่...2
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่.4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานหน่วยวัดสากล	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานหน่วยวัดสากล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ประยุกต์ใช้งานหน่วยวัดสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบหน่วยวัดสากล

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้หน่วยวัดในงานระบบท่อ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบหน่วยวัดมาตรฐานสากล

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม

5.2 เอกสารความรู้ของระบบหน่วยวัด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 ให้ผู้เรียนทำใบงาน

7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการใช้งานหน่วยวัดสากล

7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

จงคำนวณหาค่าตอบใส่ในตารางให้ครบ

ปริมาณ	หน่วย	a	b	c
ความยาว	M	5	5×10^6	5×10^{-6}
	Mm	5×10^{-6}	5	5×10^{-12}
	μm	5×10^6	5×10^{12}	5
มวล	g	5	5×10^3	5×10^{-1}
	Kg	5×10^{-3}	5	5×10^{-6}
	Dg	5×10	5×10^4	5
แรง	N	5	5×10^9	5×10^{-9}
	GN	5×10^{-9}	5	5×10^{-12}
	mN	5×10^3	5×10^{12}	5
งาน	J	5	5×10^2	5×10^{-2}
	hJ	5×10^{-2}	5	5×10^{-4}
	New	5×10^2	5×10^4	5
กำลัง	W	5	5×10^3	5×10^6
	KW	5×10^{-3}	5	5×10^3
	MW	5×10^{-6}	5×10^{-3}	5
ความดัน	Pa	5	5×10^3	5×10^4
	KN/m ²	5×10^{-3}	5	5×10
	M/mm ²	5×10^{-6}	5×10^{-1}	5

8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

9. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

	ใบกิจกรรม ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานหน่วยวัดสากล	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานหน่วยวัดสากล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ประยุกต์ใช้งานหน่วยวัดมาตรฐานสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบหน่วยวัดมาตรฐานสากล

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้หน่วยวัดในงานระบบท่อ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบหน่วยวัดมาตรฐานสากล

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม

5.2 เอกสารความรู้ของระบบหน่วยวัด

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบกิจกรรม เป็นกิจกรรมกลุ่ม

6.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

6.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการใช้งานหน่วยวัดสากล โดยเติมเต็มสัญลักษณ์และตัวคูณหน่วย

6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

เติมสัญลักษณ์และตัวคูณหน่วยให้ถูกต้อง		
คำอุปสรรค		ตัวคูณหน่วย
ชื่อ	สัญลักษณ์	
เอกซะ(exa)	E	10^{18}
เพตะ(peta)	P	10^{15}
เทอรา(tera)	T	10^{12}
จิกะ(giga)	G	10^9
เมกะ(mega)	M	10^6
กิโล(kilo)	k	10^3
เฮกโต(hector)	h	10^2
เดคา(deca)	da	10^1
เดซิ(dec)	d	10^{-1}
เซนติ(centi)	c	10^{-2}
มิลลิ(milli)	m	10^{-3}
ไมโคร(micro)	μ	10^{-6}
นาโน(nano)	n	10^{-9}
พิโก(pico)	p	10^{-12}
เฟมโต(femto)	f	10^{-15}
อัตโต(atto)	a	10^{-18}

7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				

๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

๑. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

	ใบมอบหมายงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อกับงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานหน่วยวัดสากล	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานหน่วยวัดสากล		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ประยุกต์ใช้งานหน่วยวัดสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับระบบหน่วยวัดสากล

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้หน่วยวัดในงานระบบท่อ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาปรับปรุงในการทำงาน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบหน่วยวัดมาตรฐานสากล

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. รายละเอียดของงาน

5.1 จงเติมข้อความหรือสัญลักษณ์ในตารางให้สมบูรณ์

สัญลักษณ์	ความยาว	ปริมาณที่ใช้วัด
Km	กิโลเมตร	ความยาว
μm	ไมโครเมตร	ความยาว
N	นิวตัน	แรง
Mg	เมกะกรัม	มวล
KW	กิโลวัตต์	กำลัง
GJ	จิกะจูล	งาน
GV	จิกะโวลต์	แรงเคลื่อนไฟฟ้า

6.กำหนดเวลาส่งงาน

6.2 ทำยาคาเรียน

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนทำใบมอบหมายงาน
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบมอบหมายงาน เกี่ยวกับการใช้งานหน่วยวัดสากล
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้ในงานในโรงง

9. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของ งาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ขอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 6-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมาตรฐานงานท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานมาตรฐานงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ใช้งานระบบงานท่อตามมาตรฐานสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้งานระบบท่อตามมาตรฐานกำหนด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน มอก. AISI API DIN JIS และมาตรฐานอื่นๆ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบมาตรฐานสากลตามข้อกำหนด

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. สารการเรียนรู้

5.1 มาตรฐานเกี่ยวกับการออกแบบระบบท่อ

5.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

5.3 มาตรฐานท่อระบบสุขาภิบาล (มยผ. 3101-51)

5.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็นรายบุคคล

6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด

6.3 ชิ้นสรุป

6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของการเรียนในท้ายชั่วโมง

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น

7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

7.3 ใบความรู้

7.4 แบบฝึกหัด

7.5 แบบทดสอบ

7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน

8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ
- ใบงาน

9.2.2. สาคิตการปฏิบัติงาน

- แบบฟอร์มประเมินผลการจัดการปฏิบัติงาน

9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และ
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. ทดสอบ

9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

1) ผลการแก้ไขปัญหาคือส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มีสมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในบางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกในขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่างชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงานหรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 6-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมาตรฐานงานท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานมาตรฐานงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ใช้งานระบบงานท่อตามมาตรฐานสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้งานระบบท่อตามมาตรฐานกำหนด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน มอก. AISI API DIN JIS และมาตรฐานอื่นๆ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบมาตรฐานสากลตามข้อกำหนด

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

1.1 มาตรฐานเกี่ยวกับการออกแบบระบบท่อ

ในการออกแบบระบบท่อจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบจะต้องรับรู้และดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง เพราะจะมีผลต่อการรับรองโดยหน่วยงานตรวจสอบต่างๆ สำหรับประเทศไทยมีมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) เป็นแนวทาง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมาตรฐาน วสท. ยังไม่ครอบคลุมระบบท่อทางวิศวกรรมทั้งหมด ดังนั้นผู้ออกแบบจึงอาจต้องอ้างอิงกับมาตรฐานสากล ซึ่งมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบท่อเป็นที่นิยมใช้มีตัวอย่างดังต่อไปนี้

1.1.1 ANSI American National Standard Institute (ANSI) ANSI เป็นองค์กรเอกชนที่ทำงานด้านการกำหนด พัฒนา และอนุมัติมาตรฐานต่างๆ American National Standard Institute (ANSI) ANSI เป็นองค์กรเอกชนที่ทำงานด้านการกำหนด พัฒนา และอนุมัติมาตรฐานทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริกา

1.1.2 American Petroleum Institute (API) องค์กรนี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับกิจการด้านปิโตรเลียมของประเทศสหรัฐอเมริกา บทบาทของ API อาทิเช่น การวิจัยพัฒนา การเก็บข้อมูลสถิติ การออกมาตรฐานและการรับรองมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานส่วนหนึ่งที่ออกโดย API จะเป็นมาตรฐานเกี่ยวกับงานท่อในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม

1.1.3 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ASHRAE มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศาสตร์และศิลป์ของการออกแบบระบบทำความร้อน ระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศ เนื่องจากระบบเหล่านี้มีท่อเป็นส่วนประกอบหลัก มาตรฐาน ASHRAE จึงมีบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบท่อด้วย

1.1.4 ASME American Society of Mechanical Engineers (ASME) ASME มีบทบาทในการพัฒนาอุตสาหกรรมทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล โดยมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบท่อที่สำคัญคือ มาตรฐานเกี่ยวกับหมัดไอน้ำและถังความดัน และมาตรฐานสำหรับการออกแบบท่อความดัน (ASME B31 series). โดยในส่วนของมาตรฐานการออกแบบระบบท่อความดันมีหัวข้อย่อยเช่น

- B31.1. Power Piping
- B31.2. Fuel Gas Piping
- B31.3. Process Piping
- B31.4. Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids
- B31.5. Refrigeration Piping
- B31.8. Gas Transmission and Distribution Piping
- B31.9. Building Services Piping

1.1.5 American Society of Testing and Materials (ASTM) ASTM ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับวัสดุเป็นหลัก

1.1.6 American Water Works Association (AWWA) AWWA เป็นองค์กรไม่แสวงผลกำไรในรูปแบบ

ของสมาคมวิชาชีพด้านการจัดการน้ำ Factory Mutual Research Corporation (FM) เป็นหน่วยงานมุ่งรักษาทรัพย์สินสาธารณะ ด้วยการกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์ต่างๆ และให้การรับรองในด้านความปลอดภัยต่อการเกิดเพลิงไหม้ของอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

1.1.7 International Organization for Standardization (ISO) เป็นเครือข่ายขององค์กรที่รับผิดชอบด้านการกำหนดมาตรฐานของ 157 ประเทศ (ข้อมูลปี 2551) โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ISO ทำหน้าที่ประสานระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อกำหนดมาตรฐานในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งมาตรฐานด้านการจัดการและมาตรฐานของงานทางเทคนิคในสาขาต่างๆ เช่น วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ในด้านระบบท่อ ISO ก็มีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น มาตรฐานของ ท่อ วาล์ว และปั๊ม

1.1.8 National Fire Protection Association (NFPA) NFPA เป็นองค์กรทางวิชาการเกี่ยวกับการป้องกัน และควบคุมเพลิงไหม้ ซึ่งมาตรฐานที่ออกโดย NFPA เป็นที่ยอมรับยึดถือเป็นแนวทางในการออกแบบระบบท่อดับเพลิง

1.1.9 National Sanitation Foundation (NSF) เป็นองค์กรที่ดูแลและกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับระบบสาธารณสุขโลก เช่นมาตรฐานของระบบท่อน้ำดื่ม

1.1.10 Underwriters Laboratories (UL) UL เป็นองค์กรอิสระที่ทำงานด้านความปลอดภัยเป็นหลัก องค์กรนี้ทำการทดสอบออกข้อกำหนด มาตรฐาน และให้การรับรอง วัสดุ อุปกรณ์ และ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีผลต่อความปลอดภัยของสาธารณะชน

1.1.11 มาตรฐานท่อระบบสุขาภิบาล (มยพ. 3101-51) สำหรับมาตรฐานท่อระบบสุขาภิบาลฉบับนี้ กรมโยธาธิการและผังเมืองได้พัฒนาปรับปรุงมาจากมาตรฐานท่อประปาภายนอกอาคาร (มยธ 301-2528) และยังได้เพิ่มเติมมาตรฐานท่อประปาภายในอาคารและท่อระบบสุขาภิบาลอื่นๆ เข้าไว้อีกด้วย เพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานได้กว้างขวางขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ใช้เป็นมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมืองและหน่วยงานต่างๆ สำหรับให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม เป็นสถาบันมาตรฐานแห่งชาติ ที่จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 มีหน้าที่ดำเนินงานด้านมาตรฐานของประเทศ เพื่อความปลอดภัยและเศรษฐกิจของประเทศแล้ว ยังมีหน้าที่ส่งเสริมอุตสาหกรรม เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาลตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติอีกด้วย

1.2.1 มาตรฐานพื้นฐาน (Basic Standard) หมายถึง ประเภทหนึ่งของมาตรฐานซึ่งมีการกำหนดอย่างกว้างๆ ในแต่ละด้าน เพื่อประโยชน์ในการ ศึกษาและการนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้อง (บางประเทศใช้ Fundamental Standard หรือ General Standard) ได้แก่ มาตรฐานหน่วยการวัดต่างๆ มาตรฐานวิธีปฏิบัติ มาตรฐานการทดสอบ หรือ มาตรฐานคุณภาพมาตรฐานสำหรับการผลิตที่เป็นยอมรับในประเทศไทยได้แก่

1.2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หมายถึง มาตรฐานซึ่งมีข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพบางประการ หรือทั้งหมดที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ ซึ่งแล้วแต่ความจำเป็นหรือความเหมาะสมในขณะนั้น ๆ โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์นี้จะมีข้อกำหนดที่เป็นคุณลักษณะที่ต้องการโดยตรงหรือโดยอ้อมของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพ ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

เช่นการกำหนดคำจำกัดความหรือนิยาม จำนวนแบบ เกณฑ์ทางเทคนิค คุณสมบัติที่สำคัญ คุณภาพของวัตถุดิบ นำมาผลิตกรรมวิธีในการทำ วิธีวิเคราะห์ หรือการบรรจุ และหีบห่อ เป็นต้น

1.2.3 GMP (Good Manufacturing Practice)หมายถึง หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร เป็นเกณฑ์หรือข้อกำหนดขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุมเพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตาม และทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นการป้องกันและขจัดความเสี่ยงที่อาจจะทำให้อาหารเป็นพิษ เป็นอันตราย หรือเกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค มาตรฐาน GMP เป็นระบบประกันคุณภาพที่มีการปฏิบัติ และพิสูจน์จากกลุ่มนักวิชาการด้านอาหารทั่วโลกแล้วว่า สามารถทำให้อาหารเกิดความปลอดภัย เป็นที่เชื่อถือยอมรับจากผู้บริโภค โดยอาศัยหลายปัจจัยที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ดังนั้นหากยังสามารถปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดได้ทั้งหมด ก็จะทำให้อาหารมีคุณภาพมาตรฐานและมีความปลอดภัยมากที่สุด

1.2.4 HACCP คือ ระบบการการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร (Hazard Analysis and Critical Control Point) ระบบมาตรฐาน HACCP เป็นหลักประกันความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค โดยมีการควบคุมการผลิตในการผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย เน้นที่การป้องกันและขจัดความเสี่ยงที่จะทำให้อาหารเป็นพิษ เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สามารถยกระดับมาตรฐานการผลิตให้กับโรงงาน โดยมีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของอาหารอย่างมีระบบ และสามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับข้อกำหนดของประเทศคู่ค้า

1.2.5 มาตรฐานอาหารฮาลาล สถาบันมาตรฐานอาหารฮาลาลคณะกรรมการกลางอิสลามแห่งประเทศไทย เป็นองค์กรที่ให้การรับรองมาตรฐานอาหารฮาลาลแห่งชาติ หรือผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านกรรมวิธีในการทำ ผสม ปิ้ง ประคบ หรือแปรรูปตามศาสนบัญญัติ เพื่อการรับประกันให้ชาวมุสลิมสามารถบริโภคได้อย่างสนิทใจ

1.2.6 เครื่องหมายมาตรฐาน o สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นองค์กรที่ให้การรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารที่มีคุณภาพ มีความปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับของนานาชาติประเทศ เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับฟาร์มหรือแหล่งปลูกที่ดำเนินการตาม GAP (Good Agriculture Practices หรือการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม) มีมาตรฐาน COC (Code of Conduct หรือข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม) และ ระบบประกันคุณภาพ GMP (Good Manufacturing Practice หรือหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร)

1.2.7มาตรฐานระบบการจัดการคุณภาพ iso 9000 มุ่งส่งเสริมให้มีการนำการบริหารโดยการมองและคิดอย่างเป็นกระบวนการสำหรับการจัดทำระบบบริหารคุณภาพ การนำระบบบริหารคุณภาพไปประยุกต์ใช้

และการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบริหารขององค์กร ทั้งนี้เพื่อให้องค์กรสามารถเสริมสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าของตนด้านการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

1.2.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อินทรีย์กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นองค์กรที่ให้การรับรองเครื่องหมายรับรองมาตรฐานระบบการผลิตทางการเกษตรที่คำนึงถึงการใช้ปัจจัยการผลิตจากสารอินทรีย์ เพื่อรักษาสมดุลของธรรมชาติ รักษาสภาพแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพ และหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อม

1.2.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) หมายถึง ข้อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยชุมชน เป็นข้อกำหนดที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน เหมาะกับสภาพการผลิตของชุมชน เครื่องหมาย มผช. ให้การรับรองโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(สมอ.) โดยจะมีเงื่อนไขการรับรอง ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และต่างจากการให้การรับรองเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของสมอ. จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน(มผช.)

1.3 เครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป

1.3.1 เครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป เครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป คือ เครื่องหมายที่สมอ. ให้กับผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ เพื่อเป็นการรับรองว่า มีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ในประเภทนั้นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร วัสดุสำนักงาน เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น โดยผู้ผลิตสามารถยื่นขอการรับรองคุณภาพนี้ได้ตามความสมัครใจ เพื่อเป็นหลักประกัน และเครื่องหมายยืนยันให้กับผู้บริโภคว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีคุณภาพเหมาะสมกับราคา และมีความปลอดภัยต่อการใช้ รวมถึง เป็นแนวทางให้ผู้ผลิตในการพัฒนาและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกด้วย



รูปเครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป

1.3.2 เครื่องหมายมาตรฐานบังคับเครื่องหมายมาตรฐานบังคับ คือ เครื่องหมายรับรองผลิตภัณฑ์บางกลุ่ม ที่กฎหมายกำหนดว่าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อสร้างความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้งาน ทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน รวมถึง ยังเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อสังคมส่วนรวมและระบบเศรษฐกิจของประเทศ ยกตัวอย่าง เช่น ไม้ขีดไฟ สายไฟฟ้า ผงซักฟอก ของเล่นเด็ก ท่อ PVC ผลิตภัณฑ์เหล็ก หมวกกันน็อก บัลลัสต์ หรือถังดับเพลิง โดยกฎหมายจะใช้บังคับครอบคลุมทั้งผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จัดจำหน่าย ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะต้องมีสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายมาตรฐานบังคับ ติดแสดงไว้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นการยืนยันว่า ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีความปลอดภัย และได้ผ่านการตรวจสอบรับรองมาตรฐานแล้ว



รูปเครื่องหมายมาตรฐานบังคับ

1.3.3 เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย คือ เครื่องหมายที่ใช้เพื่อรับรองว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น ในกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า อย่าง เตารีด และพัดลมไฟฟ้า เป็นต้น ทั้งนี้ เป็นเครื่องหมายที่มีทั้งแบบบังคับและไม่บังคับ โดยตามข้อกำหนดของอมส. จะเน้นมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยเป็นหลัก เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค ให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน ในกรณีที่ เป็นเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยแบบบังคับ จะมีผลครอบคลุมทั้งในส่วนของผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จำหน่าย ซึ่งต้องปฏิบัติตาม



รูปเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย

1.3.4 เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม คือ เครื่องหมายที่ใช้รับรองคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ว่ามีส่วนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หรือไม่ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรที่มากเกินไป เช่น การประหยัดน้ำ หรือไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนให้ดีขึ้น และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมส่วนรวม เป็นต้น โดยเครื่องหมายนี้จะมีทั้งรูปแบบ บังคับ และไม่บังคับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายดังกล่าว เช่น ตู้เย็นที่ไม่ใช้สาร CFC และเครื่องซักผ้าที่สามารถประหยัดปริมาณน้ำที่ใช้ ในกรณีที่ เป็นเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมแบบบังคับ จะมีผลครอบคลุมทั้งในส่วนของผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จำหน่าย ซึ่งต้องปฏิบัติตาม



รูปเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม

1.3.5 เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า คือ เครื่องหมายที่ใช้รับรองว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ สามารถใช้พร้อมกันหลายชิ้น หรือทำงานร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ โดยไม่ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับหนึ่ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติของความ

เข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งนี้ เครื่องหมายนี้มีทั้งแบบบังคับและไม่บังคับ โดยส่วนมากจะเป็นเครื่องหมายที่อยู่บนผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น โทรศัพท์ เครื่องมือทางการแพทย์ โทรสาร และเครื่องรับ-ส่งวิทยุ เป็นต้นในกรณีที่เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าแบบบังคับ จะมีผลครอบคลุมทั้งในส่วนของผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จำหน่าย ซึ่งต้องปฏิบัติตาม



รูปเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

1.3.6 เครื่องหมายมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ตรามผช. หรือเครื่องหมายมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ เครื่องหมายที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ออกให้เพื่อรับรองว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ผลิตด้วยการรวมกลุ่มภายในชุมชน รวมถึง ได้พัฒนาและยกระดับคุณภาพ ตามนโยบายโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของรัฐบาลทั้งนี้ เงื่อนไขการรับรองเครื่องหมายมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) จะไม่ซับซ้อนเท่ากับการรับรองเครื่องหมายมอก. โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจากสมอ. แล้ว จะมีเครื่องหมายมผช. อยู่ที่ผลิตภัณฑ์



รูปเครื่องหมายมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน

1.3.7 มาตรฐานการตรวจสอบและรับรองแห่งชาติ (มตช.) มาตรฐานการตรวจสอบและรับรองแห่งชาติ หรือ มตช. คือ เครื่องหมายที่ใช้รับรองระบบงานและการบริหารงาน ว่าสามารถดำเนินการให้เหมาะสม หรือรองรับสำหรับการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ เช่น การจัดการความปลอดภัยภายในโรงเรียน การบริหารงานคุณภาพของห้องปฏิบัติการ หรือแนวทางการใช้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนในองค์กร เป็นต้น ทั้งนี้ เป็นเครื่องหมายที่ทางผู้ประกอบการสามารถยื่นขอการรับรองได้ตามความสมัครใจ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ และการได้รับการยอมรับจากทั้งภายในและต่างประเทศ



รูปมาตรฐานการตรวจสอบและรับรองแห่งชาติ

1.3.8 มาตรฐานการ มอก.ส มาตรฐานการ มอก.ส หรือ เครื่องหมายมาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก.เอส) คือ เครื่องหมายที่ใช้เพื่อรับรองคุณภาพของสินค้าหรือบริการ จากผู้ประกอบการประเภทวิสาหกิจขนาดกลาง วิสาหกิจชุมชน และวิสาหกิจขนาดย่อม (SMEs) โดยครอบคลุมทั้งในกรณีที่เป็นผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายทั้งนี้ ใบรับรองจะมีอายุสูงสุดนานถึง 3 ปี และสามารถต่อได้เรื่อยๆ เพื่อเป็นการสนับสนุนให้วิสาหกิจเหล่านี้ยกระดับคุณภาพสินค้า ให้เป็นที่ยอมรับของตลาด ทั้งภายในและต่างประเทศ

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

จงทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด

- ระบบ SI-UNIT หมายถึง
 - มาตรฐานการวัดของญี่ปุ่น
 - หน่วยที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
 - ระบบมาตรฐานของหน่วยวัดสากล
 - มาตรฐานการวัดของเยอรมัน
- ข้อใดคือหน่วยวัดในระบบ SI-UNIT
 - นิ้ว
 - ปอนด์
 - หลา
 - มิลลิเมตร
- สัญลักษณ์ขนาดเวลาที่มีหน่วยเป็นวินาทีคือ
 - Sic
 - Sec
 - Min
 - Men
- ขนาดของแรงที่มีหน่วยเป็น นิวตันใช้สัญลักษณ์อะไร
 - J
 - Pa
 - K
 - N
- สัญลักษณ์ในการวัดขนาดความดัน ซึ่งมีหน่วยเป็น พาสคาล คือข้อใด
 - N
 - Pa
 - Ne
 - NT
- MICRO ไมโคร (μ) มีค่าเท่าไร
 - 10^{-1}
 - 10^{-2}
 - 10^{-3}
 - 10^{-6}
- อักขระหน่วยวัดภาษากรีก มีกี่ตัว
 - 20 ตัว
 - 25 ตัว
 - 24 ตัว
 - 30 ตัว
- θ สัญลักษณ์นี้หมายถึงอะไร
 - theta
 - zeta
 - alpha
 - beta
- VII ค่าของตัวเลขโรมันที่ขีดเส้นใต้มีค่าเท่าใด
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
- ถ้า 25 กิโลกรัมมีค่าเท่ากับ $25 \times 10^3 = 25000$ กรัมแล้วมีค่าเท่ากับกี่ จิกะกรัม
 - 0.000025
 - 0.00000025
 - 0.00025
 - 0.025

7. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลสิทธิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1. ค
2. ง
3. ข
4. ง
5. ข
6. ง
7. ค
8. ก
9. ง
10. ก

	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 6-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมาตรฐานงานท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานมาตรฐานงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ใช้งานระบบงานท่อตามมาตรฐานสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้งานระบบท่อตามมาตรฐานกำหนด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน มอก. AISI API DIN JIS และมาตรฐานอื่นๆ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบมาตรฐานสากลตามข้อกำหนด

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม

5.2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand

5.3 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม

7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

7.3 ทำการสรุปเนื้อหาที่ผ่านมา เพื่อใช้งานมาตรฐานงานท่อ

7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

9. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลสิทธิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบกิจกรรมที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 6-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมาตรฐานงานท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานมาตรฐานงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ใช้งานระบบงานท่อตามมาตรฐานสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้งานระบบท่อตามมาตรฐานกำหนด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน มอก. AISI API DIN JIS และมาตรฐานอื่นๆ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบมาตรฐานสากลตามข้อกำหนด

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม

5.2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand

5.3 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม

6.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

6.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการใช้งานมาตรฐานงานท่อโดยช่วยกันค้นหาหาข้อมูลให้มากที่สุด

6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

จงหาความหมายของเครื่องหมายในงานระบบท่อ	
เครื่องหมาย	ความหมาย
	
	
	
	
	
	
	
	

7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				

	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

๑. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบมอบหมายงานที่ 3		หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20111-2011	วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 6-8
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมาตรฐานงานท่อ		ทฤษฎี 3 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานมาตรฐานงานท่อ			ปฏิบัติ 9 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ใช้งานระบบงานท่อตามมาตรฐานสากลให้มีประสิทธิภาพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้งานระบบท่อตามมาตรฐานกำหนด

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน มอก. AISI API DIN JIS และมาตรฐานอื่นๆ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับ ระบบมาตรฐานสากลตามข้อกำหนด

4.2 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. รายละเอียดของงาน

5.1 จงเติมข้อความหรือสัญลักษณ์ในตารางให้สมบูรณ์

สัญลักษณ์	ความยาว	ปริมาณที่ใช้วัด
Km	กิโลเมตร	ความยาว
μm	ไมโครเมตร	ความยาว
N	นิวตัน	แรง
Mg	เมกะกรัม	มวล
KW	กิโลวัตต์	กำลัง
GJ	จิกะจูล	งาน
GV	จิกะโวลต์	แรงเคลื่อนไฟฟ้า

6.กำหนดเวลาส่งงาน

6.3 ทำยาคาบเรียน

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

7.1 ให้ผู้เรียนทำใบงาน

7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการใช้งานมาตรฐานงานท่อ

7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอเพื่อประเมินต่อไป

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

9. การประเมินผล

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 9-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 12 ชม
ชื่อเรื่อง : งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 หลักการเขียนแบบและอ่านแบบระบบงานท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบงานระบบท่อ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานในระบบท่อ

3.4 ใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบระบบงานท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเกี่ยวกับการเขียนแบบออกแบบระบบท่อ

4.2 อ่านเครื่องหมายในแบบงานระบบท่อ

4.3 เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO CAD ในการเขียนและออกแบบ

4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. สารการเรียนรู้

5.1 การใช้สัญลักษณ์

5.2 การเขียนแบบระบบท่อ

5.3 การให้ขนาดท่อ

5.4 การเขียนแบบระบบท่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5.5 ส่วนประกอบของแบบงานระบบท่อ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็น

รายบุคคล

6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของหน่วยเรียนในท้ายชั่วโมง

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น

7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

7.3 ใบความรู้

7.4 แบบฝึกหัด

7.5 แบบทดสอบ

7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน

8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ

- ใบงาน

9.2.2. สาคิตการปฏิบัติงาน

- แบบฟอร์มประเมินผลการสาคิตการปฏิบัติงาน

9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และ
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. ทดสอบ

9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

1) ผลการแก้ไขปัญหาคาส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาคาครั้งต่อไป

.....

.....

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มีสมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในบางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกในขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่างชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงานหรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 9-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 หลักการเขียนแบบและอ่านแบบระบบงานท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบงานระบบท่อ
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบงานระบบท่อ
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานในระบบท่อ
- 3.4 ใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบระบบงานท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายเกี่ยวกับการเขียนแบบออกแบบระบบท่อ
- 4.2 อ่านเครื่องหมายในแบบงานระบบท่อ
- 4.3 เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO CAD ในการเขียนและออกแบบ
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. สารการเรียนรู้

งานออกแบบจะอยู่ในรูปของตัวแบบ และข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค ซึ่งสามารถนำไปสร้างได้จริง ผู้ออกแบบเป็นผู้รับผิดชอบในการเขียนแบบชุดแรก จากนั้นผู้ติดตั้งที่ทำงานจริงจะเขียนแบบรายละเอียดเฉพาะจุดสำหรับการติดตั้ง และเมื่อติดตั้งเสร็จผู้ติดตั้งจะต้องเขียนแบบชุดสุดท้ายที่มีรายละเอียดตรงกับงานจริงอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งถ้าผู้ออกแบบมีประสบการณ์สูงและมีความเอาใจใส่กับรายละเอียดมากเท่าใดแบบชุดสุดท้ายก็จะมี ความใกล้เคียงกับแบบชุดแรกมากเท่านั้นต่อไปนี้เป็น การอธิบายโดยสังเขปเกี่ยวกับการเขียนแบบระบบท่อโดยเน้นที่แบบชุดแรกที่มาจากการออกแบบ

1.1 การใช้สัญลักษณ์

ในการเขียนแบบแปลนนิยมใช้สัญลักษณ์ที่ดูง่ายแทนส่วนประกอบต่างๆในระบบท่อ บริษัทออกแบบต่างๆอาจใช้สัญลักษณ์ต่างกันซึ่งจะมีการเขียนคำอธิบายไว้ในหน้าแรกของชุดแบบ อย่างไรก็ตามสัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในการออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรมแบบเส้นเดียวมีดังตารางที่ 1.1

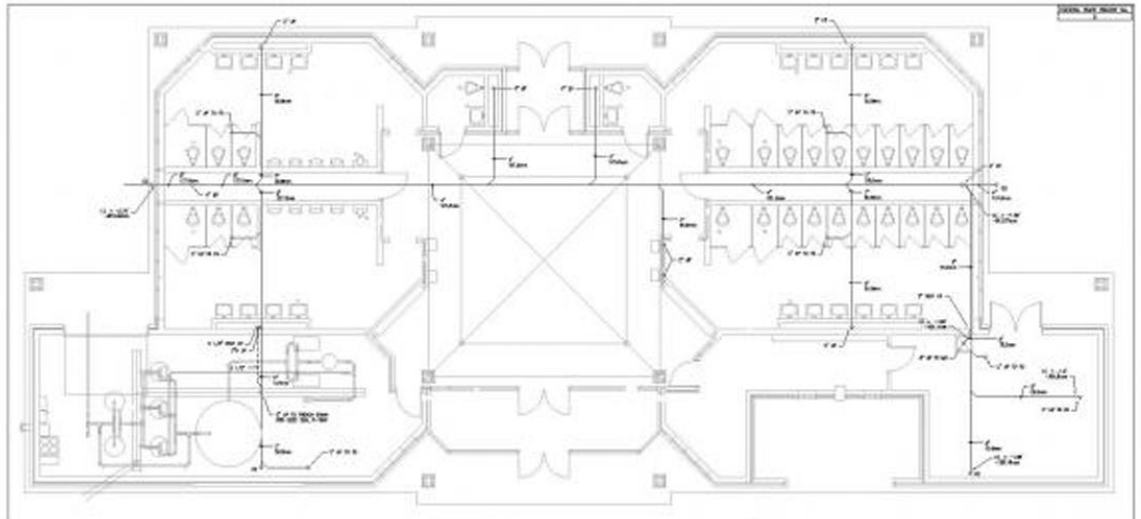
ตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในการเขียนแบบระบบท่อแบบเส้นเดียว

SYMBOLS	DESCRIPTION
	BLIND FLANGED END
	CAP END
	ELBOW 45 DEGREE
	ELBOW 90 DEGREE
	LATERAL
	ELBOW TURNED DOWN
	ELBOW TURNED UP
	FLANGED PIPE CONNECTION
	TEE
	TEE , OUTLET DOWN
	TEE , OUTLET UP
	TEE , BOTTOM CONNECTION
	TEE , TOP CONNECTION
	FLOW IN DIRECTION OF ARROW
	PRESSURE GAUGE
	FLEXIBLE CONNECTION
	STRAINER
	CLEANOUT
	FLOOR CLEANOUT
	FLOOR DRAIN
	ROOF DRAIN
	WATER METER
	FLOW REGULATOR
	VALVE (UNSPECIFIED)
	GLOBE VALVE

SYMBOLS	DESCRIPTION
	CHECK VALVE
	BALL VALVE
	BUTTERFLY VALVE
	PRESSURE REGULATING VALVE
	MOTORIZING VALVE
	MULTIPURPOSE BALANCING VALVE
	SOLENOID VALVE
	AUTOMATIC AIR VENT WITH VALVE
	SAFETY OR RELIEF VALVE
	MODULATING FLOAT VALVE
	FLOAT VALVE
	FOOT VALVE
	CONDUCTIVE LEVEL SWITCH
	PUMP
	OS & Y GATE VALVE
	ANGLE VALVE
	SIGHT FLOW INDICATOR
	EQUIPMENT DRAIN
	OPEN WASTE CONE
	CLOSED WASTE CONE
	UNION
	REDUCER
	REDUCER CONCENTRIC
	REDUCER ECCENTRIC STRAIGHT INVERT
	REDUCER ECCENTRIC STRAIGHT CROWN

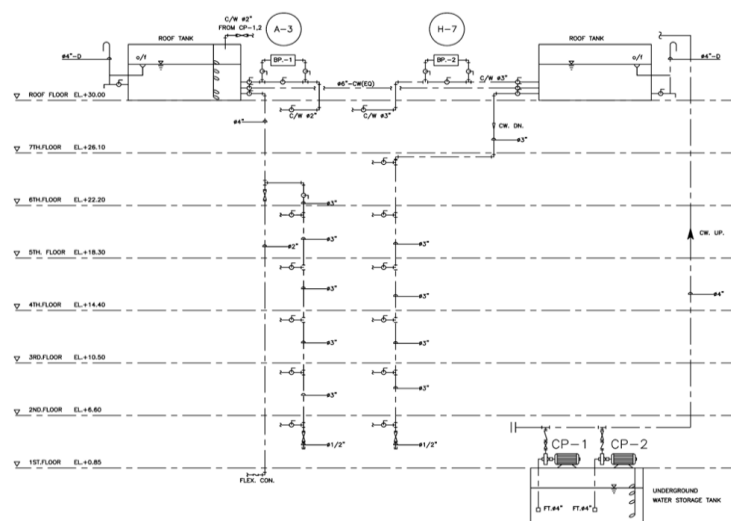
1.2 การเขียนแบบระบบท่อ

การเขียนแบบท่อในขั้นตอนการออกแบบ นิยมเขียนเป็นแบบเส้นเดียวลงบนแบบแปลนของอาคาร โดยแบบท่อของแต่ละชั้นเป็นการมองจากด้านบนเรียกว่า Floor Plan ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งรายละเอียดของข้อต่อองต่างๆอาจไม่ครบถ้วน ยกเว้นในกรณีที่เป็นท่อขนาดใหญ่จะเขียนเป็นแบบเส้นคู่เพื่อแทนขนาดของท่อด้วยเพื่อป้องกันความผิดพลาด (เช่นท่อกว้างกว่าพื้นที่ที่เตรียมไว้สำหรับเดินท่อ) โดยมีแบบรายละเอียดการติดตั้งและข้อกำหนดการติดตั้งแนบไปด้วยดังจะกล่าวในหัวข้อ ต่อไป



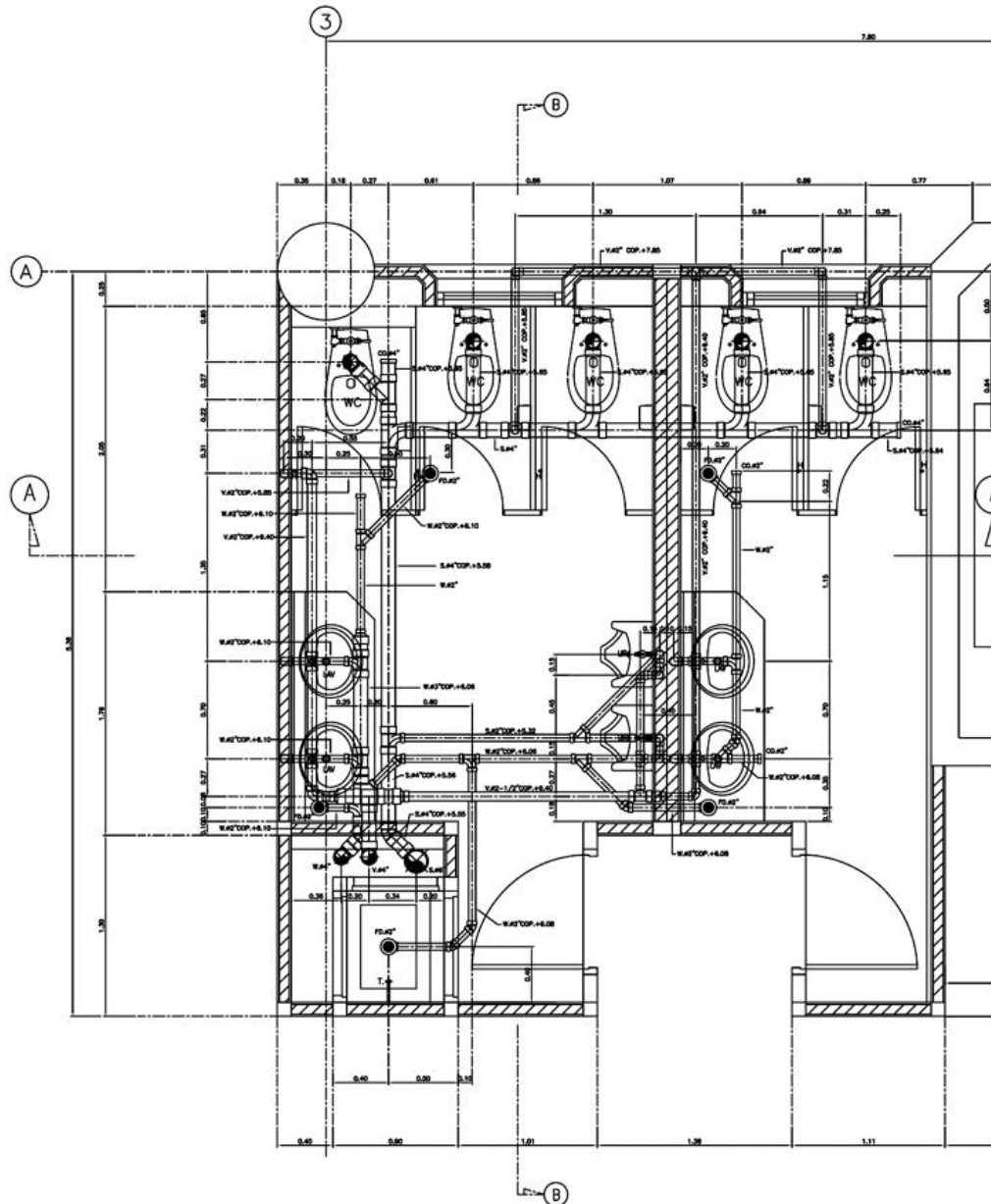
รูปที่ 1.1 แบบแปลนเส้นเดียวของระบบท่อน้ำ

นอกจากแบบแปลนแล้วแบบที่สำคัญอีกแบบหนึ่งคือแบบเค้าโครง หรือ Schematic Diagram หรือ Riser Diagram ซึ่งเป็นแบบอย่างง่ายที่แสดงว่าของเหลวถูกส่งไปที่ใดบ้าง (เปรียบได้กับ แบบวงจรการต่อสายไฟฟ้า) โดยไม่ได้เขียนบนสัดส่วนจริงของอาคาร แบบนี้จะแสดงระดับความสูงที่ส่วนต่างๆของระบบ แต่จะไม่แสดงระยะระยะทางจริงในแนวนอน ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตัวอย่าง Schematic diagram ของระบบนาประปาในอาคาร

ในขั้นตอนการติดตั้งจะมีการเขียนแบบเพื่อการติดตั้ง (Shop drawing) ซึ่งจะมีการวัดระยะหน้างานจริง และเขียนข้อต่อและข้องอต่างๆตามจริง โดยอาจเขียนเป็นแบบไอโซเมตริก หรือเขียนเป็นสามมิติตามแต่ความจำเป็น เมื่องานสร้างเสร็จแล้วผู้ติดตั้งก็จะเขียนแบบตามที่สร้างจริง (As-built drawing) ส่งให้เจ้าของงานใช้อ้างอิงต่อไป ดังรูปที่ 1.3

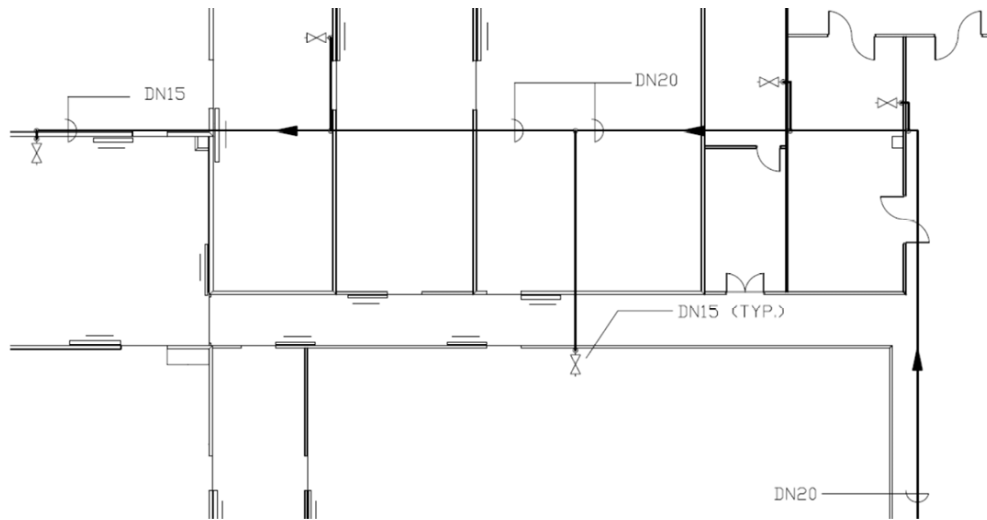


รูปที่ 1.3 ตัวอย่าง As-built drawing ของระบบน้ำทิ้งในอาคาร

1.3 การให้ขนาดท่อ

การกำหนดขนาดท่อลงในแบบแปลนแบบเส้นเดียวนิยมใช้เส้นท่อด้วยสัญลักษณ์เส้นโค้งวนรอบท่อ ดังรูปที่ 1.4 ซึ่งจะมีการระบุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ โดยหากท่อมีขนาดเท่าๆกันในบริเวณใกล้เคียงกัน ก็

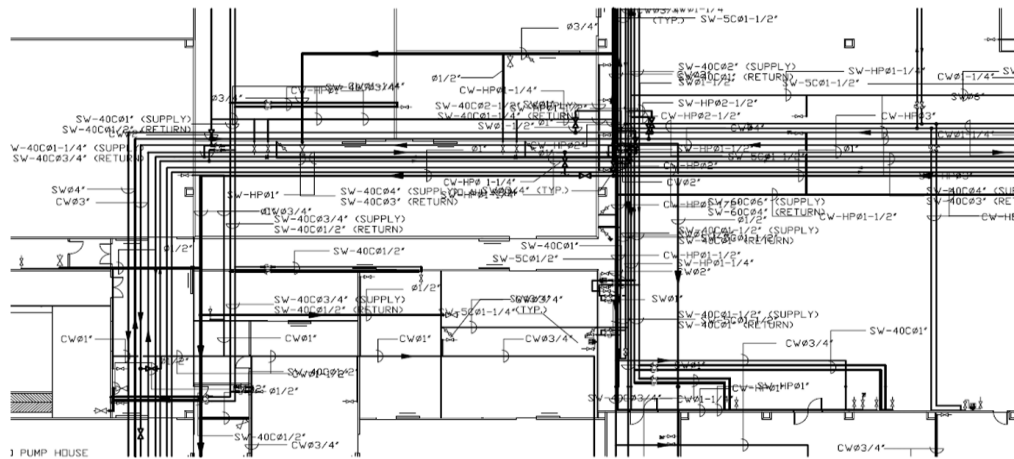
จะใช้คำย่อ (TYP.) แทนความหมายว่าเหมือนกันหมด (TYPICAL) นอกจากนี้ควรมีลูกศรระบุทิศทางของการไหลด้วย



รูปที่ 1.4 การกำหนดขนาดท่อลงในแบบ

1.4 การเขียนแบบระบบท่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันการเขียนแบบงานโครงสร้างและงานระบบทั้งหมดทำบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมที่นิยมใช้มากที่สุดได้แก่โปรแกรม AutoCAD โปรแกรมนี้มีจุดเด่นคือการจัดแบ่งเลย์เออร์ ซึ่งเปรียบเสมือนการทำงานบนแผ่นใสที่วางซ้อนกัน สถาปนิกจะเขียนแบบแปลไว้บน เลย์เออร์ชุดหนึ่งจากนั้นวิศวกรจะทำงานบน เลย์เออร์อีกชุดหนึ่ง วิศวกรไฟฟ้าจะนำแบบสถาปัตย์ ไปออกแบบระบบไฟฟ้า วิศวกรโยธานำแบบสถาปัตย์ไปออกแบบโครงสร้าง ส่วนวิศวกรเครื่องกลนำแบบสถาปัตย์มาออกแบบงานระบบเช่น ระบบปรับอากาศ ระบบประปา ระบบระบายน้ำ ถ้าเป็นอาคารอุตสาหกรรมก็ต้องออกแบบระบบทางกลอื่นๆอีก เช่น ระบบหล่อเย็น ระบบอากาศอัด และ ระบบไอน้ำ เป็นต้น โดยในการออกแบบระบบเหล่านี้จะมีระบบท่อเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยถ้างานไม่ใหญ่มาก ระบบทางกลทั้งหมดก็อาจจะถูกเชื่อมรวมทับกันไว้ในไฟล์เดียวกัน และเลือกเปิด-ปิด เลย์เออร์เพื่อแสดงแบบที่ต้องการก็ได้ รูปที่ 1.5 แสดงตัวอย่างแบบแปลนของระบบท่อทุกระบบที่ถูกเขียนลงในไฟล์เดียวกัน ทั้งนี้เมื่อออกแบบทุกระบบในไฟล์เดียวกัน ผู้ออกแบบสามารถมองภาพรวมเพื่อปรับการวางแนวท่อต่างๆให้เหมาะสมได้อีกด้วย



รูปที่ 1.5 การเขียนท่อหลายระบบลงไฟล์เดียวกัน

คำแนะนำเบื้องต้นในการเขียนแบบในคอมพิวเตอร์คือการจัดระเบียบของเลย์เออร์โดยการสร้างและตั้งชื่อเลย์เออร์อย่างเป็นระเบียบ เช่น

- 1-CW-pipe สำหรับเขียนเส้นท่อน้ำประปา
- 1-CW-text สำหรับเขียนข้อความในระบบท่อน้ำประปา
- 2-W-pipe สำหรับเขียนเส้นท่อน้ำเสีย
- 2-W-text สำหรับเขียนข้อความในระบบท่อน้ำเสีย
- 2-S-pipe สำหรับเขียนเส้นท่อน้ำโสโครก
- 2-S-text สำหรับเขียนข้อความในระบบท่อน้ำโสโครก

โดยที่ 1 แทนระบบประปา และ 2 แทนระบบระบายน้ำ เป็นต้นจากนั้นกำหนดสีและน้ำหนักของเส้นให้เหมาะสม เช่นโดยให้แบบสถาปัตย์ทั้งหมดมีสีเดียวกัน และมีน้ำหนักเส้นน้อยกว่าเส้นท่อ และกำหนดสีของท่อแต่ละระบบให้ต่างกัน เพื่อมองได้ง่ายเวลาเปิดเลย์เออร์พร้อมกันเขียนแบบ ข้อต่อ ข้องอ วาล์ว และ ชิ้นส่วนต่างๆ ไว้บนเลย์เออร์ 0 และจัดเก็บเป็นบล็อกเพื่อเรียกมาใช้งานได้สะดวก และทำการสร้าง กรอบและช่องใส่ชื่อแบบไว้ในเลย์เออร์มาตรฐานสำหรับการพิมพ์แบบ โดยรายละเอียดในการใช้โปรแกรมมักเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาวิชาการาฟิควิศวกรรมที่นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ได้เรียนนอกจากการเขียนแบบท่อในลักษณะสองมิติด้วยโปรแกรม AutoCAD แล้ว ปัจจุบันการออกแบบอาคารมีการใช้โปรแกรมออกแบบอาคารแบบสามมิติ เช่น Autodesk Revit ออกแบบท่อสามารถทำได้เสมือนจริงในสามมิติ และนำไปสู่การสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling - BIM) ส่วนโครงการที่มีระบบท่อเป็นหลัก เช่น ในการออกแบบโรงงานปิโตรเคมี นิยมใช้โปรแกรมเฉพาะทางสำหรับการออกแบบท่อ ซึ่งสามารถเขียนแบบเป็นสามมิติ ประเมินปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ รวมทั้งทำการวิเคราะห์การไหลและวิเคราะห์ความเค้นของท่อได้ด้วย อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิชานี้จะอิงกับวิธีการพื้นฐานในการเขียนแบบสองมิติเป็นหลัก

1.5 ส่วนประกอบของแบบงานระบบท่อ

แบบงานระบบจะประกอบด้วยแบบหลายแผ่นที่มีการเรียงลำดับหมายเลขอย่างต่อเนื่อง จัดพิมพ์ในขนาดที่เหมาะสมกับการมองเห็นด้วยสเกลมาตรฐาน เช่น 1:100 หรือ 1:50 เป็นต้น โดยการจัดเรียงมักมีลำดับดังนี้

- หน้าปก
- สารบัญแบบ
- รายการสัญลักษณ์
- ตารางอุปกรณ์รายละเอียดของอุปกรณ์
- แบบเค้าโครงของระบบ
- แบบแปลน
- แบบขยายหรือภาพตัด
- แบบรายละเอียดทั่วไป

นอกจากแบบแล้วยังต้องมีรายละเอียดประกอบแบบได้แก่ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิคต่างๆ ที่สามารถระบุได้ด้วยข้อความ เช่น ข้อกำหนดด้านวัสดุ ข้อกำหนดด้านผู้ผลิตอุปกรณ์มาตรฐานรับรอง และข้อกำหนดด้านการติดตั้ง เป็นต้น แบบงานระบบรวมกับรายละเอียดประกอบแบบรวมกันเป็นข้อกำหนดอ้างอิงของงาน (Terms of reference - TOR) ที่จะใช้สำหรับการว่าจ้างเหมาก่อสร้าง ซึ่งจะเห็นได้ว่ารายละเอียดประกอบแบบเป็นส่วนสำคัญอย่างมาก เนื่องจากถ้าไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างชัดเจนแล้ว ในการก่อสร้างจริง ผู้ก่อสร้างก็สามารถเลือกวัสดุคุณภาพต่ำที่ราคาถูกมาติดตั้งได้ ทั้งนี้ในระหว่างโครงการอาจมีสาเหตุต่างๆให้มีการแก้ไขแบบซึ่งผู้ออกแบบจะออกแบบแก้ไข (Revision) เพิ่มเติมไปกับแบบชุดเดิมได้อีก

นอกจากเรื่องแบบและข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิคแล้ว ผู้ออกแบบยังต้องประเมินราคาก่อสร้างระบบด้วยโดยค่าออกแบบจะเป็นสัดส่วนของมูลค่างานระบบท่ออีกทีหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไประบบท่อจะมีมูลค่าประมาณ 7-8% ของมูลค่างานก่อสร้างโรงงาน ประเมินราคาจะต้องมีการรวบรวมว่าต้องใช้วัสดุอะไรจำนวนเท่าใด เรียกว่า Bill of quantity Bill of Material (BOM) ซึ่งในการทำ BOQ ผู้ออกแบบจะต้องย้อนกลับไปวาดไว้อีกครั้ง เพื่อถอดจำนวนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ออกจากแบบ โดยตัวอย่างของ BOQ แสดงในตาราง ทั้งหมดนี้เป็นภาพรวมในเบื้องต้นของการจัดทำแบบงานระบบท่อทางวิศวกรรม ซึ่งรายละเอียดที่ครบถ้วนนักศึกษาจะต้องศึกษาจากการทำงานจริงต่อไป

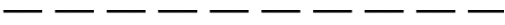
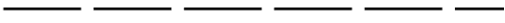
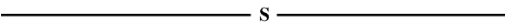
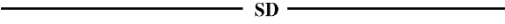
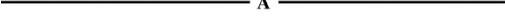
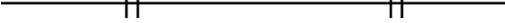
ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างของตารางประเมินราคา

ITEM	DESCRIPTION	QTY.	UNIT	MATERIAL		LABOUR		TOTAL
				U COST	COST	U COST	COST	
1	CW Piping System							
	Pipe				-		-	-
	DA 1/2"	363	m	35.00	12,705.00	20.00	7,260.00	19,965.00
	DA 3/4"	792	m	48.00	38,016.00	25.00	19,800.00	57,816.00
	DA 1"	748	m	70.00	52,360.00	30.00	22,440.00	74,800.00
	DA 1 1/4"	71	m	86.00	6,106.00	40.00	2,840.00	8,946.00
	DA 1 1/2"	215	m	100.00	21,500.00	50.00	10,750.00	32,250.00
	DA 2"	84	m	144.00	12,096.00	60.00	5,040.00	17,136.00
	DA 2 1/2"	132	m	180.00	23,760.00	70.00	9,240.00	33,000.00
	DA 3"	121	m	240.00	29,040.00	90.00	10,890.00	39,930.00
	DA 4"	248	m	340.00	84,320.00	110.00	27,280.00	111,600.00
	DA 6"	106	m	540.00	57,240.00	140.00	14,840.00	72,080.00
					-		-	-
	Fitting				-		-	-
	DA 1/2"	1	lot	7,623.00	7,623.00	1,452.00	1,452.00	9,075.00
	DA 3/4"	1	lot	22,809.60	22,809.60	3,960.00	3,960.00	26,769.60
	DA 1"	1	lot	31,416.00	31,416.00	4,488.00	4,488.00	35,904.00
	DA 1 1/4"	1	lot	3,663.60	3,663.60	568.00	568.00	4,231.60
	DA 1 1/2"	1	lot	12,900.00	12,900.00	2,150.00	2,150.00	15,050.00
	DA 2"	1	lot	7,257.60	7,257.60	1,008.00	1,008.00	8,265.60
	DA 2 1/2"	1	lot	14,256.00	14,256.00	1,848.00	1,848.00	16,104.00
	DA 3"	1	lot	17,424.00	17,424.00	2,178.00	2,178.00	19,602.00
	DA 4"	1	lot	50,592.00	50,592.00	5,456.00	5,456.00	56,048.00
	DA 6"	1	lot	34,344.00	34,344.00	2,968.00	2,968.00	37,312.00
					-		-	-
	Hanger and Support	1	lot	84,285.75	84,285.75	32,595.00	32,595.00	116,880.75
					-		-	-
	Ball Valves				-		-	-
	DA 1/2"	30	pcs	180.00	5,400.00	100.00	3,000.00	8,400.00
	DA 3/4"	10	pcs	240.00	2,400.00	100.00	1,000.00	3,400.00
	DA 1"	12	pcs	320.00	3,840.00	100.00	1,200.00	5,040.00
	DA 1 1/4"	5	pcs	450.00	2,250.00	150.00	750.00	3,000.00
	DA 1 1/2"	10	pcs	600.00	6,000.00	150.00	1,500.00	7,500.00
	DA 2"	14	pcs	940.00	13,160.00	200.00	2,800.00	15,960.00
	DA 2 1/2"	6	pcs	2,800.00	16,800.00	300.00	1,800.00	18,600.00
	DA 3"	4	pcs	4,600.00	18,400.00	300.00	1,200.00	19,600.00
	DA 4"		pcs		-	400.00	-	-
	DA 6"		pcs		-	600.00	-	-
					-		-	-
	Butterfly Valves				-		-	-
	DA 3"		pcs		-		-	-
	DA 4"	2	pcs	5,500.00	11,000.00	400.00	800.00	11,800.00
	DA 6"		pcs		-		-	-
					-		-	-
	Automatic Air Vent	6	pcs	2,400.00	14,400.00	100.00	600.00	15,000.00
					-		-	-
	WHR 1 - 11 FU	13	pcs	3,400.00	44,200.00	100.00	1,300.00	45,500.00
	WHR 12 - 32 FU	9	pcs	3,800.00	34,200.00	100.00	900.00	35,100.00
	WHR 33 - 60 FU	7	pcs	4,800.00	33,600.00	100.00	700.00	34,300.00
	WHR 61 - 113 FU	4	pcs	5,900.00	23,600.00	100.00	400.00	24,000.00
	WHR 114 - 154 FU		pcs		-		-	-
	WHR 155 - 330 FU		pcs		-		-	-
					-		-	-
	Accessories	1	lot	33,714.30	33,714.30	100.00	100.00	33,814.30
	SUBTOTAL				886,678.85		207,101.00	1,093,779.85
2	Overhead and Profit				88,667.89		20,710.10	109,377.99
	SUBTOTAL				88,667.89		20,710.10	109,377.99
	VAT							
	TOTAL				975,346.74		227,811.10	1,203,157.84

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

6.1 ให้นักศึกษาหาความหมายภาพสัญลักษณ์ของงานต่อไปนี้

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เส้นสัญลักษณ์	ความหมายของท่อ
    	ท่อระบายอากาศ ท่อระบายน้ำเสียใต้พื้นดิน ท่อระบายน้ำเสียเหนือพื้นดิน ท่อน้ำเย็น ท่อน้ำร้อน
 S  SD  A  V  S-CI  S-CT  S-P   G G  FOS  HW  HWR  	เส้นท่อประธานของหัวสปริงเกอร์ ท่อน้ำฝน เส้นท่ออากาศอัด เส้นท่อสุญญากาศ ท่อน้ำเสียเป็นท่อเหล็กหล่อ ท่อน้ำเสียเป็นท่อดินเผา ท่อน้ำเสียเป็นท่อพลาสติก ท่อฉีดน้ำแขนงและหัวฉีดสปริงเกอร์ ท่อแก๊ส ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อจ่ายน้ำร้อน ท่อน้ำร้อนไหลกลับตามระบบ ท่อไอน้ำแรงดันปานกลาง ท่อไอน้ำแรงดันสูง

	ใบงานที่ 4	หน่วยที่...4
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 9-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเขียนแบบระบบงานท่อ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 หลักการเขียนแบบและอ่านแบบระบบงานท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบงานระบบท่อ
- 3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบงานระบบท่อ
- 3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานในระบบท่อ
- 3.4 ใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบระบบงานท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายเกี่ยวกับการเขียนแบบออกแบบระบบท่อ
- 4.2 อ่านเครื่องหมายในแบบงานระบบท่อ
- 4.3 เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO CAD ในการเขียนและออกแบบ
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม
- 5.2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand
- 5.3 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนทำใบงาน
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการเขียนแบบระบบงานท่อ
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

[illegible]

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้นอย่าง สม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้นเป็น ครั้งคราว
	๕. ขอบสนทนา ชักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้ เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบกิจกรรม ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 9-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ	ทฤษฎี 4 ชม. ปฏิบัติ 12 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 หลักการเขียนแบบและอ่านแบบระบบงานท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบงานระบบท่อ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานในระบบท่อ

3.4 ใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบระบบงานท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเกี่ยวกับการเขียนแบบออกแบบระบบท่อ

4.2 อ่านเครื่องหมายในแบบงานระบบท่อ

4.3 เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO CAD ในการเขียนและออกแบบ

4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม

5.2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand

5.3 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

5.4 เครื่องคอมพิวเตอร์

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม

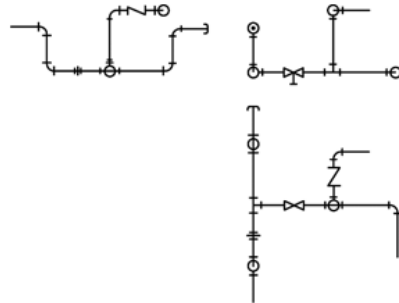
6.2 เตรียมโปรแกรมเครื่องคอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบระบบงานท่อ

6.3 ทำใบงานการเขียนแบบภาพ 2 มิติและ 3 มิติ

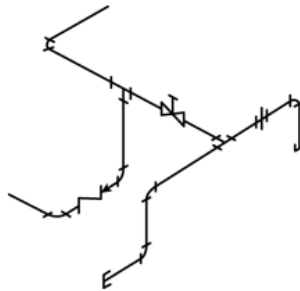
6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

เขียนแบบงานท่อ

1. เขียนภาพท่อ 2 มิติ



2. เขียนภาพท่อ 3 มิติ



7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				

	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ ๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว ๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

๑. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้ในงานในโรงงาน

	ใบมอบหมายงาน ที่ 4		หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20111-2011	วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 9-12
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเขียนแบบระบบงานท่อ		ทฤษฎี 4 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเขียนแบบ ระบบงานท่อ			ปฏิบัติ 12 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 หลักการเขียนแบบและอ่านแบบระบบงานท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบงานระบบท่อ

3.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบงานระบบท่อ

3.3 แสดงความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานในระบบท่อ

3.4 ใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบระบบงานท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายเกี่ยวกับการเขียนแบบออกแบบระบบท่อ

4.2 อ่านเครื่องหมายในแบบงานระบบท่อ

4.3 เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO CAD ในการเขียนและออกแบบ

4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. รายละเอียดของงาน

5.1 ให้ผู้เรียนบอกความหมายของสัญลักษณ์การต่อท่อและวาล์วลงในช่องว่างดังนี้

หน้าแปลน	เกลียว	ปากกระบัง	เชื่อม	บัดกรี	ความหมาย
					สัทาง
					ข้อลต
					ข้อลตเยื่องศูนย์
					ทอแยก
					ประตุน้ำเกทวาล์ว
					ประตุน้ำทางเดีวโกลบวาล์ว
					แองเกิลโกลบวาล์ว
					วาล์วนรภัย
					หน้าแปลนลตขนาด
					ยูเนี่ยน
					ปลอกสวม
					ข้อลต
					วาล์วกันกลับ

6.กำหนดเวลาส่งงาน

6.4 ท้ายคาบเรียน

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบมอบหมายงาน
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการให้ความหมายของสัญลักษณ์การต่อท่อและวาล์ว
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

9. การประเมินผล

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

- 1.1 รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ในงานระบบท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
- 3.2 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว
- 3.3 การเลือกชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงาน
- 4.2 อธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ชนิดต่างๆ ได้
- 4.3 อธิบายวิธีการเลือกเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว แต่ละชนิด
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สาระการเรียนรู้

- | | |
|----------------------------------|---|
| 5.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปัมป์ | 5.2 ความเร็วจำเพาะ |
| 5.3 สมรรถนะของปัมป์ | 5.4 กฎของความเสมือน |
| 5.5 จุดทำงาน | 5.6 จุดทำงานในระบบที่มีความสูงเปลี่ยนแปลง |
| 5.7 จุดทำงานเมื่อมีการทรีวาล์ว | 5.8 การควบคุมจุดทำงานด้วยการปรับความเร็วรอบ |
| 5.9 การต่อปัมป์แบบขนานและอนุกรม | 5.10 การใช้ถึงความดัน |
| 5.11 การเลือกปัมป์ | 5.12 การติดตั้งปัมป์ |

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 6.1 เข้าสู่บทเรียน
 - 6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน
- 6.2 ขั้นการเรียนรู้
 - 6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็นรายบุคคล

6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ในท้ายชั่วโมง

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น

7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

7.3 ใบความรู้

7.4 แบบฝึกหัด

7.5 แบบทดสอบ

7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน

8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ

- ใบงาน

9.2.2. สาริตถ์การปฏิบัติงาน

- แบบฟอร์มประเมินผลการสาริตถ์การปฏิบัติงาน

9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และ
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. ทดสอบ

9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

1) ผลการแก้ไขปัญหาคือส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
----------------------------------	------------

ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มีสมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในบางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกในขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่างชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงานหรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และ การปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ในงานระบบท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
- 3.2 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว
- 3.3 การเลือกชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ในงานระบบท่อ

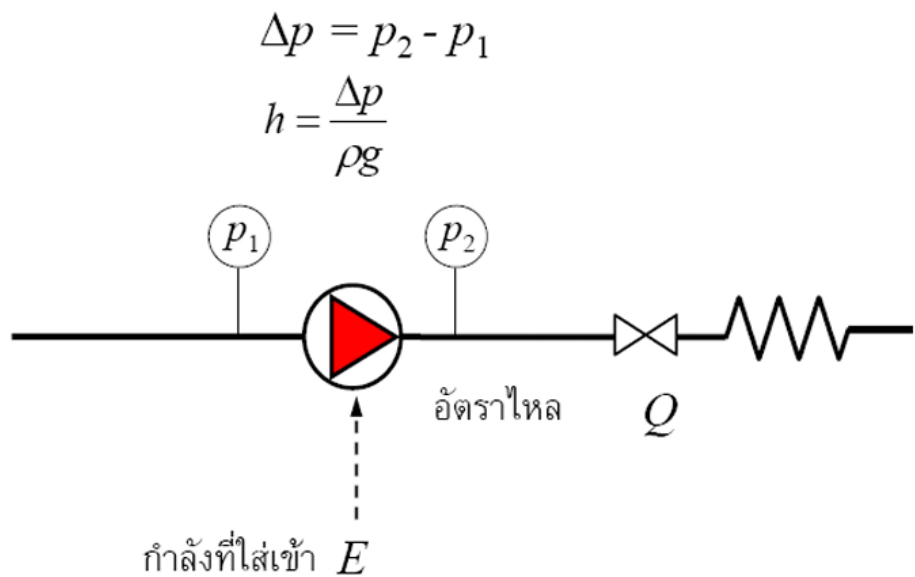
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงาน
- 4.2 อธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ชนิดต่างๆ ได้
- 4.3 อธิบายวิธีการเลือกเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว แต่ละชนิด
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

1.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปัมป์

เป็นเป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบท่อ การออกแบบระบบท่อและการเลือกปัมป์ควรทำให้พร้อมๆกัน เพื่อให้สามารถเลือกปัมป์ให้ทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดปัมป์มีหลากหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดถูกออกแบบสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันดังกล่าวไว้แล้ว พลังงานที่ใส่เข้าไปในปัมป์จะถูกถ่ายเทสู่ของเหลวในรูปของความดันและอัตราการไหล ดังรูปที่ 1.1 โดยความดันที่ปัมป์สร้างขึ้นจะสมดุลกับความดันสูญเสียจากแรงเสียดทานในท่อและอุปกรณ์ประกอบ บวกกันแรงดันในรูปของความสูงที่ต้องนั้นขึ้นขึ้น โดยความที่ จะที่ทางหญิงหวังกำลังกับความดันและอัตราการไหลจะเป็นตามสมการ



รูปที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงกำลังที่เข้าปั๊มเป็นกำลังและอัตราการไหล

$$E_{fluid} = Q \cdot \Delta p$$

เมื่อ E_{fluid} คือกำลังที่ปั๊มส่งให้ของเหลว (Watts)
 Q คืออัตราการไหล (m^3/s)
 Δp คือความดันที่ปั๊มเพิ่มให้กับของเหลว (Pa)

สมการที่ 1.1

ในทางปฏิบัติจะมีประสิทธิภาพในถึง 100% ดังนั้นกำลังที่ต้องใส่ในให้ใน (กำลังที่ใช้หมุนเพลาลูกสูบ) จึงมากกว่าค่าจากสมการ

$$E_{shaft} = \frac{Q \cdot \Delta p}{\eta_{pump}}$$

สมการที่ 1.2

คือประสิทธิภาพของซึ่งจะแปรผันตามจุดทำงานของปั๊มดังกล่าวถึงต่อไป ทั้งนี้ปั๊มส่วนใหญ่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ซึ่งหากจะประเมินกำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้จะต้องหารสมการ ด้วยประสิทธิภาพของมอเตอร์ด้วย

1.2 ความเร็วจำเพาะ

ปั๊มแต่ละชนิดจะนำกำลังไปเปลี่ยนเป็นความดันและอัตราการไหลในสัดส่วนที่ต่างกันโดยปั๊มประเภทปริมาตรแทนที่เชิงบวกจะเน้นการเปลี่ยนกำลังเป็นความดัน ขณะที่ปั๊มประเภทแรงเหวี่ยงจะเน้นการเปลี่ยนกำลังเป็นอัตราการไหล ซึ่งลักษณะเฉพาะของปั๊มที่กล่าวมาสามารถแทนได้ด้วยตัวแปรไร้หน่วยที่เรียกว่า ความเร็วจำเพาะ (Specific speed) ดังสมการ (1.3)

$$\Omega_s = \frac{\Omega \sqrt{Q}}{(\Delta p / \rho)^{3/4}}$$

เมื่อ Ω คือความเร็วในการหมุนของปั๊ม (rad/s)
 Q คืออัตราการไหล (m^3/s)
 Δp คือความดันที่ปั๊มเพิ่มให้กับของเหลว (Pa)
 ρ คือความหนาแน่นของของเหลว (kg/m^3)

สมการที่ 1.3

นอกจากนี้ในระบบอเมริกัน นิยมใช้ความเร็วจำเพาะเป็น

$$N_s = \frac{N \sqrt{Q}}{h^{3/4}}$$

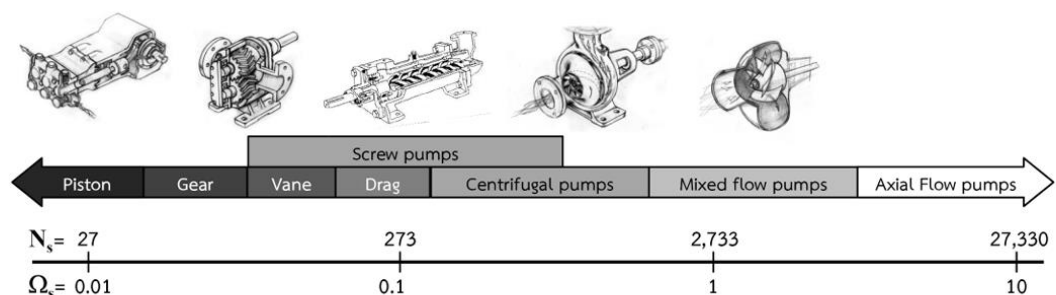
เมื่อ N คือความเร็วในการหมุนของปั๊ม (rpm)
 Q คืออัตราการไหล (gpm)
 h คือเฮดที่ปั๊มเพิ่มให้กับของเหลว (ft)

โดยความสัมพันธ์ระหว่าง Ω_s และ N_s คือ

$$N_s = 2,733 \Omega_s$$

สมการที่ 1.4 และ 1.5

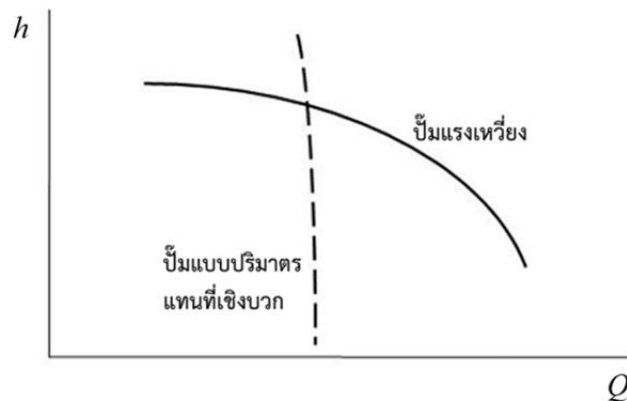
จากสมการ (1.2) ถ้าปั๊มสองตัวที่พิกัดกำลังเดียวกัน มีค่าความเร็วจำเพาะต่างกันสรุปได้ว่าในตัวที่มีควรรวมเร็วจำเพาะสูงกว่าจะทำให้อัตราการไหลมากกว่า แต่ทำความดันได้น้อยกว่า รูปที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วจำเพาะของปั๊มชนิดต่างๆ



รูปที่ 1.2 ความเร็วของปั๊มต่างๆ

1.3 สมรรถนะของปั๊ม

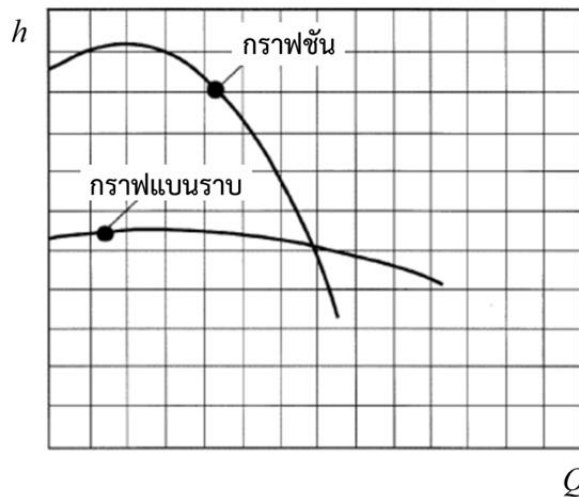
ผู้ผลิตปั๊มจะทำการทดสอบปั๊ม และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและความดันรวม หรือเฮด รวม (Total Dynamic Head - TDH) ซึ่งเป็นเฮดของความดันที่ทำได้รวมกับเฮดของความเร็ว(ที่มีค่าน้อยมาก)อยู่ด้วย ซึ่งสมรรถนะของปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวกและแบบแรงเหวี่ยงจะมีลักษณะแตกต่างกันดังรูปที่ 6.3 โดยจากรูปจะเห็นได้ว่าปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวกจะมีอัตราการไหลที่ค่อนข้างคงที่แม้ว่าแรงต้านจะเปลี่ยนไปมาก ขณะที่ปั๊มแบบแรงเหวี่ยงจะให้การไหลที่แปรผกผันกับแรงต้านอย่างชัดเจน ทั้งนี้ปั๊มทั้งสองแบบส่วนใหญ่แล้วจะต้องกำลังมากขึ้นเมื่อมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้น (ปั๊มแรงเหวี่ยงแบบไหลตามแนวแกนต้องการกำลังน้อยลงเมื่ออัตราการไหลมากขึ้น)



รูปที่ 1.2 ความเร็วของปั๊มต่างๆเส้นกราฟสมรรถนะของปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวกและปั๊มแบบแรงเหวี่ยง

ปั๊มแบบแรงเหวี่ยงแบบไหลตามแนวรัศมี หรือปั๊มเหวี่ยง (Centrifugal pump) เป็นปั๊มแบบที่นิยมใช้มากที่สุด ในระบบขนส่งของเหลวส่วนใหญ่ที่มีความหนืดไม่ต่างจากน้ำมากนัก และไม่ ต้องการแรงดันสูงมาก ดังนั้นส่วนที่เหลือของบทนี้จะเน้นที่การออกแบบระบบที่ใช้ปั๊มแบบเหวี่ยง

เส้นกราฟสมรรถนะของปั๊มเหวี่ยงสามารถแยกเป็นสองลักษณะคือกราฟแบนราบ (Flat curve) และกราฟชัน (Steep curve) ดังรูปที่ 6.4 ซึ่งกราฟสมรรถนะจะจัดว่าเป็นกราฟแบนราบเมื่อความดันขณะปิดวาล์วจนอัตราการไหลเป็นศูนย์ มีค่า 1.1 ถึง 1.2 เท่า ของความดันประสิทธิภาพสูงสุด ปั๊มที่มีกราฟสมรรถนะที่แบนราบเหมาะจะใช้กับระบบปิดที่มีการควบคุมด้วยวาล์วควบคุมแบบสองทางเพราะจะสามารถปรับลดอัตราการไหลให้เหมาะสมกับความต้องการของระบบได้ในตัวเมื่อมีการหรีวาล์ว ขณะที่ปั๊มที่มีสมรรถนะเป็นกราฟชันเหมาะกับการใช้งานมีความดันสูงแต่ต้องการอัตราการไหลคงที่ เช่นระบบน้ำหล่อเย็นผ่านหอผึ่งน้ำ เป็นต้น



รูปที่ 1.3 สมรรถนะของปั๊มเหวี่ยง แบบกราฟแบนราบและและแบบกราฟชัน

1.4 กฎของความเหมือน

ในทางปฏิบัติผู้ผลิตจะผลิตตัวเรือน (Case) และใบปั๊ม (Impeller) หลายขนาดรวมทั้งยังใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนที่ความเร็วรอบต่างกันซึ่งขนาดของใบพัดและความเร็วรอบมีผลต่อสมรรถนะของปั๊มตามกฎของความเหมือน (Affinity laws) โดยประมาณได้ตามชุดสมการ (6.6) และ (6.7) ดังนั้นกราฟสมรรถนะของปั๊มจึงมักมีหลายเส้นสำหรับใบหลายขนาดในกราฟเดียวกฎของความเหมือนสำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบอัตราการไหล

อัตราการไหล	$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^3$
เฮด	$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2$
กำลัง	$\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^5$

สมการที่ 1.6

กฎของความเหมือนสำหรับความเร็วรอบ

อัตราการไหล	$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)$
เฮด	$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$
กำลัง	$\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^3$

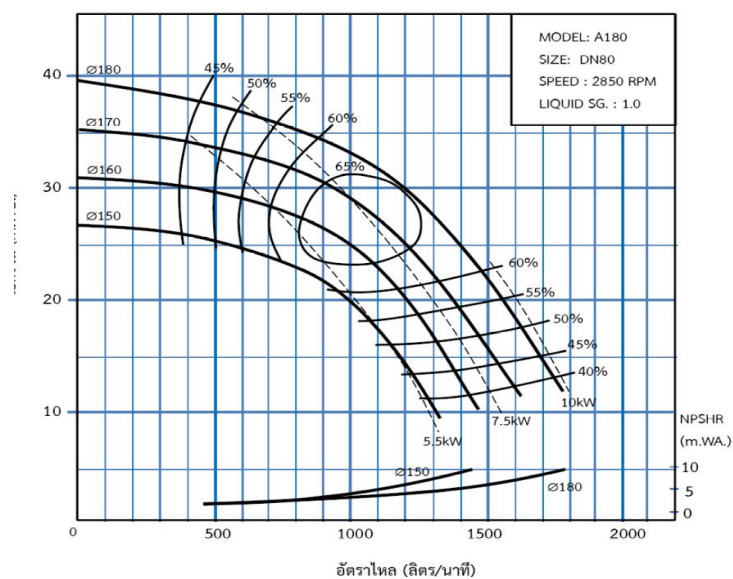
สมการที่ 1.7

แปรผันตรงกับความถี่ไฟฟ้า (f) และแปรแปรผันกับการหมุนมอเตอร์ โดยในทางทฤษฎีมอเตอร์ตัวเปล่าจะมีความเร็วรอบ $n_{om} = 120f/\pi$, แต่ในทางปฏิบัติเมื่อมอเตอร์รับโหลดรอบจะลดต่ำกว่าค่าทางทฤษฎี

ประมาณ 29 - 59% สำหรับประเทศไทยที่มีที่มีค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้า 50Hz มอเตอร์มาตรฐานแบบ 4 โพลจะมีความเร็วรอบที่ประมาณ 1,450

แบบ 2 โพลจะมีความเร็วรอบประมาณ 2,850rpm แต่ในบางประเทศใช้ความถี่ไฟฟ้า 60Hz มอเตอร์จึงทำงานที่ความเร็วรอบสูงขึ้น เช่น 1,725rpm สำหรับมอเตอร์ 4 โพล และ 3,450rpm สำหรับมอเตอร์ 2 โพล ดังนั้นข้อมูลของผู้ผลิตจากต่างประเทศบางครั้งอาจไม่ตรงกับการใช้งานในประเทศไทย จึงอาจต้องใช้กฎความเสมือนของความเร็วย้อนมาปรับแก้ข้อมูลก่อน (ผู้อ่านควรทบทวนพื้นฐานด้านเครื่องจักรกลไฟฟ้าเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของมอเตอร์ด้วย)

นอกจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและเฮดแล้ว ผู้ผลิตยังแสดงข้อมูลสำคัญอื่นๆในกราฟสมรรถนะของปั๊ม ได้แก่ ประสิทธิภาพ, กำลังขับที่ปั๊มต้องการ และความดันบวกด้านดูดที่ปั๊มต้องการ (NPSH+) ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ตัวอย่างกราฟสมรรถนะรวมของหอยโข่ง

NPSHR NPSHA และแควิตีชัน

กราฟชุดล่างสุดในรูปที่ 1.5 แสดงค่าความดันบวกด้านดูดที่ต้องการ (Net positive suction pressure required - NPSH,) เป็นค่าความดันสัมบูรณ์ขั้นต่ำที่ต้องมีที่ทางเข้าของปั๊มเพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวในปั๊มกลายเป็นไอ เพราะหากความดันต่ำจนของเหลวกลายเป็นไอ จะทำให้เกิดฟองอากาศในท่อทางดูด ทำให้เกิดเสียงและการสั่นสะเทือน ทำให้ปั๊มมีประสิทธิภาพลดลง และเมื่อฟองอากาศปะทะกับใบปั๊มซึ่งหมุนด้วยความเร็วสูง ใบปั๊มจะเกิดการสึกกร่อนเสียหายเป็นรูเรียกว่าแควิตีชัน (Cavitation)

การที่ความดันด้านดูดลดต่ำลงต่ำกว่าค่า NPSH, เกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่นจากการคุกรถขึ้นจากระดับต่ำกว่าปั้มมาก หรือจากการใช้ท่อทางดูดขนาดเล็กหรือมีการหิวาล์วด้านดูดลงมากๆ จนทำให้ความดันในของเหลวตกลงมากก่อนเข้าปั้ม

ความดันด้านบวกดูดที่มีอยู่ (Net positive suction pressure - Ne - NPSH,) Re จากระดับน้ำด้านดูด ความสูญเสียในท่อทางดูด และความดันไอดังสมการ (6.8) โดยในการออกแบบจะต้องให้ NPSH, สูงกว่า NPSHR เสมอ

$$NPSH_A = p_{atm} - (z + p_{vapor} + h_{L-suction})$$

เมื่อ p_{atm} = ความดันบรรยากาศ (ตาราง 6.1)
 z = ระดับน้ำที่ด้านดูดเมื่อเทียบกับปั้ม (ต่ำกว่าปั้มเป็นบวก)
 p_{vapor} = ความดันไอของของเหลว ณ อุณหภูมิใช้งาน (ตาราง 6.2)
 $h_{L-suction}$ = ความดันตกที่ท่อทางดูดก่อนเข้าปั้ม

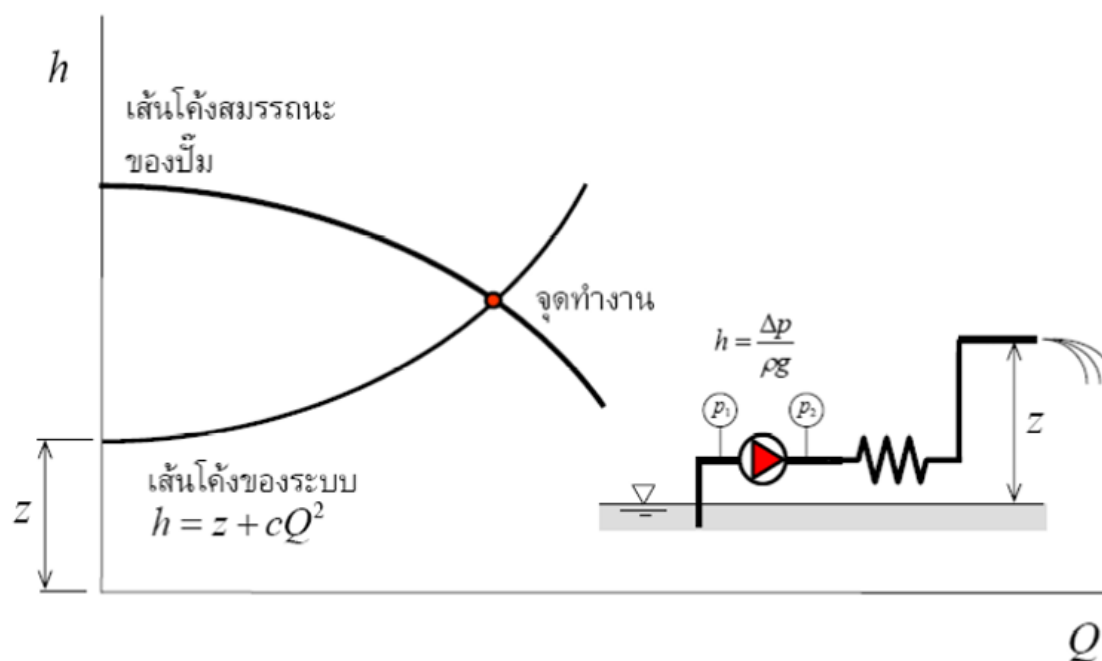
สมการที่ 1.8

ตารางที่ 1.1 ความดันบรรยากาศกับระดับความสูง ตารางที่ 6.2 ความดันไอของน้ำกับอุณหภูมิ

ระดับความสูง (m.)	ความดันบรรยากาศ (m.WA.)	อุณหภูมิ (°C)	ความดันไอของน้ำ (m.WA.)
-1000	11.61	0	0.089
-800	11.34	5	0.094
-600	11.08	10	0.120
-400	10.83	20	0.233
-200	10.57	30	0.435
0 (ระดับน้ำทะเล)	10.33	40	0.757
200	10.08	50	1.26
400	9.85	60	2.03
600	9.61	70	3.17
800	9.38	80	4.82
1,000	9.16	90	7.15
1,200	8.94	100	10.33
1,400	8.72		
1,600	8.51		
1,800	8.30		
2,000	8.09		

1.5 จุดทำงาน

จะเห็นว่าระบบจะมีความดันลดเกิดขึ้นเป็นฟังก์ชันของอัตราการไหลกำลังสองซึ่งเมื่อนำมาเขียนบนกราฟเดียวกันกับเส้นโค้งสมรรถนะของปั๊ม จะพบว่ามีการตัดกันขึ้น ซึ่งเรียกว่าจุดทำงาน ตามรูปที่ 1.6



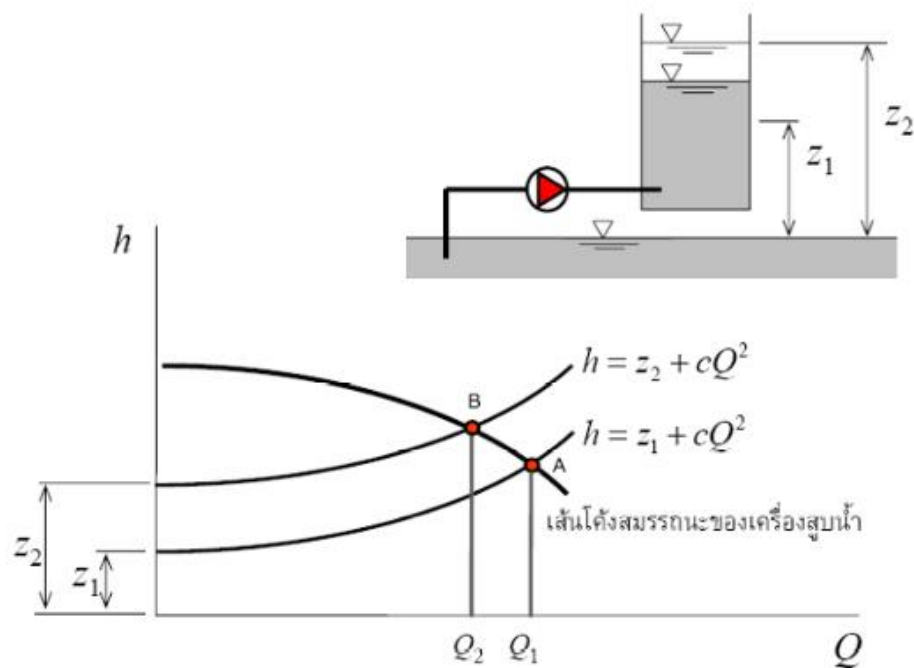
รูปที่ 1.6 จุดทำงานของระบบ

ในการใช้งานจริงความต้องการอัตราการไหลอาจไม่เป็นไปตามที่ออกแบบจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนจุดทำงานของระบบ นอกจากนี้การใช้งานในบางประเภทอาจต้องการความดันที่คงที่ เมื่ออัตราการไหลเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ต้องมีการควบคุมการทำงานของปั๊มเพื่อให้ได้สภาวะการไหลที่ตรงกับความต้องการจริง

การควบคุมนั้นทำได้หลายยั้งแต่การใช้ฉันทับความดันและสวิตซ์ความดันเพื่อควบคุมการทำงานของปั๊ม และหยุดของปั๊ม การใช้วาล์วควบคุม ไปจนถึงการปรับความเร็วรอบ และการใช้ปั๊มทำงานร่วมกัน ต่อไปนี้เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับจุดทำงานและการควบคุมปั๊ม

1.6 จุดทำงานในระบบที่มีความสูงเปลี่ยนแปลง

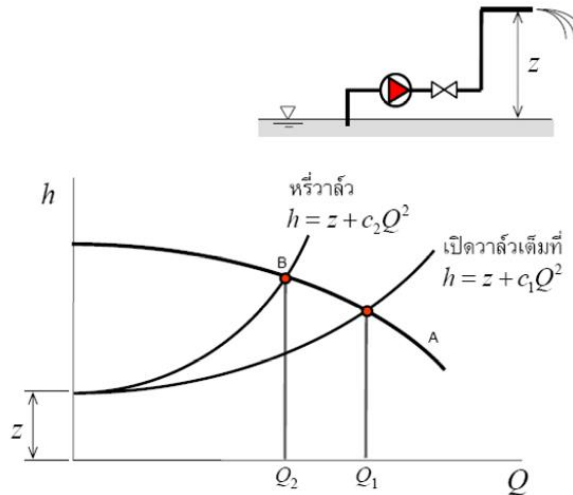
ตัวอย่างของระบบที่มีความสูงเปลี่ยนแปลงเช่นการปั๊มน้ำเข้าถังสูงโดยต่อท่อเข้าทางก้นถังซึ่งระดับน้ำในถังจะสูงขึ้นเรื่อยๆ หรือการสูบน้ำจากถังขนาดเล็กซึ่งระดับน้ำจะลดลงๆเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทำให้เสดความสูงเปลี่ยนแปลงไปทำให้ปั๊มเปลี่ยนจุดทำงาน ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.7 ทั้งนี้เมื่อระดับน้ำสูงถึงขีดจำกัดของปั๊ม ปั๊มก็จะทำงานโดยไม่มีการไหลเกิดขึ้นเสมือนมีการปิดวาล์วทางส่ง



รูปที่ 1.7 การเปลี่ยนจุดทำงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเสดความสูง

1.7 จุดทำงานเมื่อมีการหรีวาล์ว

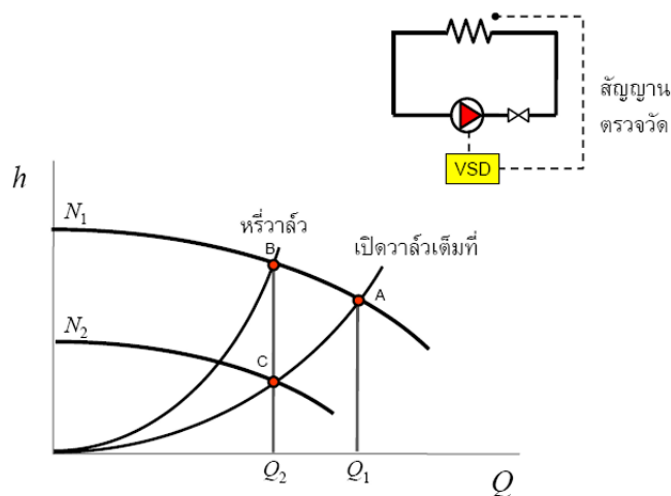
การหรีวาล์วเป็นการเปลี่ยนเส้นโค้งของแรงต้านทานในระบบให้ชันขึ้น ใช้เมื่อต้องการลดอัตราการไหลให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งจะมีผลต่อจุดทำงานของปั๊มคือทำให้เลื่อนไปทางซ้ายมือ คือมีอัตราการไหลที่ลดลง ดังรูปที่ 1.8 ทั้งนี้การหรีวาล์วไม่ควรทำที่ด้านดูดเพราะอาจทำให้เกิดคาวีเตชัน



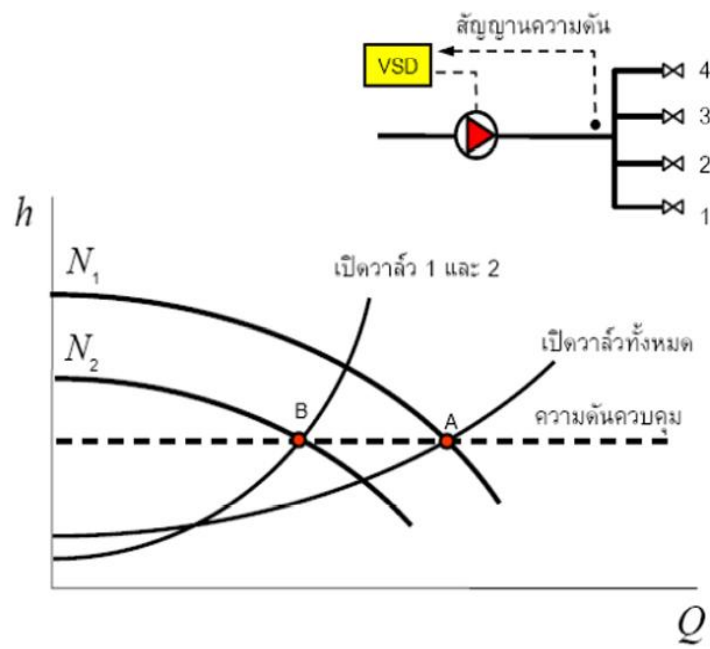
รูปที่ 1.8 การเปลี่ยนจุดทำงานเมื่อมีการหวั่วลั่ว

1.8 การควบคุมจุดทำงานด้วยการปรับความเร็วรอบ

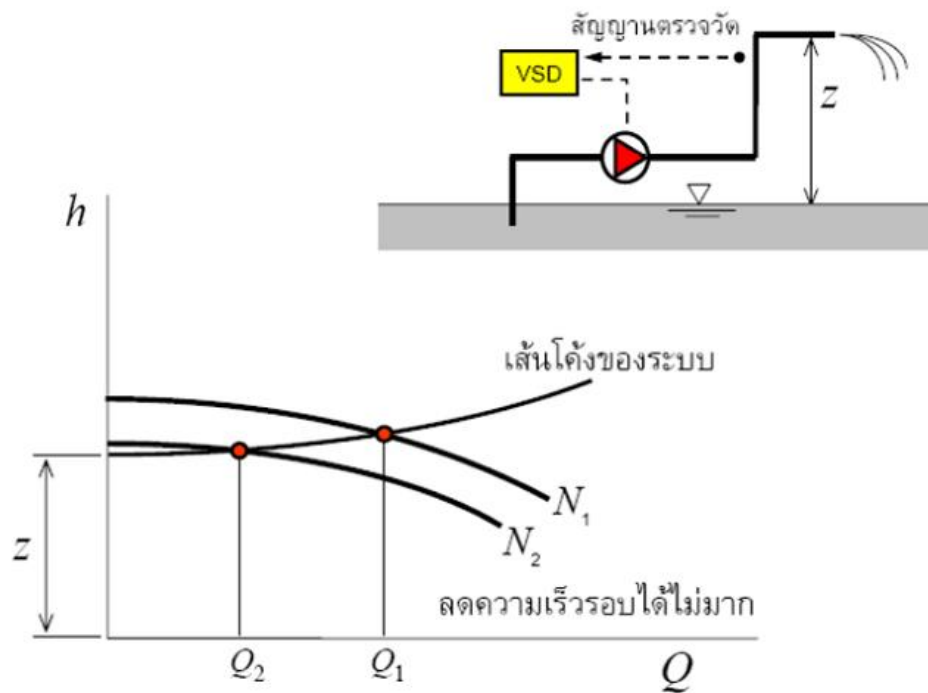
การปรับความเร็วรอบ (Variable Speed Drive - VSD) เป็นการควบคุมอัตราการไหลที่มีประสิทธิภาพเชิงพลังงานสูงสุด ทำได้โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่าอินเวอร์เตอร์ (Inverter) การปรับความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์ หลักการของการปรับความเร็วรอบมาความเหมือนในสมการ (1.7) ซึ่งเมื่อลดความเร็วรอบลงอัตราการไหลและความดันของปั๊มจะลดลงและการใช้พลังงานของปั๊มจะลดลงเป็นกำลังสามของสัดส่วนความเร็วที่ลดลงจึงเป็นการประหยัดพลังงานอย่างมากเมื่อเทียบกับการหวั่วลั่ว วิธีการนี้เหมาะกับการควบคุมปริมาณน้ำหมุนเวียนในระบบ เช่นลดอัตราการไหลลงตามอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ดังรูปที่ 1.9 หรือควบคุมปั๊มให้ทำงานตามอัตราความต้องการน้ำในระบบโดยการควบคุมแรงดันให้คงที่ ดังรูปที่ 1.10 เป็นต้น แต่วิธีการนี้จะไม่เหมาะกับการควบคุมอัตราการไหลในระบบที่มีความดันสูงเพราะเมื่อลดรอบลงปั๊มอาจไม่สามารถเอาชนะแรงต้านเนื่องจากความดันสถิตยได้ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.9 การควบคุมอัตราการไหลด้วยการปรับความเร็วรอบเปรียบเทียบกับหวั่วลั่ว



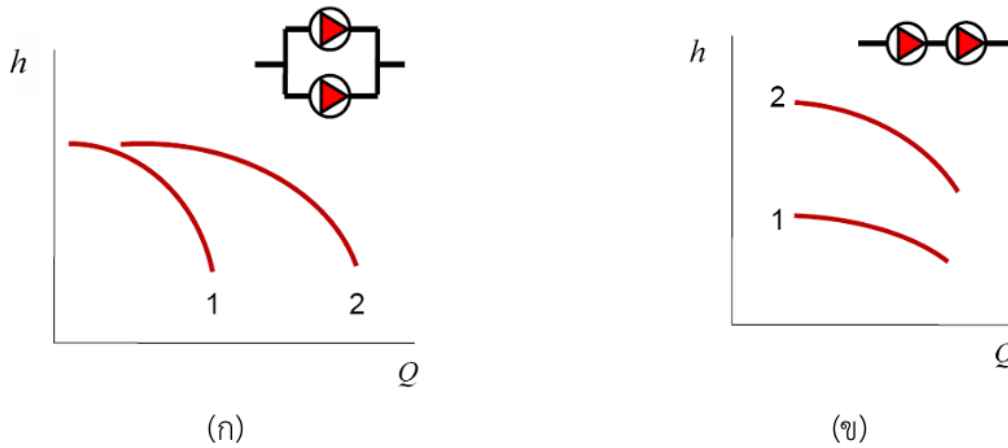
รูปที่ 1.10 การปรับความเร็วรอบเพื่อรักษาความดัน



รูปที่ 1.11 ปัญหาของการควบคุมด้วยการปรับความเร็วรอบในระบบที่มีเฮดจากความสูงมาก

1.9 การต่อปั๊มแบบขนานและอนุกรม

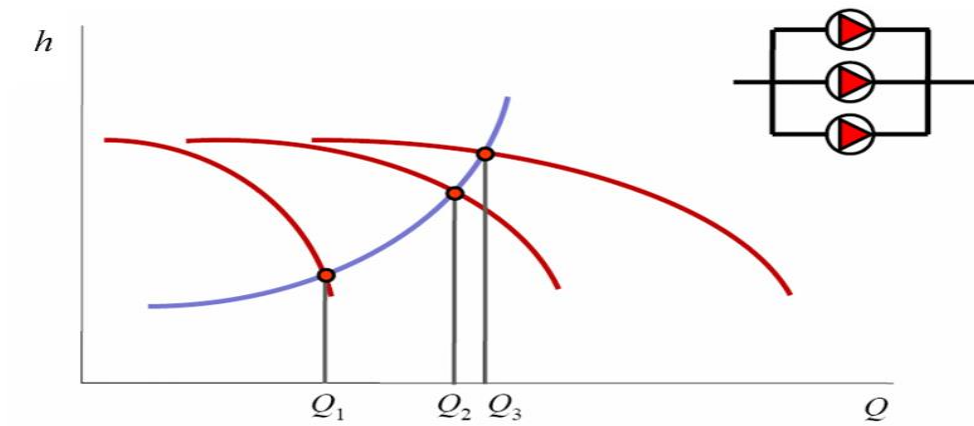
การเดินปั๊มสองตัวที่มีขนาดเท่ากันขนานกันทำให้ได้อัตราการไหลรวมเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าที่ความดันคร่อมปั๊มเท่าเดิม ขณะที่การเดินปั๊มสองตัวที่มีขนาดเท่ากัน โดยต่อแบบอนุกรมจะให้ได้ความดันเป็นสองเท่าที่อัตราการไหลเท่าเดิม ตามรูปที่ 1.12 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



รูปที่ 1.12 การใช้ปั๊มหลายตัว (ก) การต่อปั๊มแบบขนาน (ข) การต่อปั๊มแบบอนุกรม

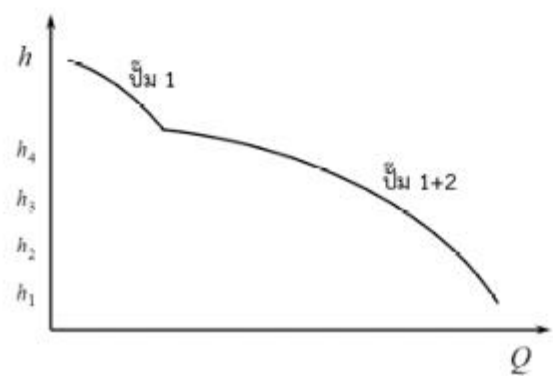
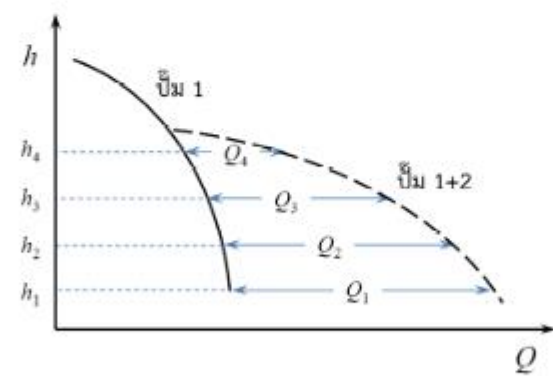
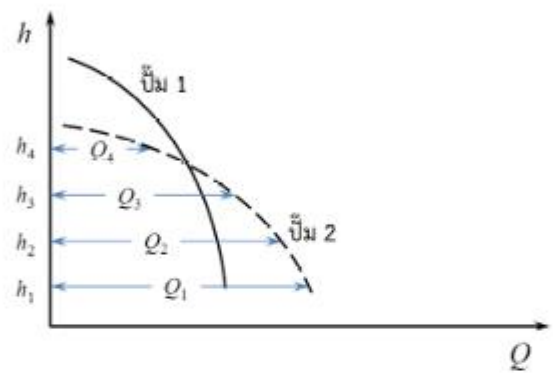
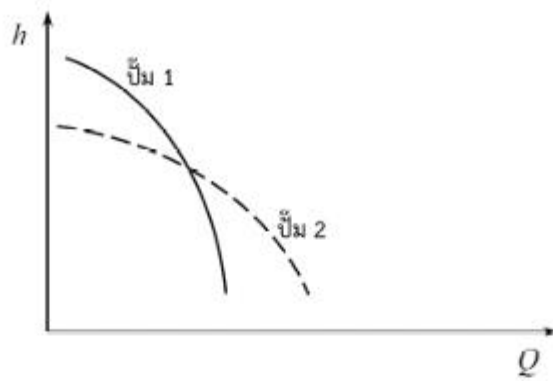
เมื่อระบบต้องการแรงดันสูงเกินกว่าที่ปั๊มปกติที่มีใบพัดเดียวจะทำได้ ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ปั๊มแบบหลายสเตจ (Multi-stage Pump) ซึ่งเปรียบเสมือนการนำปั๊มใบเดี่ยวมาต่ออนุกรมกันในปั๊มตัวเดียว แต่หากไม่สามารถหาปั๊มแบบหลายสเตจที่สามารถทำอัตราการไหลและความดันที่ต้องการได้ ก็สามารถนำปั๊มใบพัดเดี่ยวที่เหมือนกันมาต่ออนุกรมกัน โดยกรณีนี้ปั๊มตัวที่รับน้ำจากปั๊มต้นทางจะมีความดันด้านดูดสูงและมีความดันภายในปั๊มสูง ผู้ออกแบบจะต้องตรวจสอบไม่ให้ความดันในปั๊มแต่ละตัวเกินความดันสูงสุดที่ปั๊มทำงานได้ (Maximum Allowable Working Pressure -MAWP) ที่ผู้ผลิตปั๊มระบุไว้

ในการออกแบบระบบท่อเพื่อใช้กับการเดินปั๊มแบบขนาน ท่อต้องมีขนาดใหญ่พอสำหรับอัตราการไหลที่ต้องการเมื่อเดินปั๊มขนานกัน โดยใช้การหว่านล้อมเมื่อเดินปั๊มตัวเดียวเพื่อป้องกันการโอเวอร์โหลด ซึ่งหากท่อมีขนาดเล็กพอการเดินปั๊มขนานจะให้อัตราการไหลมากกว่าการเดินปั๊มตัวเดียวเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยใช่เหตุ รูปที่ 6.13 แสดงการเดินปั๊ม 3 ตัวขนานกันในกรณีที่ท่อมีขนาดเล็กเกินไปสำหรับใช้ปั๊ม 3 ตัวขนานกัน



รูปที่ 1.13 จุดทำงานของระบบเมื่อใช้ปั๊มหลายตัว

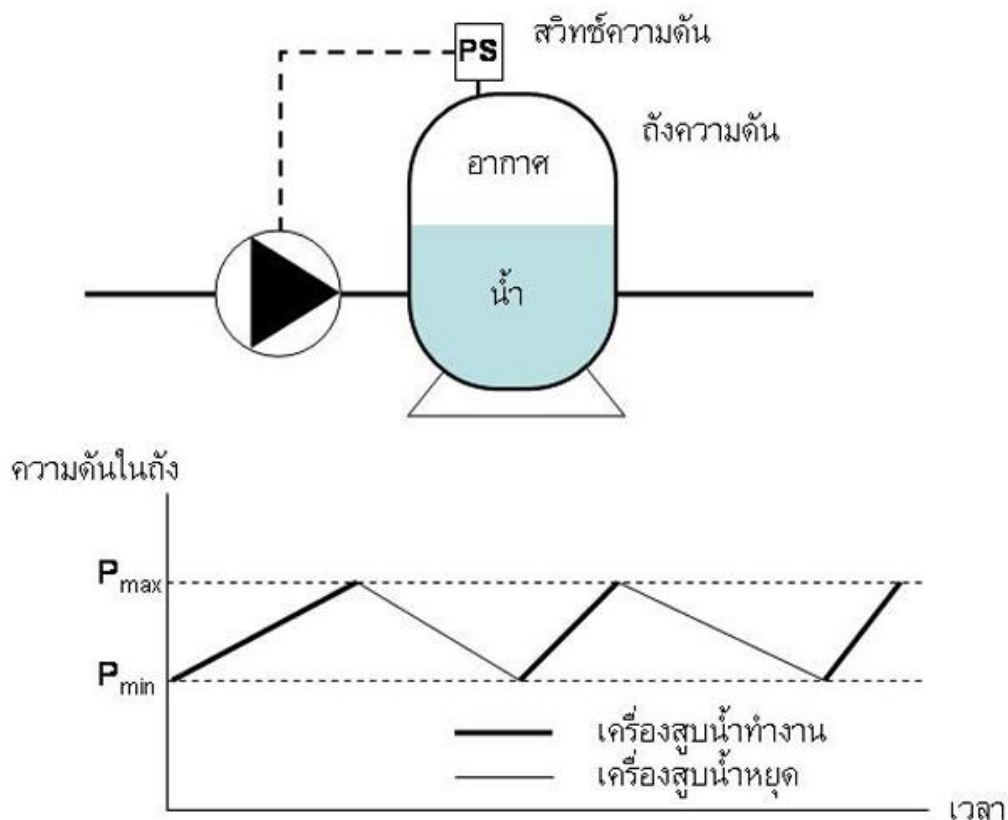
ในกรณีที่ปั๊มสองตัวมีเส้นโค้งสมรรถนะไม่เหมือนกัน เมื่อนำมาขนานกัน อัตราการไหลที่ความดันเดียวกันจะถูกนำมาบวกกันตามรูปที่ 1.14 ซึ่งจะพบว่าในช่วงแรกปั๊ม 2 จะทำงานที่สภาพไม่มีอัตราการไหล เนื่องจากปั๊ม 2 ทำเฮดได้ไม่ถึง



รูปที่ 1.14 การขนานปัมที่มีเส้นโค้งสมรรถนะต่างกัน

1.10 การใช้ถังความดัน

การควบคุมปั๊มในระบบขนาดเล็กมักใช้ร่วมกับถังความดันโดยให้ปั๊มต่อเข้ากับถังความดันจากนั้นจึงนำน้ำที่มีความดันจากถังความดันไปใช้ การเดินและหยุดของปั๊มถูกควบคุมด้วยสวิตช์ความดันที่ติดตั้งอยู่กับถังความดัน ด้วยวิธีการนี้น้ำที่ได้จะมีความดันแกว่งขึ้นลงอยู่ในช่วงความดันช่วงหนึ่งตามจังหวะการตัดต่อของปั๊มตามรูปที่ 6.15



รูปที่ 1.15 การควบคุมปั๊มด้วยการเดิน-หยุด

1.11 การเลือกปั๊ม

การเลือกปั๊มควรพิจารณาเลือกปั๊มที่ทำงาน ณ จุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (Best efficiency point - BEP) สำหรับอัตราการไหลและความดันที่ต้องการ โดยพิจารณาจากข้อมูลของผู้ผลิต เพราะค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของปั๊มจะสูงกว่าราคาของปั๊มหลายเท่าตัว

ผู้ผลิตมักระบุขนาดของปั๊มนิยามระบุเป็น อัตราการไหล และความดันหรือเฮด ณ จุดทำงานที่เหมาะสมของปั๊มนั้นๆ และระบุความเร็วรอบ โดยบางครั้งอาจบอกเป็นช่วงการทำงานด้วยการระบุจุดสองจุดบนเส้นโค้งสมรรถนะ เช่น

Q max/min	25/54 m ³ /h
H max/min	86/75 m WG

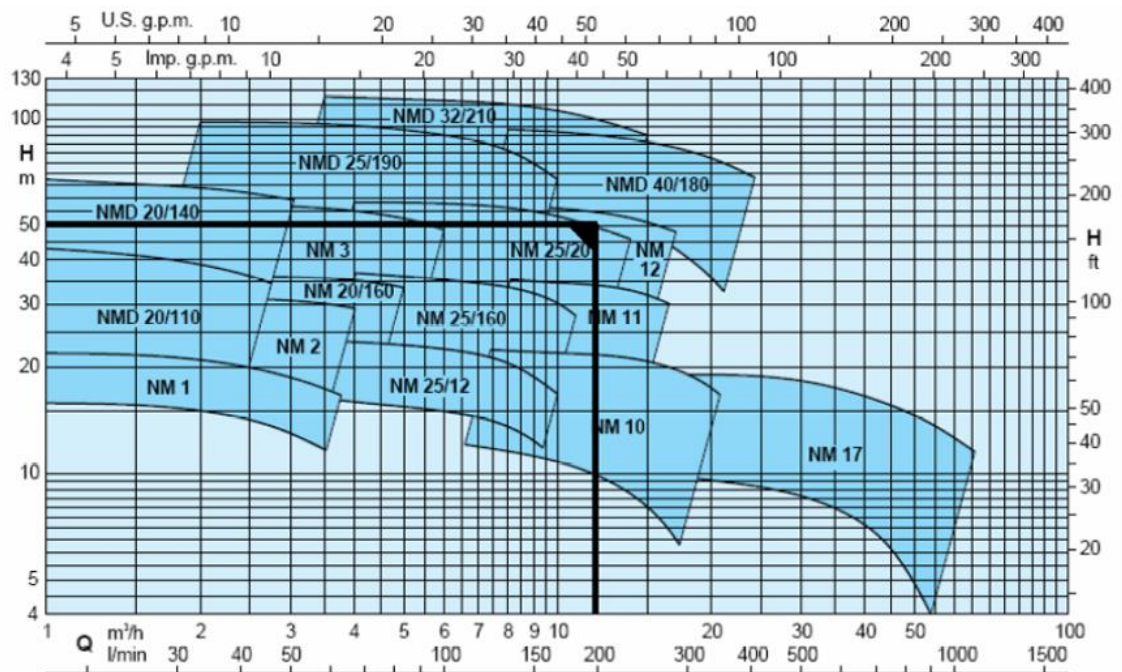
Speed 2,890 rpm

โดยในส่วนของเฮด บางครั้งจะเขียนลงท้ายด้วย WG ดังตัวอย่างข้างต้น ซึ่งย่อมาจาก Water Gauge หรือลงท้ายด้วย TDH ซึ่งย่อมาจาก Total Dynamic Head

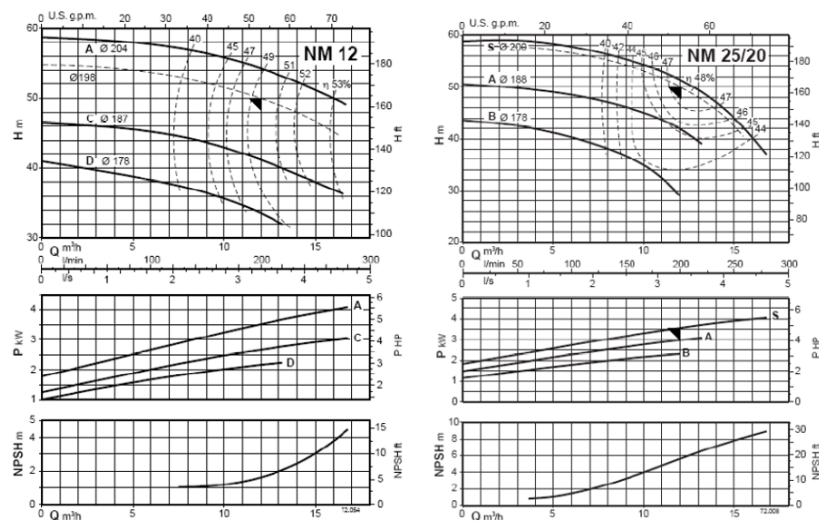
ตัวอย่าง จงเลือกปั๊มที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำในถังสูง

วิธีทำ

จากตัวอย่าง 5.1 ระบบต้องการอัตราการไหล 200 lpm ที่ความดัน 4.94 barG โดยใช้ท่อส่งขนาด DN50 นำข้อมูลมาพิจารณาจากแคตตาล็อกปั๊ม แบบดูตจากปลาย ซึ่งมีช่วงการทำงานให้เลือกตามรูปต่อไปนี้ จะเห็นว่าจุดทำงานอยู่ในช่วงของปั๊มรุ่น ตรงกับ NM12 และ NM25/20



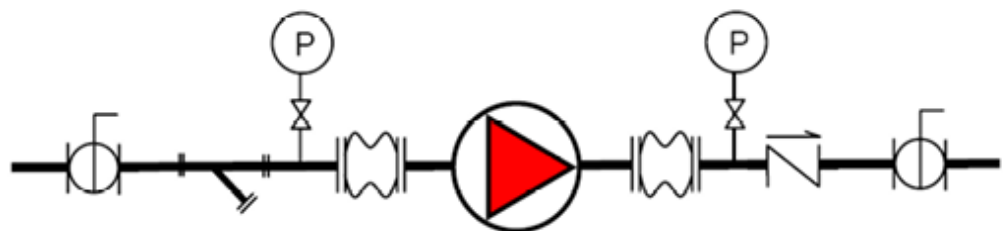
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปั๊มทั้งสองรุ่นที่ความดันและอัตราการไหลที่ต้องการ พบว่าปั๊มรุ่น NM12 มีประสิทธิภาพดีกว่า และมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้สามารถทำการตัดแต่งขนาดใบลงเล็กน้อยตามกฎความเสมือนของปั๊มเพื่อให้ได้ความดันและอัตราการไหลที่ต้องการพอดี เป็นการลดการใช้พลังงานของปั๊ม



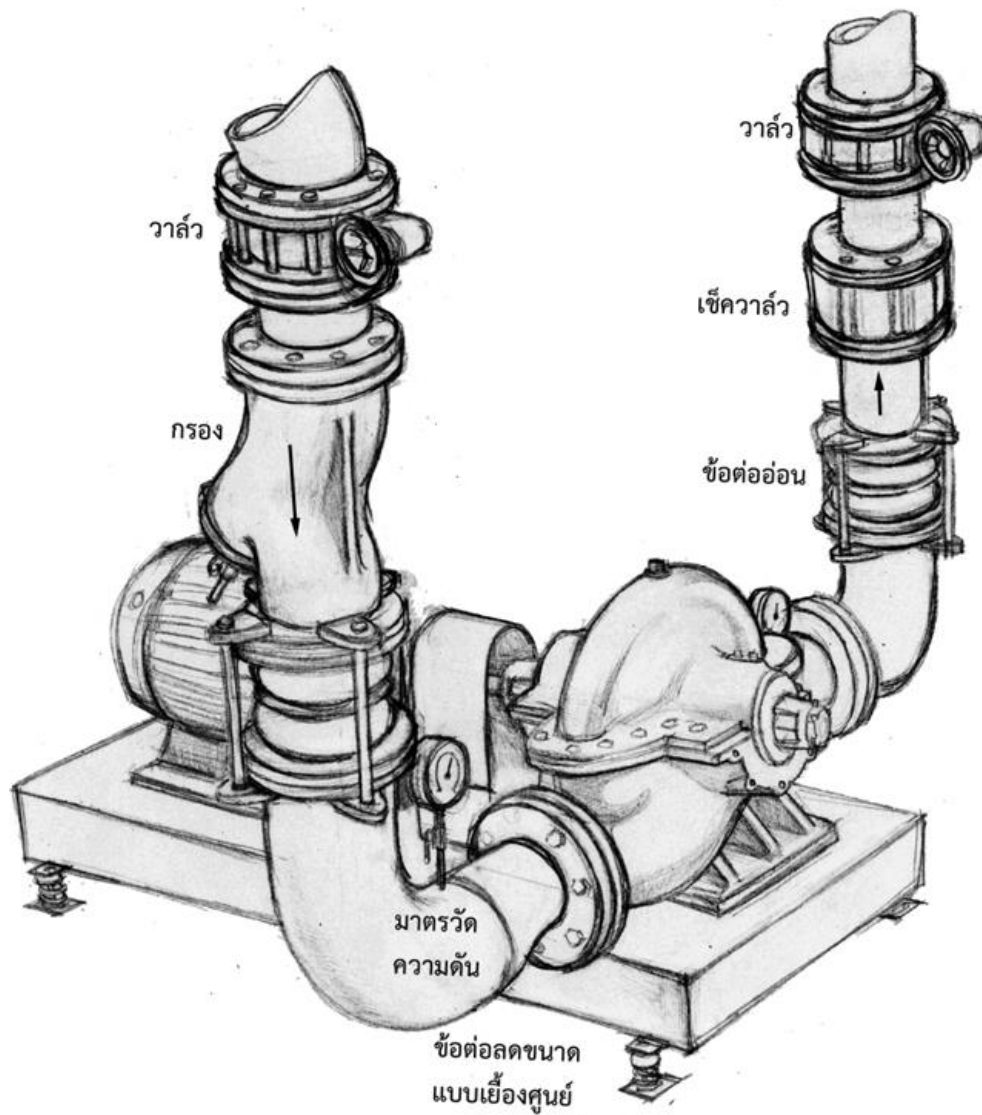
ดังนั้นเลือกปั๊ม NM12

1.12 การติดตั้งปั๊ม

ในการติดตั้งปั๊มควรมีวาล์วเปิด-ปิดที่ทางดูดและทางส่งเพื่อให้สามารถปิดเพื่อถอดปั๊มและอุปกรณ์อื่นๆไปซ่อมได้ วาล์วทางด้านส่งยังใช้ในการหริลดอัตราการไหลด้วย โดยลำดับการติดตั้ง อุปกรณ์สำคัญตามรูปที่ 1.16 และรายละเอียดในการติดตั้งเป็นดังรูปที่ 1.17

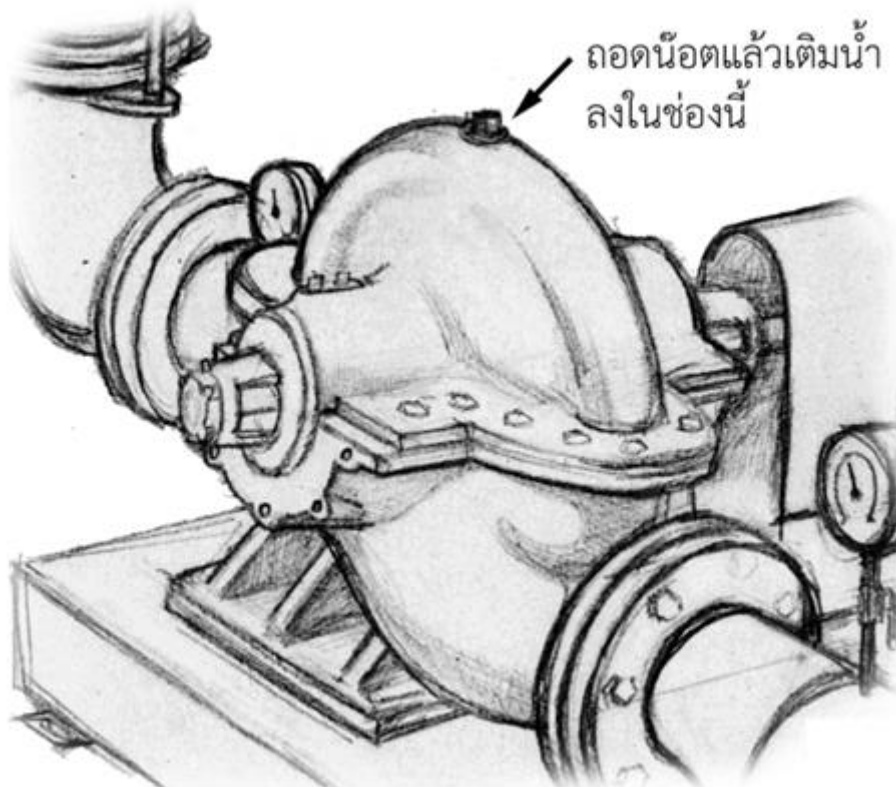


รูปที่ 6.16 ลำดับการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบปั๊มวาล์ว



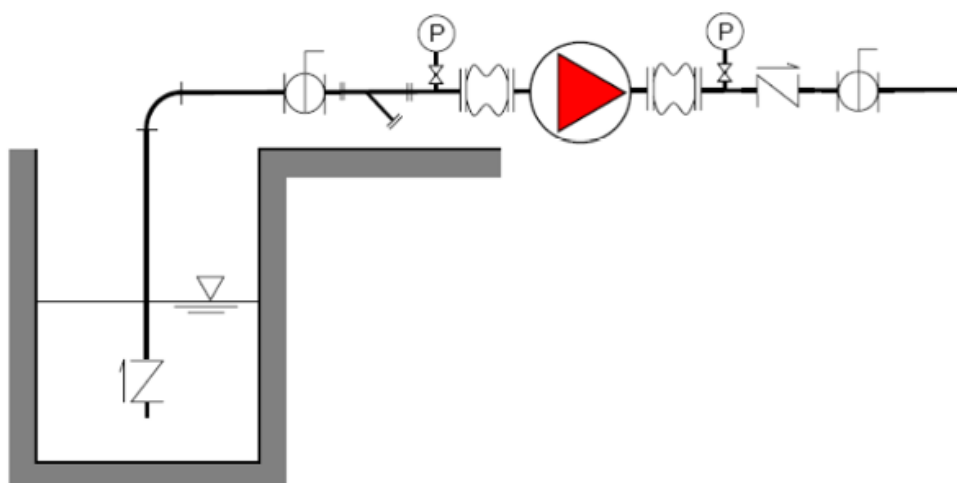
รูปที่ 1.17 แสดงการติดตั้งปั๊ม

การที่ปั๊มจะทำงานสร้างแรงดูดได้ภายในตัวนั้นและพื่อทางดูดจะต้องมีน้ำอยู่ ดังนั้นในการเริ่มเดินปั๊มโดยที่ในปั๊มไม่มีน้ำ จะต้องทำการล่อน้ำ หรือ ไพรมมิ่ง (priming) คือการเปิดช่องด้านบน ของปั๊มตามรูปที่ 1.18 เพื่อเติมน้ำให้เต็มปั๊มก่อนถอดน็อตแล้วเติมน้ำลงในช่องนี้ รูปที่ 1.18 การล่อน้ำ

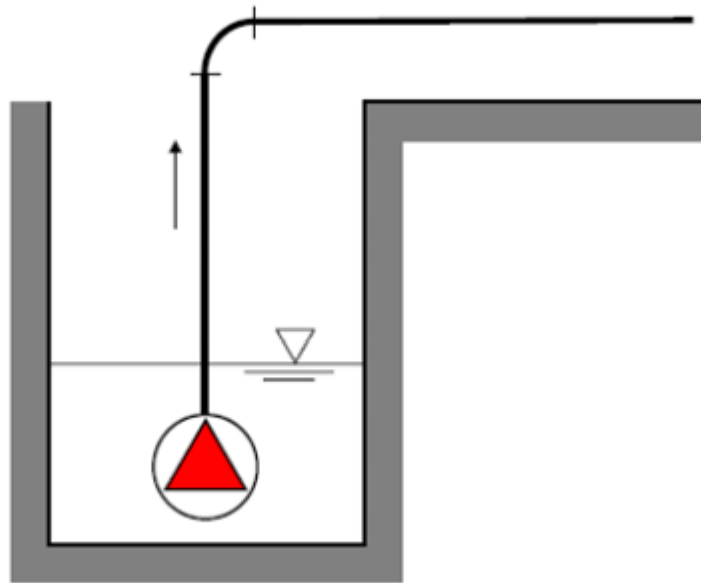


รูปที่ 1.18 การหล่อ่น้ำ

การดูดน้ำจากแหล่งน้ำที่มีระดับน้ำที่ต่ำกว่าทางดูดของปั้มจะต้องมีการติดตั้งวาล์วกันย้อนที่ ปลายท่อ (Foot valve) ตามรูปที่ 1.19 ระดับน้ำต่ำกว่าทางท่อดูดของปั้ม เกินกว่า 5 เมตรจะเปลี่ยนไปใช้ปั้มแบบแช่ในน้ำ (Submersible pump) ดังรูปที่ 1.20 เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเกิดฟองอากาศที่ท่อส่งดูด

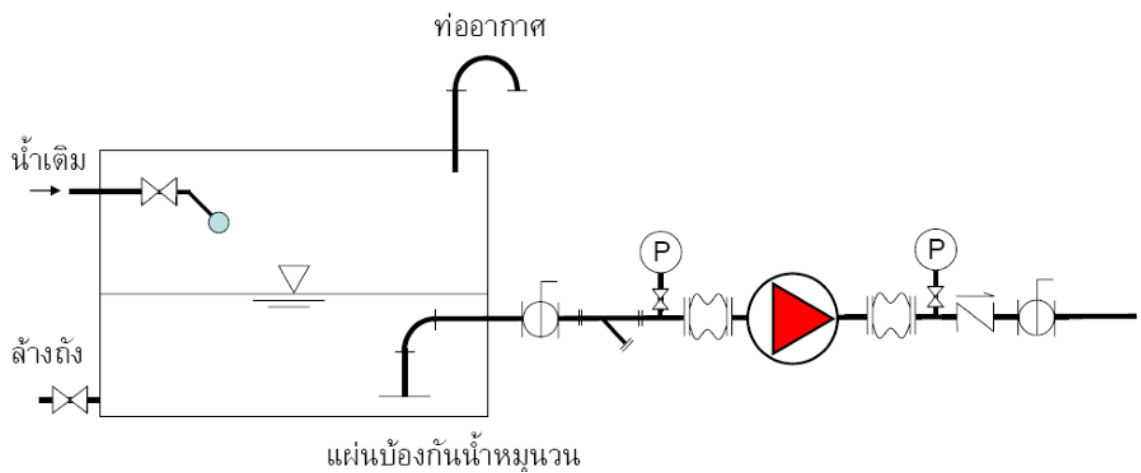


รูปที่ 1.19 การดูดน้ำจากระดับต่ำกว่าท่อทางดูดของปั้ม



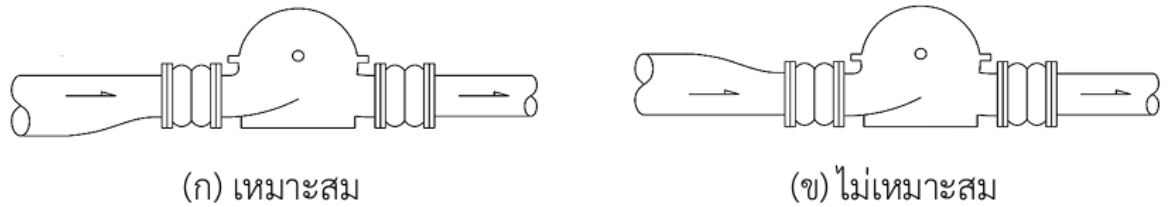
รูปที่ 6.20 การใช้ปั๊มแบบแช่ในน้ำ

ในการดูดน้ำจากถังบางครั้งเมื่อระดับน้ำต่ำลงใกล้ระดับของปลายท่อทางดูดจะทำให้เกิดน้ำหมุนวน ทำให้ระดับผิวน้ำยุบลงและดูดอากาศเข้าไปส่งท่อทางดูด ดังนั้นจึงควรติดตั้งแผ่นเหล็กครอบคลุมพื้นที่ผิวรอบท่อทางดูด เรียกว่า แผ่นป้องกันน้ำหมุนวน (Vortex prevention plate) ตามรูปที่ 1.21



รูปที่ 1.21 การดูดน้ำจากถัง

การติดตั้งท่อทางดูดต้องระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศเสมอ รูปที่ 1.22 แสดงตัวอย่างการติดตั้งข้อต่อลดขนาดแบบเยื้องศูนย์ที่เหมาะสม (ก) และไม่เหมาะสม (ข) ทั้งนี้การติดตั้งในรูป (ข) ไม่เหมาะสมเนื่องจากทำให้ฟองอากาศที่ลอยอยู่ด้านบนของท่อ สามารถสะสมบริเวณท่อทางดูดทำให้มีพื้นที่การไหลน้อยลง



รูปที่ 6.22 การติดตั้งข้อต่อลดขนาดแบบเยื้องศูนย์

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

6.1 จงบอกประเภทและอธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ

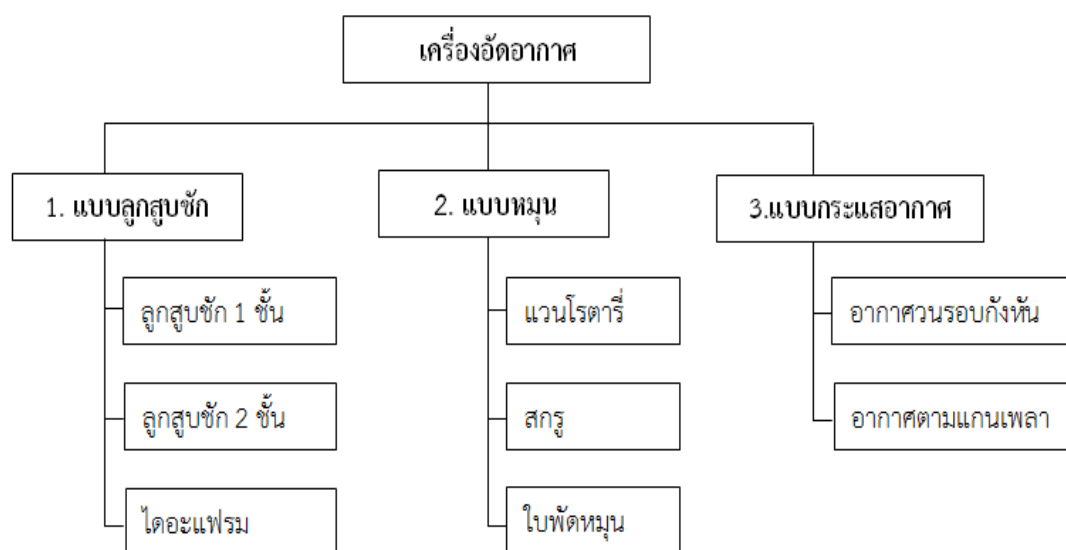
7. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

จงบอกประเภทและอธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ

ตอบ ประเภทของเครื่องอัดอากาศแบ่งได้ 3 แบบและอธิบายหลักการทำงานดังนี้



	ใบงานที่ 5		หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20111-2011	วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องอัดอากาศ ปีม วาล์ว		ทฤษฎี 2 ชม.
	ชื่อเรื่อง งานเครื่องอัดอากาศ ปีม วาล์ว		ปฏิบัติ 6 ชม.

11. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องอัดอากาศ ปีม วาล์ว ในงานระบบท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
- 3.2 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว
- 3.3 การเลือกชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงาน
- 4.2 อธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ชนิดต่างๆ ได้
- 4.3 อธิบายวิธีการเลือกเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว แต่ละชนิด
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

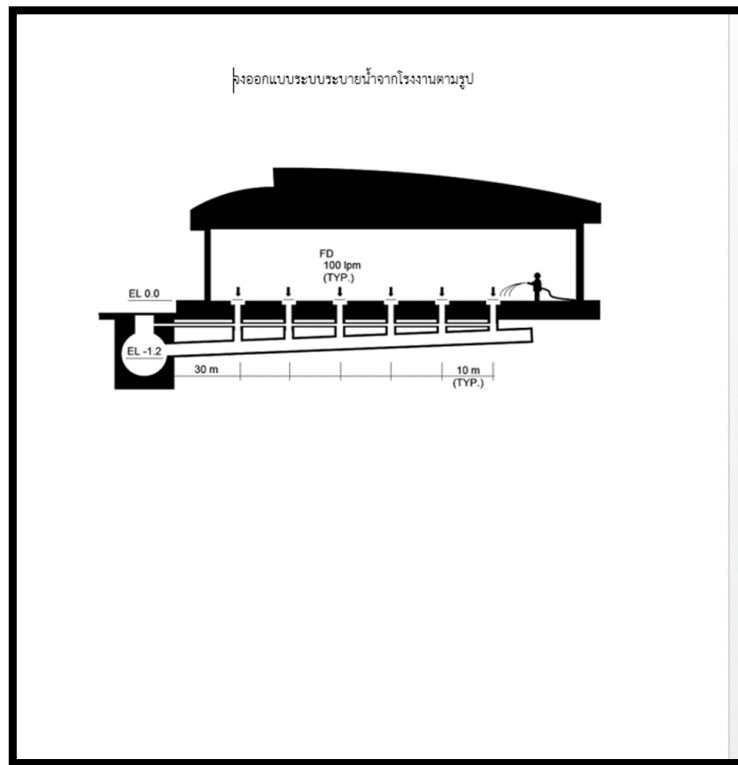
5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม
- 5.2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand
- 5.3 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการใช้เครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงานท่ออุตสาหกรรม
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา



8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

9. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ขอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบกิจกรรม ที่ 5		หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20111-2011	วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว		ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง งานเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว			ปฏิบัติ 6 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

- 1.1 รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว ในงานระบบท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม
- 3.2 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว
- 3.3 การเลือกชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงาน
- 4.2 อธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ชนิดต่างๆ ได้
- 4.3 อธิบายวิธีการเลือกเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว แต่ละชนิด
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม
- 5.2 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand
- 5.3 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

- 6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 6.2 เตรียมอุปกรณ์ในการคำนวณ และตอบคำถาม
- 6.3 ทำใบงานสรุปข้อคำถาม จงหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งลม ที่มีความต้องการลมอัดในอนาคตกที่ 1000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ความยาวท่อ (รวมคิดข้อต่อ ข้องอแล้ว) 200 เมตร ความดันตกคร่อม 0.1 บาร์ ค่าความดันใช้งาน 9 บาร์

ตอบ จากเส้นกราฟเทียบขนาดท่อในภาพที่ 2.23 มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้ได้

- 1.ที่เส้น A ทำจุดที่ค่า 200 เมตร (ความยาวรวมทั้งหมดของท่อ)
- 2.ที่เส้น B ทำจุดที่ค่า 1000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ปริมาณการใช้ลมทั้งหมด
- 3.ลากเส้นตรงให้ผ่านจุด A และ B ที่ทำไว้ ให้ไปตัดเส้น C แล้วทำจุดไว้
- 4.ที่เส้น F ทำจุดที่ค่า 9 บาร์ (ค่าความดันใช้งาน)
- 5.ที่เส้น G ทำจุดที่ค่า 0.1 บาร์ (ค่าความดันที่สูญเสีย)
- 6.ลากเส้นผ่านจุด G และ F ที่ทำไว้ ให้ไปตัดเส้น E แล้วทำจุดไว้
- 7.ลากเส้นตรงจากจุด E มายังจุด C ในข้อ 3 โดยลากผ่านเส้น D ก็จะได้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งหลักคือประมาณ 80 - 85 มิลลิเมตร

6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมานำเสนอ

7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบมอบหมายงานที่ 5		หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20111-2011	วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 13-14
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว		ทฤษฎี 2 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว			ปฏิบัติ 6 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว ในงานระบบท่อ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

3.2 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว

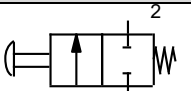
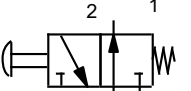
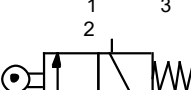
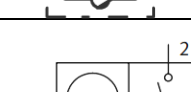
3.3 การเลือกชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัม วาล์ว ในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายชนิดของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ที่ใช้ในงาน
- 4.2 อธิบายการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว ชนิดต่างๆ ได้
- 4.3 อธิบายวิธีการเลือกเครื่องอัดอากาศ ปัมป์ วาล์ว แต่ละชนิด
- 4.4 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. รายละเอียดของงาน

- 5.1 ให้ผู้เรียนบอกความหมายของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ จงบอกชื่อวาล์วในระบบการต่อท่อและวาล์วดังนี้

สัญลักษณ์	บอกชื่อวาล์วและตำแหน่งปกติ
	วาล์ว 2/2 แบบป้อนมกต ปกติปิด
	วาล์ว 3/2 ปกติเปิด แบบป้อนมกต กลับด้วยสปริง
	วาล์ว 3/2 แบบล็อกกึ่งกตทำงานสองทิศทาง ปกติปิด
	วาล์ว 5/2 แบบเลื่อนด้วยไฟฟ้าทั้งสองด้าน
	วาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียว
	วาล์วนับจำนวน

6.กำหนดเวลาส่งงาน

6.5 ทำยคาบเรียน

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน การตกแต่ง
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับการให้ความหมายของสัญลักษณ์ชื่อวาล์วในระบบการต่อท่อและวาล์ว
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

9. การประเมินผล

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๒๐๑๑-๒๐๑๑ วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 15-17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานทฤษฎีของการไหลในท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานทฤษฎีของการไหลในท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์ และหลักพลศาสตร์ของไหล

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับของไหลในงานระบบท่อ

3.2 วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในงานระบบท่อ

3.3 ประยุกต์ใช้หลักของไหลในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่อโดยใช้หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหล

4.2. ให้วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในระบบงานท่อ

4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

5.1 กลศาสตร์ของไหล (Fluid mechanics)

5.2 คุณสมบัติของของไหล

5.3 ความหนืดของของไหล

5.4 สถิติศาสตร์ของไหล

5.5 พื้นฐานของการไหล

5.6 สมการโมเมนตัม

5.7 สมการพลังงาน

- 5.8 การไหลภายในท่อปิด
- 5.9 การวัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ
- 5.10 สมการพื้นฐานของการไหลแบบอัดตัวได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 เข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน

6.2 ขั้นการเรียนรู้

6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ

6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็นรายบุคคล

6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของหน่วยเรียนในท้ายชั่วโมง

6.4 การประเมินผล

6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล

6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น

7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint

7.3 ใบความรู้

7.4 แบบฝึกหัด

7.5 แบบทดสอบ

7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน

8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน

9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9.2 วิธีการประเมิน

9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน

- แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ

- ใบงาน

9.2.2. สาคิตการปฏิบัติงาน

- แบบฟอร์มประเมินผลการสาคิตการปฏิบัติงาน

9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และ
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

9.3 เครื่องมือประเมิน

9.3.1. ทดสอบ

9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

1) ผลการแก้ไขปัญหาคาส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มีสมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในบางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกในขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่างชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงานหรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 15-17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานทฤษฎีของการไหลในท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง งานทฤษฎีของการไหลในท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 วิเคราะห์หลักสถิตยศาสตร์ และหลักพลศาสตร์ของไหล

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับของไหลในงานระบบท่อ

3.2 วิเคราะห์หลักสถิตยศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในงานระบบท่อ

3.3 ประยุกต์ใช้หลักของไหลในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่อโดยใช้หลักสถิตยศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหล

4.2. ให้วิเคราะห์หลักสถิตยศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในระบบงานท่อ

4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดเวท

5. สารการเรียนรู้

1.1 กลศาสตร์ของไหล (Fluid mechanics)

เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมและผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากของไหลที่กระทบต่อผิวของวัตถุที่สัมผัส หรือกระทบต่อของไหลอีกชนิด โดยที่ของไหลดังกล่าวอาจจะอยู่ในสถานะที่เคลื่อนที่หรือสถานะที่อยู่นิ่งก็ได้ สามารถแบ่งออกได้ 3 สาขา ดังนี้

- 1) ของไหลสถิต (Fluid static) เป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมอันเกี่ยวกับของไหลที่อยู่นิ่ง
- 2) จลศาสตร์ของไหล (Fluid kinematics) เป็นการศึกษาถึงความเร็วและเส้นการไหล (stream line) โดยไม่พิจารณาแรงและพลังงานที่เกิดขึ้น
- 3) พลศาสตร์ของไหล (Fluid dynamics) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว หรือความเร่งของของไหล และแรงที่กระทบโดยของไหล

ของไหล (Fluid) หมายถึง สสารที่สามารถไหลได้ โดยมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ เมื่อของไหลอยู่ในสภาวะสมดุล ของไหลไม่สามารถรองรับแรงเฉือนได้ ของไหลทุกชนิดจะยุบตัวตามความดันได้เล็กน้อย การจัดประเภทของของไหลแบ่งตามความสามารถในการยุบตัว สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ของไหลที่ยุบตัวตามความดัน (Compressible fluid) หมายถึง ของไหลชนิดที่มีความดัน เปลี่ยนแปลงปริมาตรของของไหลเปลี่ยนแปลงมากและค่าความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงมาก เช่น ก๊าซ จัดว่าเป็นของไหลยุบตัวตามความดัน และ ของไหลที่ไม่ยุบตัวตามความดัน (Incompressible fluid) หมายถึง ของไหลชนิดที่เมื่อความดันเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของของไหลเปลี่ยนแปลงน้อยมากและค่าความหนาแน่นคงที่หรือเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เช่น ของเหลว จัดว่าเป็นของไหลที่ไม่ยุบตัวตามความดัน

ระบบของหน่วย (Unit system) ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ หน่วยระหว่างประเทศหรือระบบสากล (International system) หรือเรียกว่า หน่วยเอสไอ (SI unit) และอีกระบบที่นิยมใช้กันอยู่ คือระบบอังกฤษ (English system) ปริมาณพื้นฐานทางฟิสิกส์จะถูกแสดงด้วยหน่วยพื้นฐาน ที่เรียกว่า หน่วยสัมบูรณ์ (Absolute of units) ส่วนปริมาณฟิสิกส์ที่เกิดจากการรวมกันของหน่วยพื้นฐาน จะเรียกว่าหน่วย ซึ่งบ่อยครั้งที่จะเรียนหน่วยสัมบูรณ์สั้นๆ ว่า หน่วย (Unit)

ปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกิดจากการรวมกันของหน่วยพื้นฐาน จะมีเลขชี้กำลังของหน่วยพื้นฐานเป็นตัวประกอบในสมการ ซึ่งจะเรียกเลขชี้กำลังนี้ว่า ขนาด (Dimension) แรง คือ การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง ซึ่งจะเป็นผลทำให้วัตถุที่ถูกกระทำนั้นเคลื่อนที่ ไปตามทิศทางของการกระทำ หรือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือ แรง คือ แรงที่กระทำให้มวล 1 kg มีความเร่ง 1 m/s^2 (จาก $F = ma$) มีหน่วยเป็นนิวตัน (Newton, N) พลังงาน คือ ความสามารถที่ทำงานได้ มีหน่วยเป็นจูล (Joule, J) กำลัง คือ จำนวนงานที่กระทำได้โดยสม่ำเสมอในหนึ่งหน่วยเวลา และมีหน่วยเป็นวัตต์

1.2 คุณสมบัติของของไหล

จำเพาะของของไหลมาตรฐาน ของไหลมาตรฐานจะใช้น้ำโดยทำการวัดที่อุณหภูมิ 4°C สัญลักษณ์ของความถ่วงจำเพาะเขียนแทนด้วย S ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume) คือ จำนวนปริมาตรของของไหลต่อหนึ่งหน่วยมวลของ ของไหล หรือเป็นส่วนกลับของความหนาแน่น (ρ) สัญลักษณ์ของปริมาตรจำเพาะ

เขียนแทนด้วย ν หน่วยของปริมาตรจำเพาะเป็น m^3/kg ความหนืด (Viscosity) เป็นแรงต้านทานต่อแรงเฉือนระหว่างชั้นของของไหล ซึ่งขนาดจะขึ้นอยู่กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของไหลนั้นๆ ความตึงผิว (Surface tension) เป็นอัตราส่วนระหว่างแรงที่กระทำไปตามผิวของของเหลวต่อ ความยาว (ตั้งฉากกับแรง) ของผิวที่ถูกแรงนี้กระทำสัญลักษณ์ของความตึงผิวเขียนแทนด้วย σ (อ่าน ว่า sigma) หน่วยของความตึงผิวเป็น N/m ความตیب หรือ คาปิลลารี (Capillarity) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากผลของความตึงผิวและความแตกต่างระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของของเหลวกับแรงยึดเกาะระหว่างโมเลกุลของของเหลวกับผิวของแข็งทำให้ระดับของเหลวในหลอดรูเล็ก (Capillary tube) สูงขึ้นหรือต่ำกว่าระดับของเหลวภายนอกหลอด ความอัดตัวได้ (Compressibility) ของของไหลจะกำหนดให้อยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์ความอัด ตัวได้ของของไหล (Coefficient of compressibility) แทนด้วย β ซึ่งเป็นความเครียดเชิงปริมาตร ต่อหน่วยความเค้นอัดคือ เป็นส่วนกลับของความยืดหยุ่นเชิงปริมาตร ก๊าซอุดมคติ (Ideal gas) หรือ ก๊าซสมบูรณ์ เป็นก๊าซที่ไม่มีอยู่จริง นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นเพื่อ อธิบายสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวกับก๊าซ โดยให้มีพฤติกรรมเป็นไปตามกฎของก๊าซไม่ว่าที่อุณหภูมิหรือความดันใด เป็นก๊าซที่ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ความดันไอ (Vapor pressure) คือ ความดันที่เกิดขึ้นจากไอในขณะที่เกิดสมดุลวัฏภาค (Phase equilibrium) ระหว่างไอ และของเหลว ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง

1.3 ความหนืดของของไหล

ความหนืด (Viscosity) เป็นคุณสมบัติชนิดหนึ่งของของไหล เป็นผลจากแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน ระหว่างโมเลกุลของของไหล ดังนั้น ของไหลจึงมีความสามารถต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปจากการเฉือนและแรงเสียดทานในการไหลของของไหลเป็นผลมาจากแรงดึงดูดกับการสับเปลี่ยนโมเมนตัม ระหว่างโมเลกุลในของไหล ความหนืดของของไหล หมายถึง คุณสมบัติในการต้านทานต่อการเฉือน (Shear) ของของไหล หรือต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปเชิงมุม (Angular deformation) หากของไหลมีความหนืดมากจะไหล ได้ช้ากว่าของไหลที่มีความหนืดน้อย ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความหนืด คือ อุณหภูมิ ความหนืดจะเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิและความดัน μ หรือ $\nu = f(P, T)$ แต่การเปลี่ยนแปลง ความหนืดของของเหลวเพราะความดันน้อยมากจึงตัดออกจากการพิจารณาได้ และยังคงเหลือเฉพาะ การเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิเท่านั้นความหนืดของของเหลวจะลดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่ก๊าซจะมี ความหนืดเพิ่มขึ้นขณะอุณหภูมิสูงขึ้น ความหนืดสัมบูรณ์ (Absolute viscosity) หรือความหนืดพลวัต (Dynamic viscosity) หรือ สัมประสิทธิ์ความหนืด (Coefficient of viscosity) คือ คุณสมบัติของของไหลที่ใช้ต้านทานต่อความเค้นเฉือน และเป็นแรงต้านทานต่อแรงเฉือน สัญลักษณ์ของความหนืดสัมบูรณ์เขียนแทนด้วย μ (อ่าน ว่า mu) ความหนืดจลน์ (Kinematic viscosity) หมายถึง ความหนืดสัมบูรณ์ของของไหลต่อความหนาแน่นของของไหลนั้น สัญลักษณ์ของความหนืดสัมบูรณ์เขียนแทนด้วย ν (อ่านว่า nu) การหาความหนืดจลน์แบบเซย์โบลต์ (Saybolt Universal Viscosimeter) เป็นเครื่องมือหา ความหนืดของของไหลโดยให้ของไหลบรรจุในภาชนะทรงกระบอกไหลลง

สู่ขวัดมาตรฐานและจับเวลา เวลาดังกล่าว เรียกว่า Saybolt Universal Second ซึ่งสามารถจะนำไปหาค่าความหนืด จลน์ได้ หลอดคาปิลลารี (Capillary tube) เป็นเครื่องมือวัดความหนืดแบบหลอดคาปิลลารี โดย ของเหลวที่จะใช้ ทดสอบความหนืดจะใส่ไว้ในทางท่อใหญ่ จากนั้นทำการดูดของเหลวขึ้นทางท่อเล็ก โดยใช้ชุดดูดสุญญากาศ และทำการปล่อยของเหลวผ่านจุดเริ่มจับเวลาวัดความหนืด โดยใช้นาฬิกาจับ เวลาในการไหลของของเหลว จนถึงจุดสุดท้ายของการจับเวลา เวลาในการไหลจะนำไปคำนวณหาค่า ความหนืดจลน์ มีหน่วยเป็น mm^2/s (cSt) โดยการคูณค่าเวลาที่ได้ออกมา (s) กับค่าคงที่ของหลอดคาปิลลารี วัดความหนืด ซึ่งแต่ละขนาดจะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งดูได้จากใบสอบเทียบของหลอดคาปิลลารีแต่ละขนาด

1.4 สถิตยศาสตร์ของไหล

สถิตยศาสตร์ของไหล (Fluid statics) หรือของไหลสถิต หมายถึง ของไหลหนึ่งๆ ที่อยู่นิ่ง หรือ เคลื่อนที่ โดยไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของชั้นของไหล นั่นคือ ไม่เกิดความเค้นเฉือน (Shear stress) ความดัน หมายถึง แรง (Force) ที่กระทำตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Area) มีหน่วยเป็น bar , N/m^2 , lb/in^2 (Psi) เรียกการวัดแบบนี้ว่า ความดัน สถิต (Statics pressure) นอกจากนี้ ความดันยัง สามารถวัดได้ในรูปแบบของน้ำหนักจำเพาะและความสูงของของ ไหล เรียกการวัดนี้ว่า เฮดความดัน (Pressure head) เฮดความดัน (Pressure head) เป็นความสูงในแนวตั้งฉากกับผิว อิสระเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงใดๆ ในของเหลวที่หยุดนิ่ง ความดันสัมบูรณ์ = ความดันเกจ + ความดันบรรยากาศ บารอมิเตอร์ (Barometer) เป็นเครื่องมือวัดความดันบรรยากาศ ประกอบด้วยหลอดแก้ว สุญญากาศว่างคว่ำลงใน อ่างปรอท หรือของเหลวอื่นๆ ความดันบรรยากาศจะวัดออกมาเป็นความสูง ของของไหลในหลอดแก้ว นั่นคือ ค่า h แมนอมิเตอร์ (Manometer) เป็นเครื่องมือวัดความดันของของเหลวหรือก๊าซประกอบด้วย หลอดแก้วรูปตัวยู หรือหลอดแก้วเอียง ที่บรรจุของเหลวชนิดหนึ่งที่ไม่รวมตัวกับ ของไหลในภาชนะที่ จะวัดความดัน แมนอ มิเตอร์มีหลายแบบด้วยกัน ได้แก่ หลอดพิซอมิเตอร์ (Piezometer tube) ซึ่ง เป็นแมนอมิเตอร์อย่างง่าย แมนอมิเตอร์ แบบหลอดตัวยู (U-tube manometer) และแมนอมิเตอร์ แบบวัดผลต่างของความดัน (Differential manometer)

หลอดพิซอมิเตอร์ (Piezometer tube) เป็นแมนอมิเตอร์อย่างง่ายที่สุด มีลักษณะเป็น หลอดแก้วเปิดแนวตั้ง เมื่อเสียบต่อเข้ากับภาชนะบรรจุของเหลวที่ต้องการวัดความดันของเหลวใน ภาชนะบรรจุจะไหลขึ้นไปตาม หลอดแก้วเนื่องจากความดันของของเหลวดังกล่าวสูงกว่าความดัน บรรยากาศ ที่สภาวะสมดุลระหว่างน้ำหนัก ของของเหลวในหลอดแก้วกับความดัน สามารถอ่านความ สูงของของเหลวในหลอดแก้วได้ h เมตร ของเหลวใน หลอดแก้วและในภาชนะบรรจุซึ่งเป็นของเหลว ชนิดเดียวกันจะมีน้ำหนักจำเพาะค่าเดียวกันคือ γ แมนอมิเตอร์ แบบหลอดตัวยู (U-tube manometer) แมนอมิเตอร์แบบหลอดรูปตัวยูนี้จะใช้ หลอดแก้วตัดเป็นรูปตัวยู โดยที่ปลาย ด้านหนึ่งนำไปต่อเข้ากับจุดที่ต้องการวัดความดัน และปลายอีก ข้างจะเปิดสู่บรรยากาศ มาตรวัดบวดอง (Bourdon gauge) เป็นเครื่องมือใช้วัดความดันแบบหน้าปัดและใช้สำหรับวัด ความดันเกจ ใช้วัดความดันที่ต่ำกว่า และสูงกว่าความดันบรรยากาศได้ ถ้าต้องการหาความดันสัมบูรณ์ ก็ต้องนำค่าที่อ่านได้ไปบวกกับความดัน บรรยากาศ อุปกรณ์ของเครื่องวัดแบบบุดองนี้ประกอบด้วย หลอดซึ่งมีภาคตัดขวางเป็นรูปไข่และตัดเป็นส่วน

โค้งของวงกลม ปลายหลอดเชื่อมปิดสนิทอีกปลาย ข้างหนึ่งต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันเมื่อความดันภายในหลอดเพิ่มขึ้น หลอดจะดันออก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความดันจะไปปรากฏเป็นการเคลื่อนไหวของปลายท่อปิด ซึ่งต่อกับกลไก ทำให้เข็มชี้หมุนไปตามสเกลที่แบ่งไว้ แล้วอ่านค่าออกมา เมื่อวัตถุจมเพียงบางส่วน หรือจมนั้นในของไหล จะเกิดแรงกระทำที่วัตถุ ในแนวตั้งฉาก กับผิว เป็นแรงที่พยายามพยุงหรือยกวัตถุให้ลอยขึ้น ในทิศทางสวนทางกับแรงดึงดูดของโลก เรา เรียกว่า แรงลอยตัว (Buoyant force) และตำแหน่งที่แรงลอยตัวกระทำกับวัตถุนั้น เรียกว่า จุด ศูนย์กลางของแรงลอยตัว (Center of buoyancy) ผู้ที่ค้นพบแรงลอยตัว คือ อาร์คิมิดีส กล่าวไว้ว่า “เมื่อวัตถุใดๆ จมอยู่ในของไหลไม่ว่าจะเป็น ทั้งหมด หรือบางส่วนก็ตาม จะมีแรงลอยตัวมากระทำกับวัตถุนั้นและจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่” เรียกว่า หลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes principle) เสถียรภาพของวัตถุจมและวัตถุลอย (Stability of submerged and floating bodies) หมายถึง เมื่อวัตถุนั้นมีแรงภายนอกกระทำแล้ว ทำให้วัตถุนั้นกลับคืนสู่สภาพเดิมได้หรือไม่ ซึ่งมีผล ทำให้วัตถุทรงตัวได้และทรงตัวไม่ได้ การทรงตัวได้ของวัตถุที่ลอยได้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ 1)สถานะทรงตัวได้ดี (Stable equilibrium) 2) สถานะทรงตัวไม่ได้ (Unstable equilibrium) 3)สถานะทรงตัวเป็นกลาง (Neutral equilibrium)

1.5 พื้นฐานของการไหล

เส้นกระแส (Stream line) หมายถึง เส้นที่เชื่อมต่อเวกเตอร์ความเร็วของแต่ละอนุภาคของของไหล ณ เวลาใดเวลาหนึ่งหรือเส้นที่บ่งถึงทิศทางการไหลหรือการเคลื่อนที่โดยเฉลี่ยของอนุภาคของของไหล ลำท่อกระแส (Stream tube) หมายถึงลำท่อที่เกิดจากการลากเส้นกระแสกลุ่มหนึ่งผ่านเส้นโค้ง วงรอบปิด 2 วง การไหลในสภาวะคงตัว (Steady flow) คือ การไหลของของไหลที่ผ่านจุดที่ต้องการวัดด้วย ความเร็วคงที่ความเร็วที่จุด 1 เท่ากับ ความเร็วที่จุด 2 การไหลในสภาวะไม่คงตัว (Unsteady flow) คือ การไหลของของไหลชนิดที่ความเร็วในการไหล ณ จุดใดจุดหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงหรือขาดช่วง ความเร็วที่จุด 1 ไม่เท่ากับความเร็วที่จุด 2 การไหลแบบทิศทางเดียว (One-dimension flow) คือ การไหลที่เส้นกระแส (Streamline) เคลื่อนที่ไปทางเดียวซึ่งการไหลชนิดนี้ การเปลี่ยนแปลงของความดันหรือความเร็วจะไม่เกิดขึ้นในทิศทางอื่นนอกจากเกิดขึ้นในทิศทางเส้นกระแส การไหลแบบสองทิศทาง (Two-dimension flow) คือ การไหลที่เส้นกระแส (Streamline) เคลื่อนที่ไปในระนาบเดียวกันแต่มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ การไหลแบบสามทิศทาง (Three-dimension flow) คือ การไหลที่เส้นกระแส (Streamline) มีการเปลี่ยนแปลงไปทั้งสามทิศทาง การไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) คือ การไหลของของไหลเคลื่อนที่ตามกันไปเป็นแผ่น หรือชั้นเรียบๆโดยที่แผ่นหนึ่งเลื่อนเรียบเหนือแผ่นอื่น การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) คือ การไหลของของไหลเคลื่อนที่ไปในทิศทางไม่แน่นอน มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงหมุนวนจากส่วนหนึ่งของของไหลไปยังส่วนอื่นการไหลแบบหนืด (Viscous flow) คือ การไหลของของไหลที่มีความหนืด เช่น น้ำผึ้ง จะไหลยาก ความหนืดทำให้ชั้นของของไหลที่ติดกันเคลื่อนผ่านกันได้ยาก การไหลแบบไม่หนืด (Non-viscous flow) คือ การไหลของของไหลที่ไม่มี ความหนืด เช่น น้ำจะไหลได้ง่ายกว่า การไหลแบบอัดตัวไม่ได้ (Incompressible flow) คือ การไหลที่สามารถสังเกตได้จากความหนาแน่นของของไหลว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ในระหว่างการไหล การวิเคราะห์

อัตราการไหลจึงมี ความซับซ้อนน้อย ถ้าความหนาแน่นคงที่ในการไหล แสดงว่าเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ (Incompressible flow) แต่ถ้าความหนาแน่นเปลี่ยนไประหว่างการไหล แสดงว่าเป็นการไหลแบบ อัดตัวได้ (Compressible flow) ส่วนใหญ่แล้วการไหลของของเหลวจะเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ ขณะที่การไหลของก๊าซจะถูกบีบอัดได้ง่ายกว่า ยกตัวอย่าง เช่น อากาศไหลผ่านคอมเพรสเซอร์ การไหลแบบหมุน (Rotational flow) ของไหลจะหมุนพร้อมกับการเคลื่อนที่ และความเร็วของ อนุภาคในของไหลจะไม่เท่ากัน ณ ตำแหน่งต่างๆ ในแนวตั้ง ขณะที่การไหลแบบไม่หมุน (Irrotational flow) ของไหลจะมีเฉพาะการเคลื่อนที่เท่านั้น ความเร็วในอนุภาคในของไหลจะเท่ากัน ณ ตำแหน่ง ต่างๆ ในแนวตั้ง

ความเร็วในการไหล (v) หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปในระยะเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น m/s ในของไหลจะแตกต่างจากของแข็งเพราะอนุภาคในของไหลนั้นๆ พบว่า ความเร็วของอนุภาคมีทิศทางการเคลื่อนที่คนละทิศทาง และเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ เช่น ก๊าซ ที่แต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่เป็นอิสระต่อกัน อัตราการไหล หมายถึง ปริมาณของไหลที่เคลื่อนที่ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในเทอมของปริมาตร และ เทอมของมวลโดย ถ้าเป็นของเหลว จะวัดในเชิงปริมาตร มีหน่วยเป็น m^3/s ถ้าเป็น ก๊าซ จะวัดในเชิงมวล มีหน่วยเป็น kg/s (เรียกว่า Mass flow rate) สมการการไหลต่อเนื่อง คือ สมการที่แสดงถึงกฎการอนุรักษ์มวลของของไหลในระบบที่เราศึกษา หรือในปริมาตรควบคุม (Control volume)

1.6 สมการโมเมนตัม

ความเร็วในการไหล (v) หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปในระยะเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น m/s ในของไหลจะแตกต่างจากของแข็งเพราะอนุภาคในของไหลนั้นๆ พบว่า ความเร็วของอนุภาคมีทิศทางการเคลื่อนที่คนละทิศทาง และเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ เช่น ก๊าซ ที่แต่ละโมเลกุลจะเคลื่อนที่เป็นอิสระต่อกัน อัตราการไหล หมายถึง ปริมาณของไหลที่เคลื่อนที่ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในเทอมของปริมาตร และ เทอมของมวลโดย ถ้าเป็นของเหลว จะวัดในเชิงปริมาตร มีหน่วยเป็น m^3/s ถ้าเป็น ก๊าซ จะวัดในเชิงมวล มีหน่วยเป็น kg/s (เรียกว่า Mass flow rate) สมการการไหลต่อเนื่อง คือ สมการที่แสดงถึงกฎการอนุรักษ์มวลของของไหลในระบบที่เราศึกษา หรือในปริมาตรควบคุม (Control volume)

โมเมนตัม (Momentum) คือ มวลกับวัตถุคูณกับความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่หน่วยของ โมเมนตัม มีหน่วยเป็น $(kg.m/s)$ กฎข้อที่ 2 ของ นิวตัน กล่าวว่า “ ผลรวมของแรงภายนอกที่มากระทำกับวัตถุ เท่ากับ อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของระบบ ” พิจารณาการเคลื่อนย้ายปริมาณโมเมนตัมของระบบผ่านปริมาตรควบคุม โดยสมมติให้การไหลมีเพียงทิศทางเดียว และไม่มีการไหลทางด้านข้าง ΣF เป็นแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำต่อปริมาตรควบคุมเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ของของไหล พิจารณาสถานะการหมุนของของไหลรอบแกนหมุนซึ่งจะพบในเครื่องจักรกลที่มีการหมุน (Rotating machinery) เช่น กังหัน (Turbines) และ เครื่องสูบลม (Pumps) ในการศึกษาจำเป็นต้อง ทราบความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดภายนอกกับโมเมนต์ของโมเมนตัมเชิงเส้นของของไหลนั้นรอบแกน หมุนหนึ่งๆ เพื่อวิเคราะห์หากำลังหมุนเพลลาของเครื่องจักรกลนั้นๆ ต่อไป ดังนั้น

ในการหมุนที่เกิดขึ้น ของเครื่องกลเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำจะต้องใช้สมการโมเมนตัมเชิงมุมในการวิเคราะห์

1.7 สมการพลังงาน

พลังงาน (Energy) ความสามารถที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความร้อน งาน และพลังงาน พลังงานในการไหลของของไหลสามารถแบ่งออกได้เป็น พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานของการไหล และพลังงานภายใน พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) คือ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของของไหลจากจุดหนึ่งไป ยังอีกจุดหนึ่ง ปริมาณของพลังงานจลน์จะขึ้นอยู่กับความเร็ว และขนาดของมวลของของไหลนั้น พลังงานศักย์ (Potential Energy) คือ พลังงานที่แฝงอยู่ในมวลของของไหลนั้น และความแตกต่างของพลังงานขึ้นอยู่กับมวลและระดับความสูง ภายใต้แรงดึงดูดของโลก พลังงานของการไหล (Flow Energy) คือ งานที่กระทำต่อมวลสารของของไหลเมื่อของไหลถูก บังคับให้ผ่านขอบเขต ซึ่งหาได้จาก ผลคูณของความดันและปริมาตร พลังงานภายใน (Internal Energy) เป็นคุณสมบัติประจำตัวของสาร ถ้าอุณหภูมิของสารยังไม่ถึงศูนย์สัมบูรณ์ สารนั้นจะมีพลังงานภายในอยู่ พลังงานภายในเกิดจากการเคลื่อนที่ของปรมาณู สมการพลังงาน (Energy Equation) คือ สมการที่พัฒนามาจากสมการเบอร์นูลลี โดยสามารถใช้ได้กับการไหลที่มีการรับหรือสูญเสียพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม กฎการทรงพลังงานกล่าวไว้ว่า “พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถถูกสร้างหรือถูกทำลายได้ แต่พลังงานสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้” ประสิทธิภาพของระบบเครื่องสูบลม คือ กำลังที่น้ำจากเครื่องสูบลม ต่อ พลังงานของเพลที่ส่งให้กับ เครื่องสูบน้ำสมการออยเลอร์ (Euler's Equations) คือ สมการโมเมนตัม สำหรับของไหลที่ไม่มีแรงเสียดทาน สมการเบอร์นูลลี (Bernoulli Equation) คือ สมการที่ใช้ประมาณความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ความเร็ว และความสูงของของไหลที่ไหลแบบสภาวะคงตัว ไม่สามารถอัดตัวได้และไม่มีแรงเสียดทาน (Steady, Incompressible and non-viscous (Inviscid หรือ Frictionless) flow) สมการเบอร์นูลลีสามารถเขียนได้ดังนี้

1.8 การไหลภายในท่อปิด

การไหลภายในท่อปิด (Flow in closed conduits) คือ การไหลของของไหลภายในท่อที่มีผนัง ปิดล้อมทุกด้าน และมีของไหลไหลอยู่เต็มพื้นที่หน้าตัดของท่อ ไม่มีผิวอิสระอยู่ด้านบนของหน้าตัดการ ไหล และการไหลอยู่ภายใต้ความดันตลอดช่วงของการพิจารณา การไหลของของไหลภายในท่อสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ การไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) และการไหลในช่วงการแปรเปลี่ยน (Transition flow) การไหลแบบราบเรียบ จะเกิดกับการไหลของของไหลที่มีความหนืดสูง หรือความเร็วในการไหลต่ำ อนุภาคของของไหลจะเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบขนานกับทิศทางของการไหล ซึ่งสังเกตได้จาก แนวเส้นสีที่เกิดจากการทดลองจะมีลักษณะเป็นเส้นที่ค่อนข้างตรงและราบเรียบ การไหลแบบปั่นป่วน จะเกิดกับการไหลของของไหลที่มีความหนืดต่ำหรือความเร็วในการไหล มาก อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไม่เป็นระเบียบ แนวเส้นทางการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วแปรปรวนมาก โดยสังเกตได้จากแนวเส้นสีที่เกิดขึ้นจากการทดลองจะกวัดแกว่ง

ไปมาไม่เป็นระเบียบและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การไหลในช่วงการแปรเปลี่ยน เป็นช่วงของการไหลที่กำลังจะพัฒนาพฤติกรรม จากการไหลแบบราบเรียบไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วน เป็นช่วงที่ไม่สามารถคาดเดาพฤติกรรมของการไหลได้อย่างแน่นอน เพราะในบางตำแหน่งหรือบางช่วงเวลาใดๆ พฤติกรรมของการไหลอาจเป็นไปได้ทั้งแบบราบเรียบและแบบปั่นป่วน โดยสังเกตได้จากแนวเส้นสีที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ในบางตำแหน่งจะมีลักษณะกวัดแกว่งไปมาในขณะที่ส่วนอื่นๆ มีลักษณะราบเรียบ หรือที่ตำแหน่งเดียวกันในบางเวลาอาจมีลักษณะราบเรียบ แต่เมื่อเวลาผ่านไปอาจมีลักษณะกวัดแกว่งไปมาไม่สามารถคาดเดาได้ พฤติกรรมของการไหลทั้ง 3 ลักษณะจะสอดคล้องกับค่าของกลุ่มตัวแปรไร้มิติกลุ่มหนึ่ง ซึ่ง เรียกว่า เรย์โนลด์สจำนวน (Reynolds number, Re) นั่นคือ ถ้า $Re < 2,100$ $2,100 < Re < 4,000$ $Re > 4,000$ แสดงว่าเป็นการไหลแบบราบเรียบแสดงว่าเป็นการไหลในช่วงการแปรเปลี่ยน แสดงว่าเป็นการไหลแบบปั่นป่วน การไหลบริเวณบริเวณปากทางเข้าของท่อ (Entrance flow development) แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การไหลบริเวณปากทางเข้าท่อในสภาวะการไหลแบบราบเรียบ และการไหลบริเวณปาก ทางเข้าท่อในสภาวะการไหลแบบปั่นป่วน ช่วงการไหลที่ได้รับผลกระทบจากปากทางเข้าท่อจะเริ่มจากปากทางเข้าต่อเนื่องเรื่อยไป จนกระทั่งสิ้นสุดการปรับตัว เรียกว่า ความยาวช่วงทางเข้า (Entrance length, L_e) การสูญเสียพลังงานหลัก (Friction head loss หรือ Major loss) คือ การสูญเสียเฮดที่เกิดจาก ผลของแรงเสียดทานอันเนื่องมาจากผลของความหนืดของของไหล และแรงเสียดทานระหว่างของไหล กับผนังท่อ โดยการสูญเสียเฮดนั้นขึ้นอยู่กับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ความยาวท่อ ความขรุขระ หรือความหยาบของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ความหนืดของของไหล และความเร็วในการไหล การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss, h_m) เป็นการสูญเสียเฮดในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือทิศทางของความเร็วของการไหลโดยฉับพลัน ซึ่ง จะเกิดบริเวณที่ของไหลไหลผ่านอุปกรณ์

ประกอบท่อต่างๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ข้อลดขนาด ข้อขยายขนาดข้องอชนิดต่างๆ เป็นต้นซึ่งการสูญเสียรองนี้จะขึ้นอยู่กับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหลในอุปกรณ์นั้นๆ และเฮดความเร็ว ดังนั้นการคำนวณการสูญเสียพลังงานรอง จึงสามารถกำหนดให้อยู่ในรูปของผลคูณระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงานรอง (Minor loss coefficient, k) กับ เฮดความเร็ว (Velocity head)

1.9 การวัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ

การวัดอัตราการไหล (Flow measurement) ของของไหลในท่อโดยใช้เครื่องมือวัด มีการวัด อัตราการไหลได้หลายวิธีด้วยกัน ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะเครื่องมือหรือมาตรอัตราการไหลในท่อที่ นิยมใช้และรู้จักกันทั่วไปเท่านั้น ซึ่งมีรูปแบบของมาตรวัดและการวิเคราะห์หาอัตราการไหลในท่อ ได้แก่ มาตรวัดการไหลแบบเวนจูรี (Venturi meter) มาตรวัดการไหลแบบออริฟิส (Orifice meter) มาตรวัดการไหลแบบโรตاميเตอร์ (Rotameter) การวัดอัตราการไหลโดยใช้พิทอตทิวป์ (Pitot tube)

มาตรวัดอัตราการไหลแบบเวนจูรี (Venturi meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ หลักการของมาตรวัดการไหลชนิดนี้ถูกค้นพบโดยนักฟิสิกส์ชาวอิตาลีเลียน ในปี พ.ศ. 2340 ซึ่งมีชื่อว่า G.B. Venturi แต่ภายหลัง C. Herschel ได้นำหลักการมาประยุกต์ใช้งานจริงในปี พ.ศ. 2530

มาตรวัดอัตราการไหลแบบเวนจูรี ประกอบด้วย ท่อที่มีคอคอด ซึ่งจะทำให้ของไหลมีความเร็ว เพิ่มขึ้น แต่ความดันลดลงทางด้านปลายของท่อจะมีลักษณะค่อยๆ ขยายออกความเร็วของของไหลก็ จะค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอัตราการไหลค่อนข้างแน่นอน ดังนั้น มาตรเวนจูรี จึงเป็นเครื่องมือ วัดอัตราการไหลที่สำคัญชนิดหนึ่ง

มาตรวัดการไหลแบบแผ่นออริฟิส (Orifice plate meter) หรือ มาตรวัดแบบรูระบาย (Orifice meter) เป็น เครื่องมือวัดอัตราการไหลสำหรับของไหลที่ไหลภายในท่ออีกแบบหนึ่ง การใช้ออริฟิสวัด อัตราการไหล เป็นที่ รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยจูเลียต ซีซาร์ในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 มาตรวัดแบบออริฟิส หรือรูระบาย (Orifice meter) ประกอบด้วยแผ่นโลหะมีรูกลม ซึ่งมีขอบ คมอยู่ตรงกลางวางกั้นทิศทางการไหลของของไหลในท่อ โดยแนวที่ ผ่านจุดศูนย์กลางท่อจะผ่านจุด ศูนย์กลางรูระบายน้ำพอดี ซึ่งอัตราการไหลสามารถพิจารณาได้จากการอ่าน ผลต่างของระดับของไหล มาตรวัดอัตราการไหลแบบโรตاميเตอร์ (Rotameter) หรือแบบลูกลอย เป็นเครื่องมือวัด อัตรา การไหลของของไหล ลักษณะของโรตاميเตอร์เป็นท่อแก้วใสด้านในเป็นกรวยเรียว (Tapered pipe) และมีลูก ลอย (Float) ที่ออกแบบพิเศษบรรจุอยู่ในกรอบ ของไหลที่ต้องการวัดจะไหลผ่านเข้ามา ทางด้านล่างของตัว วัด ลูกลอยจะถูกเหวี่ยงความเร็ว (Velocity head) ยกให้ลอยตัวขึ้น ตำแหน่งของลูก ลอยจะลอยนิ่ง อยู่กับที่เมื่อเกิด ความสมดุลระหว่างเหวี่ยงความเร็วของของไหลกับน้ำหนักของลูกลอย ตำแหน่งของลูกลอยจะบอกค่าอัตราการ ไหลได้

พิทอตต์ทิวป์ (Pitot tube) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วของของไหลที่ใช้ได้ทั้งกับของเหลวและก๊าซ โดย ที่ตรงปลายที่ใช้วัดจะถูกสอดเข้าอยู่ในส่วนกลางของท่อให้ตั้งฉากกับทิศทางการไหลและ ปลายอีกข้างหนึ่งเปิด อยู่ด้านข้าง เพื่อใช้วัดความดันสถิต (Static pressure) จุดวัดความดันทั้งสอง ด้านจะตั้งฉากกัน

1.10 สมการพื้นฐานของการไหลแบบอัดตัวได้

การไหลของของไหลแบบอัดตัวได้ หมายถึง การไหลของของไหลที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความ หนาแน่น อย่างเด่นชัด และหากการไหลนั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก จะก่อให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติอื่นๆ ของของไหลในลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากพฤติกรรมของของไหลแบบ อัดไม่ได้ ตัวแปรที่เพิ่มขึ้นมาจากกรณี ของของไหลแบบอัดไม่ได้ คือ ความหนาแน่น และอุณหภูมิ ตัวเลขมัค (Mach number) เป็นพารามิเตอร์ตัวหนึ่ง ที่สำคัญต่อการกำหนดคุณลักษณะของ การไหลแบบอัดได้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นค่าอัตราส่วนของความเร็ว เฉพาะที่ของของไหลต่อความเร็ว เสียงเฉพาะที่ ($M = v/c$) และตัวเลขมัคจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของคลื่น เสียงจากแหล่งกำเนิด เสียงที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหนือเสียงที่มีลักษณะเป็นรูปกรวย และรูปกรวยดังกล่าวถูก เรียกว่า รูป กรวยมัค (Mach cone) ในการวิเคราะห์ของไหลแบบอัดได้ทั่วไป คุณสมบัติที่เป็นที่สนใจจะเป็นค่า ความดัน P ค่าอุณหภูมิ T ค่าความหนาแน่น ρ และค่าความเร็ว v ซึ่งในการวิเคราะห์ปัญหาของของไหลแบบ

อัด ได้นั้น นิยมใช้ค่าคุณสมบัติที่สนใจในสภาวะที่ค่าความเร็วเป็นศูนย์เป็นสภาวะอ้างอิง สภาวะดังกล่าว หากกระบวนการลดความเร็วเป็นกระบวนการไอเซนโทรปิก ค่าคุณสมบัติดังกล่าวจะเรียกว่า คุณสมบัติสแตนเนชันไอเซนโทรปิกเฉพาะที่ ซึ่งโดยนิยามจะระบุไว้ว่าคือ คุณสมบัติของของไหลที่จุด ในสนามการไหลที่เกิดจากการน าของไหลที่จุดดังกล่าวในสภาวะเฉพาะที่ซึ่งมีความเร็วของการไหลอยู่ ปลอดภัยความเร็วลงจนเป็นศูนย์ ภายใต้กระบวนการไอเซนโทรปิก (กระบวนการที่ไม่มีแรงเสียดทานและ ไม่มีการถ่ายเทความร้อน) ค่าความดันที่สภาวะอ้างอิงจะเรียกว่า ค่าความดันสแตนเนชัน P_0 และค่า อุณหภูมิที่สภาวะอ้างอิงก็จะเรียกว่า ค่าอุณหภูมิ สแตนเนชัน T_0 ซึ่งสภาวะ สแตนเนชันดังกล่าวอาจเป็น สภาวะของของไหลแบบอัดได้ที่ถูกบรรจุอยู่ในถังขนาดใหญ่ โดยที่ของไหลทั้งหมดอยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่ การไหลของของไหลแบบอัดตัวได้ ภายใต้กระบวนการไอเซนโทรปิกผ่านหัวฉีดสองแบบ คือ หัวฉีดแบบลู่เข้า (Converging nozzle) และหัวฉีดแบบลู่เข้าและบานออก (Converging diverging nozzle)

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

จงทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด

- ของไหลที่เมื่อความดันเปลี่ยนแปลงแล้วทำให้ปริมาตรและความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงมาก เรียกว่าอะไร
 - ของไหลแบบไม่หนืด
 - ของไหลยุบตัวตามความดัน (Compressible Fluid)
 - ของไหลไม่ยุบตัวตามความดัน (Incompressible Fluid)
 - ของไหลอุดมคติ
- ความถ่วงจำเพาะของสารคำนวณได้จากสูตรใด
 - $\rho_s = m_{\text{สาร}} / \rho_{\text{น้ำ}}$
 - $\rho_s = \rho_{\text{สาร}} \times \gamma_{\text{น้ำ}}$
 - $\rho_s = \rho_{\text{สาร}} / \rho_{\text{น้ำ}}$
 - $\rho_s = \gamma_{\text{สาร}} / \gamma_{\text{น้ำ}}$
- ค่า API (American Petroleum Institute) เป็นหน่วยวัดที่ใช้กับสิ่งใด
 - ความหนืดของน้ำมัน
 - ความตึงผิวของน้ำมัน
 - ความดันไอของน้ำมัน
 - ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันปิโตรเลียม
- จงหาค่าความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) เมื่อเกจวัดได้ 25 kPa

- ก. 26.025 kPa
- ข. 101.325 kPa
- ค. 126.325 kPa
- ง. 76.325 kPa
5. ของเหลวมีความหนาแน่น 860 kg/m^3 วัดที่ระดับความลึก 15 เมตร มีความดันเท่าใด
- ก. 12,600 Pa
- ข. 126,000 Pa
- ค. 126,630 Pa
- ง. 1,266,300 Pa
6. ความหนืด (Viscosity) หมายถึงอะไร
- ก. ความสามารถของของไหลในการต้านทานแรงดึง
- ข. การต้านทานการเคลื่อนที่ของของไหล หรือการต้านทานการเฉือนในเนื้อของของไหล
- ค. ความสามารถในการละลายตัวของของไหลในของเหลวอื่น
- ง. ความสามารถในการซึมผ่านของของไหลทะลุผ่านวัสดุพุน
7. ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นสูงขึ้น จะมีผลต่อค่าความหนืดอย่างไร
- ก. ความหนืดจะเพิ่มขึ้น
- ข. ความหนืดจะลดลง
- ค. ความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. ความหนืดจะสูงขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน
8. ความหนืดจลน์ (Kinematic Viscosity) มีความสัมพันธ์กับความหนืดสัมบูรณ์ (Absolute Viscosity) อย่างไร
- ก. ความหนืดจลน์ = ความหนืดสัมบูรณ์ $\times$ ความหนาแน่น
- ข. ความหนืดจลน์ = ความหนืดสัมบูรณ์ $\div$ ความหนาแน่น
- ค. ความหนืดจลน์ = ความหนืดสัมบูรณ์ + ความหนาแน่น
- ง. ความหนืดจลน์ = ความหนืดสัมบูรณ์ - ความหนาแน่น
9. แผ่นราบสองแผ่นวางซ้อนกัน มีระยะห่าง 0.5 mm ระหว่างแผ่นราบบรรจุของไหลมีความหนืด 3 Poise แผ่นราบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 15 m/s จงหาแรงดึงที่กระทำต่อแผ่นราบทั้งสอง หากพื้นที่ผิวสัมผัสเท่ากับ 2 m^2
- ก. 9 kN
- ข. 18 kN
- ค. 90 kN
- ง. 180 kN

10. ของไหลชนิดหนึ่งมีความหนืดสัมบูรณ์ $0.05 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ และมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.015 จงคำนวณหาความหนืดจลน์ของของไหลนี้
- ก. $0.0033 \text{ m}^2/\text{s}$
 - ข. $0.0033 \text{ cm}^2/\text{s}$
 - ค. $0.033 \text{ m}^2/\text{s}$
 - ง. $0.033 \text{ cm}^2/\text{s}$

7. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลสิทธิ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

- 1 ข.
- 2 ค.
- 3 ง.
- 4 ค.
- 5 ค.
- 6 ข.
- 7 ข.
- 8 ข.
- 9 ข.

	ใบงานที่ ๖		หน่วยที่ ๖
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม		สอนครั้งที่ 15-17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานทฤษฎีของการไหลในท่อ		ทฤษฎี 3 ชม.
	ชื่อเรื่อง : งานทฤษฎีของการไหลในท่อ		ปฏิบัติ 9 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์ และหลักพลศาสตร์ของไหล

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับของไหลในงานระบบท่อ

3.2 วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในงานระบบท่อ

3.3 ประยุกต์ใช้หลักของไหลในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่อโดยใช้หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหล

4.2 ให้วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในระบบงานท่อ

4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษสีน้ำตาล

5.2 ปากกาเคมี

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับงานทฤษฎีของการไหลในท่อ
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

9. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบกิจกรรม ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 15-17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานทฤษฎีของการไหลในท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานทฤษฎีของการไหลในท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 วิเคราะห์หลักสถิตยศาสตร์ และหลักพลศาสตร์ของไหล

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับของไหลในงานระบบท่อ

3.2 วิเคราะห์หลักสถิตยศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในงานระบบท่อ

3.3 ประยุกต์ใช้หลักของไหลในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่อโดยใช้หลักสถิตยศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหล

4.2. ให้วิเคราะห์หลักสถิตยศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในระบบงานท่อ

4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจ ใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษสีน้ำตาล

5.2 ปากกาเคมี

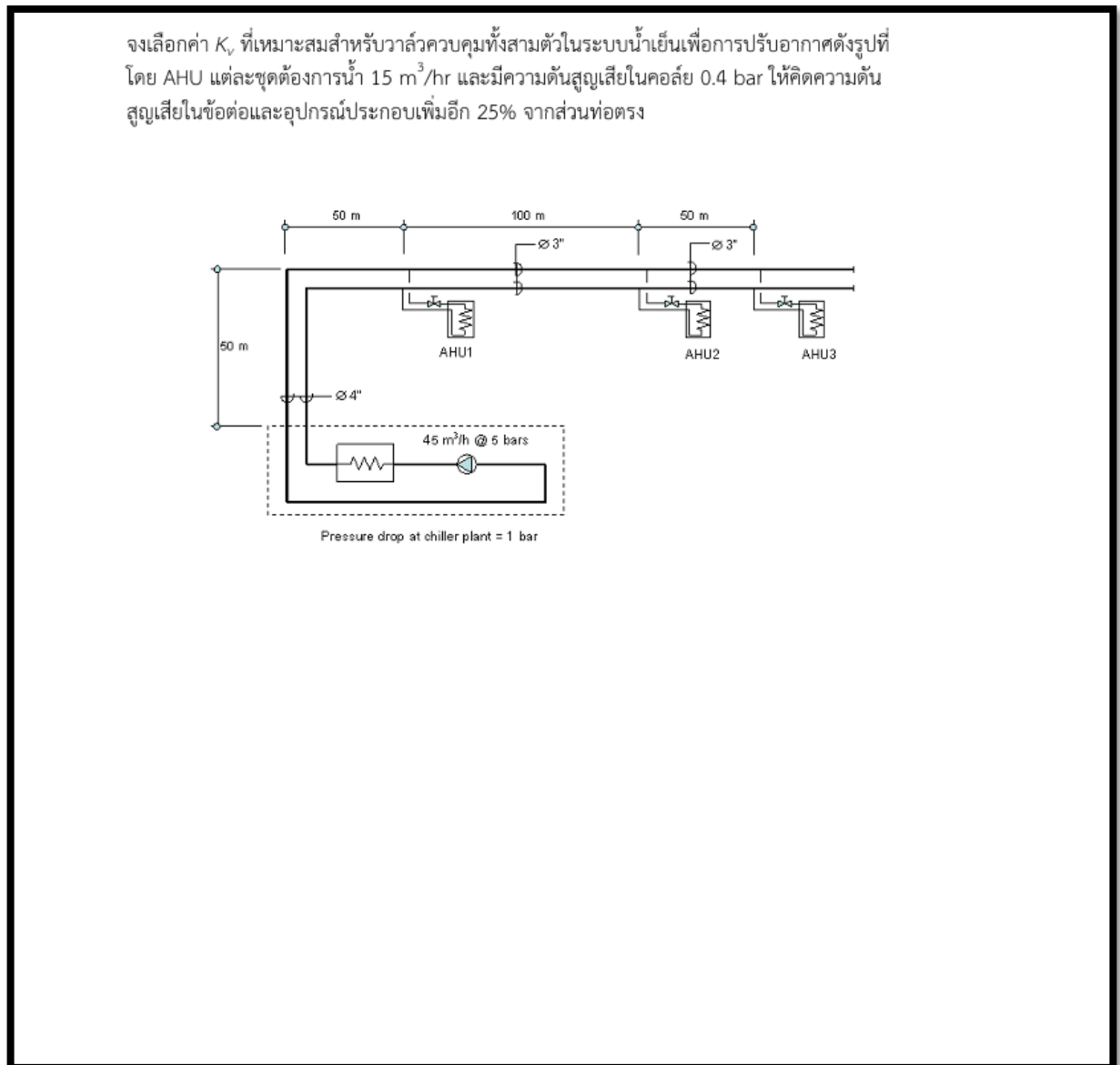
6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำสรุปทำใบงาน

6.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

6.3 ทำใบกิจกรรมเกี่ยวกับงานทฤษฎีของการไหลในท่อวิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหล

6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา



7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน	หมายเหตุ
--	--------------------	-------	----------

รายการ ประเมิน		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

๙. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้ในงานในโรงงาน

	ใบมอบหมายงาน ที่ ๖	หน่วยที่ ๖
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่ในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 15-17
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานทฤษฎีของการไหลในท่อ	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานทฤษฎีของการไหลในท่อ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์ และหลักพลศาสตร์ของไหล

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ประมวลความรู้เกี่ยวกับของไหลในงานระบบท่อ

3.2 วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในงานระบบท่อ

3.3 ประยุกต์ใช้หลักของไหลในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การปฏิบัติงานท่อโดยใช้หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหล

4.2 ให้วิเคราะห์หลักสถิติศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในระบบงานท่อ

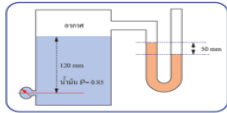
4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

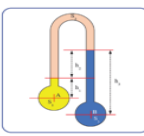
5. รายละเอียดของงาน

5.1 ให้คำนวณหาค่าแรงดันที่อยู่ในท่อต่อไปนี้

1. จงคำนวณหาค่าความดันที่อ่านจากเกจ ถ้าน้ำมันมีความ
 หนืดจำเพาะ 0.85 ความดันบรรยากาศ 750 มิลลิเมตรปรอท
วิธีทำ



2. จากรูป ถ้า $S_1 = 1.0$, $S_2 = 0.95$, $S_3 = 1.0$, $h_1 = h_2 = 300$ mm และ $h_3 = 900$ mm
 หาว่า $P_A - P_B$
วิธีทำ



6.กำหนดเวลาส่งงาน

6.6 ทำยคาบเรียน

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับใช้งานทฤษฎีของการไหลในท่อ
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบทอทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา
 วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

9. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

	แผนการจัดการเรียนรู้		หน่วยที่..7.
	รหัสวิชา 20111-2011	วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 18.
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานตรวจสอบ		ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3..ชม.
ชื่อเรื่อง : งานตรวจสอบ			

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ตรวจสอบระบบท่อในงานอุตสาหกรรม

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ตรวจสอบและบำรุงรักษาในงานระบบท่อ
- 3.2 เข้าใจหลักการตรวจสอบในงานระบบท่อ
- 3.3 เลือกวิธีการตรวจสอบในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การตรวจสอบและบำรุงรักษางานท่อ
- 4.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบตามหลักการ
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. สารการเรียนรู้

- 5.1 ขั้นตอนและแนวทางปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาท่อ
- 5.2 การบำรุงรักษาท่อ
- 5.3 การบำรุงรักษาท่อมีความสำคัญ
- 5.4 ขั้นตอนมาตรฐานในการบำรุงรักษาท่อ
- 5.5 การตรวจสอบและการทดสอบ
- 5.6 การป้องกันการกัดกร่อน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 6.1 เข้าสู่บทเรียน
 - 6.1.1 ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน และการปฏิบัติงานการฝึกตลอดภาคเรียน
- 6.2 ขั้นการเรียนรู้
 - 6.2.1 ครูผู้สอนอธิบายรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจ
 - 6.2.2 ให้นักศึกษา จัดเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และตรวจสอบก่อนการปฏิบัติงาน เป็นรายบุคคล
 - 6.2.3 นักเรียนนักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานตามกำหนด
- 6.3 ขั้นสรุป
 - 6.3.1 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาของหน่วยเรียนในท้ายชั่วโมง
- 6.4 การประเมินผล
 - 6.4.1 ให้นักเรียนนักศึกษาส่งชิ้นงานฝึกปฏิบัติเป็นรายบุคคล
 - 6.4.2 ประเมินพฤติกรรมของการเรียนรู้

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 เอกสารประกอบการสอนวิชาการที่เรียบเรียงขึ้น
- 7.2 สื่อการสอนวิชาการ Powerpoint
- 7.3 ใบความรู้
- 7.4 แบบฝึกหัด
- 7.5 แบบทดสอบ
- 7.6 แบบประเมินผลการเรียน

8. หลักฐานการเรียนรู้

- 8.1 หลักฐานความรู้
 - 8.1.1 แบบสังเกตการใบงาน
 - 8.1.2 แบบสังเกตการปฏิบัติงาน ตามใบมอบหมายงาน
- 8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน
 - 8.2.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน
 - 8.2.2 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน

9. การวัดและประเมินผล

- 9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน
 - 9.1.1 แบบประเมินผลงานจากการปฏิบัติงาน ตามใบงาน
 - 9.1.3 แบบประเมินผลงาน ตามใบมอบหมายงาน
- 9.2 วิธีการประเมิน
 - 9.2.1. ข้อสอบข้อเขียน
 - แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และ/หรือ
 - ใบงาน
 - 9.2.2. สาคิตการปฏิบัติงาน
 - แบบฟอร์มประเมินผลการสาคิตการปฏิบัติงาน
 - 9.2.3. แฟ้มสะสมผลงาน เป็นข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง
- 9.3 เครื่องมือประเมิน
 - 9.3.1. ทดสอบ
 - 9.3.2. สังเกตการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ใบช่วยสอน

ใบช่วยสอน (Instruction Sheet)	การนำไปใช้
ใบความรู้ (Information Sheet)	ใช้เพื่อรวบรวม เรียบเรียง จัดระบบองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น อาจใช้ในกรณี ที่ต้องนำความรู้มาจากตำราหลายเล่ม หรือหนังสือเรียน มีเนื้อหาไม่ครบถ้วน
ใบงาน (Job Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอก ขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ ใน การปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะทางวิชาชีพ ให้มี

	สมรรถนะตามที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในบางศาสตร์ จะเรียกต่างกันไปเช่น ใบทดลองหรือใบประลอง (Lab Sheet) ใบกิจกรรม (Activity Sheet)
ใบปฏิบัติงาน (Operation Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อบ่งบอกในขั้นตอนหนึ่งของการปฏิบัติงาน หรืองานย่อยอย่างชัดเจน มักใช้ควบคู่กับ ใบงาน หรือใบมอบหมายงาน
ใบมอบหมายงาน (Assignment Sheet)	เป็นใบช่วยสอน ที่เขียนขึ้นมาเพื่อ กำหนดงานหรือมอบหมายงานให้ผู้เรียนนำไปศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติงาน

	ใบความรู้ ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานตรวจสอบ	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานตรวจสอบ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ตรวจสอบระบบท่อในงานอุตสาหกรรม

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ตรวจสอบและบำรุงรักษาในงานระบบท่อ

3.2 เข้าใจหลักการตรวจสอบในงานระบบท่อ

3.3 เลือกวิธีการตรวจสอบในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การตรวจสอบและบำรุงรักษางานท่อ

4.2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบตามหลักการ

4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. สารการเรียนรู้

1.1 ขั้นตอนและแนวทางปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาท่อ

การบำรุงรักษาท่อส่งน้ำมันถือเป็นส่วนสำคัญของอุตสาหกรรม ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการรับรองการขนส่งทรัพยากรที่มีค่าอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในระยะทางไกล การบำรุงรักษาท่อส่งน้ำมันมีบทบาทสำคัญในการปกป้องทั้งสิ่งแวดล้อมและชุมชนในท้องถิ่น โดยการรักษาความสมบูรณ์และความน่าเชื่อถือของท่อส่งน้ำมันที่สำคัญเหล่านี้ บทความนี้จะกล่าวถึงหลักการสำคัญและเทคโนโลยีขั้นสูงที่สนับสนุนการบำรุงรักษาท่อส่งน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมสามารถรักษาความเป็นเลิศในการปฏิบัติงานและมุ่งมั่นเพื่อความยั่งยืน

1.2 การบำรุงรักษาท่อคือ

การบำรุงรักษาท่อเป็นกระบวนการสำคัญในการรักษาความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของท่อและชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเกี่ยวข้องกับความพยายามอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าท่อจะมีอายุการใช้งานยาวนาน และป้องกันความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น การบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอและเหมาะสมจะขยายอายุการใช้งานของท่อได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยรักษาการทำงานและความสมบูรณ์ของท่อในระยะยาว

การบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาด การทดสอบ และการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอ ผู้ปฏิบัติงานสามารถยืดอายุการใช้งานของท่อและลดความเสี่ยงได้ ความล้มเหลวของท่อเป็นผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์สำหรับเจ้าของทรัพย์สินหรือทรัพย์สินใดๆ ซึ่งอาจส่งผลให้โครงสร้างพื้นฐานใกล้เคียง เช่น ถนน สะพาน และอาคารได้รับความเสียหายอย่างมาก ส่งผลให้ความสมบูรณ์ของโครงสร้างพื้นฐานลดลง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงเหล่านี้ การบำรุงรักษาท่อจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

1.3 การบำรุงรักษาท่อ

มีปัญหาท้าทายทั่วไปหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาท่อ ซึ่งรวมถึง:

1.3.1 การกัดกร่อน

การกัดกร่อนเป็นปัญหาสำคัญสำหรับท่อส่ง เนื่องจากอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างและการรั่วไหล การป้องกันและจัดการการกัดกร่อนต้องได้รับการตรวจสอบเป็นประจำและการใช้มาตรการป้องกัน การกัดกร่อนที่เหมาะสม

1.3.2 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม

ท่อส่งน้ำต้องเผชิญกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ สภาพอากาศที่เลวร้าย และภัยธรรมชาติ ปัจจัยเหล่านี้อาจทำให้เกิดการสึกหรอ ซึ่งอาจนำไปสู่ความล้มเหลวได้ การบรรเทาผลกระทบจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต้องอาศัยการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเชิงรุก

1.3.3 การเข้าถึงและตำแหน่งที่ตั้ง

ท่อส่งบางส่วนตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกลหรือเข้าถึงได้ยาก ทำให้การเข้าถึงและการบำรุงรักษามีความท้าทาย การขนส่งที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงสถานที่เหล่านี้และการรับรองการบำรุงรักษาที่เหมาะสมอาจมีความซับซ้อนและใช้เวลานาน

1.3.4 โครงสร้างพื้นฐานที่เก่าแก่

ท่อส่งน้ำจำนวนมากมีอายุมาก ทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดพลาดทางกลไกและโครงสร้างเสื่อมสภาพ การประเมินและปรับปรุงเป็นประจำจึงมีความจำเป็นเพื่อแก้ไขปัญหาโครงสร้างพื้นฐานที่เสื่อมสภาพและรักษาความสมบูรณ์ของท่อส่งน้ำ

1.3.5 การปฏิบัติตามกฎข้อบังคับ

การบำรุงรักษาท่อต้องปฏิบัติตามมาตรฐานการกำกับดูแลและข้อกำหนดการปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด การปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการนำโปรโตคอลการตรวจสอบที่เข้มงวดมาใช้ การบันทึกกิจกรรมการบำรุงรักษา และการรับรองว่าปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัย

1.3.6 การจัดการต้นทุนและทรัพยากร

การบำรุงรักษาท่ออาจมีค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งต้องใช้ทรัพยากรทางการเงินจำนวนมากสำหรับการตรวจสอบ ซ่อมแซม และอัปเกรด การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมีความจำเป็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความพยายามในการบำรุงรักษาพร้อมลดต้นทุนให้เหลือน้อยที่สุดการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ต้องอาศัยแนวทางที่ครอบคลุมซึ่งรวมถึงการตรวจสอบเชิงรุก การตรวจสอบตามปกติ การซ่อมแซมตามกำหนดเวลา การปฏิบัติตามกฎระเบียบ และการจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ

1.3.7 ความยาวท่อ

ความยาวของท่ออาจเป็นอุปสรรคทั่วไปในการบำรุงรักษาท่อ ท่อที่มีความยาวต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มเติมและการจัดการด้านโลจิสติกส์เพื่อทำการตรวจสอบ บำรุงรักษา และซ่อมแซมอย่างมีประสิทธิภาพ ระยะทางที่ยาวของท่อที่ยาวอาจทำให้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมากขึ้นในการเข้าถึงส่วนเฉพาะต่างๆ เพื่อการตรวจสอบหรือซ่อมแซมตามปกติ

1.3.8 ของเหลวที่ถูกขนส่ง

ท่อส่งมักมีสารไวไฟหรือสารอันตราย แม้กระทั่งในช่วงที่ปิดซ่อมบำรุง ก็อาจมีเชื้อเพลิงเหลืออยู่ในท่อส่ง ซึ่งอาจทำให้ขั้นตอนการซ่อมแซมและบำรุงรักษายุ่งยากขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดการสถานการณ์นี้ด้วยความระมัดระวังสูงสุด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักหรือกระทบต่อนื้อหาภายในท่อส่งระหว่างการบำรุงรักษา

1.4 การบำรุงรักษาท่อมีความสำคัญอย่างไร

การบำรุงรักษาท่อมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเหตุผลหลายประการ ประการแรก การบำรุงรักษาท่อจะรับประกันการทำงานของท่ออย่างต่อเนื่องและปลอดภัย ป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นและความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม การบำรุงรักษาเป็นประจำจะช่วยให้ตรวจพบและแก้ไขปัญหาหรือข้อบกพร่องได้ในระยะเริ่มต้น ช่วยลดโอกาสในการซ่อมแซมที่มีค่าใช้จ่ายสูงและระยะเวลาหยุดทำงานการทำงานผิดปกติหรือข้อบกพร่องใดๆ ในการดำเนินการของท่ออาจส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักอย่างมีนัยสำคัญตลอดห่วงโซ่คุณค่าทั้งหมด กระบวนการผลิตอาจหยุดชะงัก และที่แย่กว่านั้น การรั่วไหลอาจนำไปสู่ความเสียหายที่ขยายวงกว้างเกินกว่าการสูญเสียการผลิตเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ ท่อส่งที่ได้รับการดูแลอย่างดียังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดการสูญเสียพลังงาน ส่งผลให้คุ้มทุนโดยรวม ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างพื้นฐานของท่อส่งมักส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางการเงินจำนวนมาก บริษัทต่างๆ มักต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อทรัพย์สินและชีวิตของมนุษย์ที่เกิดจากการดำเนินงานท่อส่งที่ผิดพลาดนอกจากนี้ การบำรุงรักษาท่อยังช่วยขยายอายุการใช้งานของโครงสร้างพื้นฐานโดยเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือในระยะยาว

1.5 ขั้นตอนมาตรฐานในการบำรุงรักษาท่อ

ขั้นตอนมาตรฐานสำหรับการบำรุงรักษาท่อช่วยให้การดำเนินงานปลอดภัยและมีประสิทธิภาพด้วยขั้นตอนที่เป็นระบบ ส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่:

1.5.1 การเคลียร์พื้นที่ทาง

การเคลียร์พื้นที่ทางสาธารณะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการบำรุงรักษาท่ออย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดต้นไม้และรากไม้เพื่อขจัดอันตรายที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ การเคลียร์พื้นที่ทางสาธารณะยังช่วยให้เข้าถึงการซ่อมแซมท่อได้ง่ายในกรณีฉุกเฉิน

1.5.2 การทดสอบไฮโดรสแตติก

แนะนำให้ ทดสอบแรงดันน้ำกับท่อส่งเพื่อให้แน่ใจว่าท่อมีความแข็งแรงและใช้งานได้ดี โดยทำการเชื่อมต่อท่อและเพิ่มแรงดันด้วยน้ำเพื่อประเมินความทนทาน การทดสอบนี้ดำเนินการก่อนการติดตั้งและใช้เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของท่อในช่วงเวลาต่างๆ ด้วย

1.5.3 การระบุการกัดกร่อน

การตรวจสอบการกัดกร่อนเป็นประจำถือเป็นสิ่งสำคัญในการยืดอายุการใช้งานของท่อของคุณ ก่อนการติดตั้ง ให้ใช้สารเคลือบป้องกันการกัดกร่อนที่เหมาะสมกับวัสดุของท่อ โปรดทราบว่า การป้องกันการกัด

กร่อนอย่างสมบูรณ์นั้นไม่รับประกันเนื่องมาจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด การรั่วไหล เหตุฉุกเฉิน หรือภัยธรรมชาติอาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก ดังนั้น การตรวจสอบผลกระทบของสิ่งเหล่านี้ต่อท่อของคุณจึงมีความจำเป็น

1.5.4 การบำรุงรักษาน้ำที่สมบูรณ์

การบันทึกข้อมูลที่ต้องถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการบำรุงรักษาท่อ การบันทึกข้อมูลเหล่านี้ให้ประวัติโดยละเอียดเกี่ยวกับวงจรชีวิตของท่อ สิ่งสำคัญคือต้องรักษาฐานข้อมูลแผนผังไซต์ คู่มือผลิตภัณฑ์ท่อ และภาพถ่าย ภาพถ่ายเหล่านี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการบันทึกสภาพของท่อระหว่างการติดตั้งและใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการติดตามความคืบหน้าของ การกัดกร่อน

1.5.5 การดำเนินการตรวจสอบตามปกติ

การตรวจสอบท่อเป็นประจำมีความสำคัญอย่างยิ่งในการระบุปัญหาการบำรุงรักษาอย่างทันท่วงที ทีมงานที่มีประสบการณ์สามารถแก้ไขปัญหาโดยพิจารณาจากการสังเกตได้ การละเลยการตรวจสอบจะเพิ่มความเสี่ยงต่อเหตุฉุกเฉิน ก่อให้เกิดอันตราย และทำให้ต้องหยุดปฏิบัติงานซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง

1.6 แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับการบำรุงรักษาท่อคืออะไร

การบำรุงรักษาท่ออย่างมีประสิทธิภาพต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ และประสิทธิภาพในระยะยาว แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดบางประการสำหรับการบำรุงรักษาท่อ ได้แก่:

1.6.1 การวางแผนในช่วงการออกแบบท่อ

แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการบำรุงรักษาท่อคือเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาจากการปฏิบัติงานท่อมาหลายปี แนวทางปฏิบัติบางประการมีไว้สำหรับท่อโดยเฉพาะ ในขณะที่แนวทางอื่นๆ ได้มาจากแนวทางการบำรุงรักษาสินทรัพย์มาตรฐานและความเข้าใจอย่างครอบคลุมเกี่ยวกับสถานการณ์โดยรวม

1.6.2 การตรวจสอบและการทดสอบ

การบำรุงรักษาท่อมีเป้าหมายเพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบเป็นประจำ ระบบ CMMS ช่วยในการกำหนดตารางทรัพยากรการบำรุงรักษา โดรนและหุ่นยนต์ตรวจสอบพื้นที่ที่เข้าถึงไม่ได้ ในขณะที่การตรวจสอบด้วยมือจะดำเนินการสำหรับท่อที่เข้าถึงได้

ท่อใต้ดินต้องมีการขุดเพื่อบำรุงรักษาเชิงป้องกันก่อนการตรวจสอบ การทดสอบแบบไม่ทำลาย เช่น การทดสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง กระแสน้ำวน และการรั่วไหล จะช่วยประเมินความสมบูรณ์ของท่อ การนำแนวทางปฏิบัตินี้ไปปฏิบัติจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ระบุความต้องการในการบำรุงรักษา และรับรองความสมบูรณ์ของท่อ

1.6.3 การติดตามสภาพท่อส่ง

การตรวจสอบอย่างต่อเนื่องถือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าท่อส่งน้ำอยู่ในสภาพดี บันทึกข้อมูลที่ครอบคลุมถือเป็นข้อมูลที่มีค่าสำหรับการวิเคราะห์การบำรุงรักษาและช่วยรักษาเส้นทางการตรวจสอบพารามิเตอร์สำคัญที่ต้องบันทึกและติดตาม ได้แก่:

การไหลของของไหล

แรงดันบนผนังท่อ

แรงดันวาล์ว

บันทึกการตรวจสอบ

บันทึกการทดสอบ

บันทึกการบำรุงรักษา

การเปลี่ยนแปลงในความเสี่ยงของการปกปิด

สภาพแวดล้อมตามจุดวางท่อต่างๆ

ขึ้นอยู่กับประเภทของของเหลวที่ถูกขนส่ง อาจต้องมีการตรวจสอบพารามิเตอร์เพิ่มเติม เนื่องจากมีข้อมูลจำนวนมาก วิธีการติดตามแบบเดิมจึงอาจเป็นเรื่องท้าทาย เมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ ขอแนะนำให้ใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจสอบสภาพ การทดสอบแบบไม่ทำลาย และเครื่องมือดิจิทัล เช่น CMMS เพื่อจัดการตัวแปรเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเข้าถึงข้อมูลและเทคโนโลยีดังกล่าวทำให้สามารถนำกลยุทธ์การบำรุงรักษาตามเงื่อนไขและการคาดการณ์มาใช้ได้ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรการบำรุงรักษา และลดต้นทุนการบำรุงรักษาในระยะยาว

1.7 SOP และรายการตรวจสอบ

ขั้นตอนปฏิบัติงานมาตรฐาน (SOP) เป็นแนวทางให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการบำรุงรักษาปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและรับรองการปฏิบัติตามคำแนะนำด้านสุขภาพและความปลอดภัย ขั้นตอนปฏิบัติเหล่านี้ให้ความชัดเจนและสอดคล้องกัน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานบำรุงรักษา

1.8 การป้องกันการกัดกร่อน

การกัดกร่อนทั่วโลกส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อมูลค่า 2.5 ล้านล้านดอลลาร์ ซึ่งส่วนใหญ่สามารถป้องกันได้ จำเป็นต้องใช้เทคนิคป้องกันการกัดกร่อนอย่างจริงจังเพื่อปกป้องสุขภาพของท่อของคุณเพื่อให้ท่อยาวอายุการใช้งานยาวนาน ควรให้ความสำคัญกับการใช้วัสดุท่อที่เหมาะสม สารเคลือบป้องกันการกัดกร่อน ตัวแทนการทำให้แห้ง และการป้องกันที่มีประสิทธิภาพต่อปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในความพยายามบำรุงรักษาของคุณ

โดยสรุปแล้ว ความสำคัญของการยึดมั่นในแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการบำรุงรักษาท่อส่งน้ำมันนั้นไม่สามารถเน้นย้ำได้เกินจริง โดยการนำมาตรการเชิงรุกมาใช้ ดำเนินการตรวจสอบอย่างละเอียด และแก้ไขปัญหอย่างทันท่วงที ผู้ควบคุมท่อส่งน้ำมันสามารถรักษาความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์สำคัญนี้ได้ ความสำคัญของการปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการบำรุงรักษาท่อส่งน้ำมันมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับ API 570 และการตรวจสอบท่อ API 570 ให้แนวทางที่ครอบคลุมสำหรับการตรวจสอบ การซ่อมแซม และการเปลี่ยนแปลงระบบท่อ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามกฎระเบียบและความปลอดภัยผู้ตรวจสอบท่อ ที่ได้รับการฝึกอบรม มีบทบาทสำคัญในการดำเนินการประเมินอย่างละเอียดและตัดสินใจอย่างรอบรู้สำหรับการบำรุงรักษาหากต้องการประสบความสำเร็จในหลักสูตร API 570 และก้าวหน้าในอาชีพการงานด้านการบำรุงรักษา

ท่อ ให้ลงทะเบียนในหลักสูตรเตรียมสอบ API 570 ของ นำเสนอโปรแกรมที่ครอบคลุมซึ่งออกแบบมาสำหรับ ผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซ ครอบคลุมองค์ความรู้ API 570เทคนิคการตรวจสอบ และแนวทาง ปฏิบัติที่ดีที่สุดในการอุตสาหกรรมด้วยผู้สอนที่มีประสบการณ์ซึ่งได้รับการรับรอง API 570คุณจะได้รับข้อมูลอันมีค่า เพื่อดำเนินการตรวจสอบอย่างมั่นใจ ดีความผลลัพธ์ และตัดสินใจอย่างรอบรู้ การลงทุนในการฝึกอบรม API 570 ของ จะช่วยพัฒนาทักษะของคุณ ทำให้คุณทราบข้อมูลล่าสุดเกี่ยวกับข้อกำหนดของอุตสาหกรรม และมี ส่วนสนับสนุนความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของระบบท่อ สำรองที่นั่งและยกระดับความเชี่ยวชาญของ คุณและบรรลุความเป็นเลิศใน API 570 และการบำรุงรักษา

6.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. แนวทางปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาท่อ

2. ปัญหาที่เกิดกับงานระบบท่อมืออะไรบ้าง อะไรบ้าง

3. ในการติดตามท่อส่งมี อะไรบ้าง

4. การตรวจสอบและการทดสอบ มีไว้เพื่ออะไร

5. การทำความสะอาดระบบท่อทำไปเพราะสาเหตุใด

7. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

8.ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1. แนวทางปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาท่อ

การบำรุงรักษาท่อเป็นกระบวนการสำคัญในการรักษาความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของท่อและ ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเกี่ยวข้องกับความพยายามอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าท่อจะมีอายุการใช้งานยาวนาน และป้องกันความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น การบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอและเหมาะสมจะขยายอายุการใช้งาน ของท่อได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยรักษาการทำงานและความสมบูรณ์ของท่อในระยะยาว

2. ปัญหาที่เกิดกับงานระบบท่อมืออะไรบ้าง อะไรบ้าง

- 1 การกัดกร่อน
- 2 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม
- 4 โครงสร้างพื้นฐานที่เก่าแก่
- 5 การปฏิบัติตามกฎข้อบังคับ
- 6 การจัดการต้นทุนและทรัพยากร
- 7 ความยาวท่อ
- 8 ของเหลวที่ถูกขนส่ง

3. ในการติดตามท่อส่งมี อะไรบ้าง

การไหลของของไหล	แรงดันบนผนังท่อ
แรงดันวาล์ว	บันทึกการตรวจสอบ
บันทึกการทดสอบ	บันทึกการบำรุงรักษา
การเปลี่ยนแปลงในควมลึกของการปกปิด สภาพแวดล้อมตามจุดวางท่อต่างๆ	

4. การตรวจสอบและการทดสอบ มีไว้เพื่ออะไร

การบำรุงรักษาท่อมีเป้าหมายเพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบเป็นประจำ ระบบ CMMS ช่วยในการ กำหนดตารางทรัพยากรการบำรุงรักษา โดรนและหุ่นยนต์ตรวจสอบพื้นที่ที่เข้าถึงไม่ได้ ในขณะที่การตรวจสอบ ด้วยมือจะดำเนินการสำหรับท่อที่เข้าถึงได้

5. การทำความสะอาดระบบท่อทำไปเพราะสาเหตุใด

ทำความสะอาดท่อเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก ตะกอน หรือสารเคมีที่สะสมอยู่ ซึ่งอาจขัดขวางการไหล ของของเหลวและเป็นสาเหตุของการกัดกร่อน.

	ใบงานที่ 7	หน่วยที่ 7
--	------------	------------

	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานตรวจสอบ	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง : งานตรวจสอบ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ตรวจสอบระบบท่อในงานอุตสาหกรรม

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ตรวจสอบและบำรุงรักษาในงานระบบท่อ

3.2 เข้าใจหลักการตรวจสอบในงานระบบท่อ

3.3 เลือกวิธีการตรวจสอบในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 เพื่อให้การตรวจสอบและบำรุงรักษางานท่อ

4.2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบตามหลักการ

4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 กระดาษสีน้ำตาล

5.2 ปากกาเคมี

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

-

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 ให้ผู้เรียนทำใบงาน

7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน

7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับใช้หลักการงานตรวจสอบ บอกลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์

7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

5. ให้นักศึกษาออกขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์ทำความสะอาดท่อ

การใช้ Pigs ทำความสะอาดและตรวจสอบท่อ



8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

9. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้นอย่าง สม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				

	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้ในงานโรงงาน

	ใบกิจกรรม ที่ 7	หน่วยที่..7.
	รหัสวิชา 20111-20111 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่.18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานตรวจสอบ	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3..ชม.
ชื่อเรื่อง : งานตรวจสอบ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

1.1 ตรวจสอบระบบท่อในงานอุตสาหกรรม

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ตรวจสอบและบำรุงรักษาในงานระบบท่อ
- 3.2 เข้าใจหลักการตรวจสอบในงานระบบท่อ
- 3.3 เลือกวิธีการตรวจสอบในงานระบบท่อ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 เพื่อให้การตรวจสอบและบำรุงรักษางานท่อ
- 4.2 แสดงความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบตามหลักการ
- 4.3 มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถ

สังเกตเห็นได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 กระดาษสีน้ำตาล
- 5.2 ปากกาเคมี

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

- 6.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 6.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 6.3 ทำใบงานเกี่ยวกับใช้หลักการงานตรวจสอบ การวิเคราะห์ความผิดปกติและการแสดงผลสถานะ
- 6.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

คำสั่งให้นักศึกษาการวิเคราะห์ความผิดปกติและการแสดงผลภาวะ

การวิเคราะห์ความผิดปกติและการแสดงผลภาวะ

1. จุดประสงค์ของการตรวจสอบสภาพสภาวะการทำงานของเส้นท่อ

- เพื่อสืบค้นหาสาเหตุการปิดกั้นเส้นทางเดินของท่อ
- เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของโครงสร้างสำหรับการเชื่อมต่อจากงานใหม่ หรืออายุการทำงานที่คาดว่าจะใช้สำหรับประมาณค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
- เพื่อกำหนดหาตำแหน่งที่ถูกต้องของเส้นท่อ ท่อสาขา และการเชื่อมต่อกับแบบแปลนปัจจุบันหรือการจัดงานบำรุงรักษาให้บรรลุผล
- เพื่อตรวจสอบการติดตั้งระบบก่อนการเริ่มดำเนินการผลิต
- เพื่อตรวจสอบจะกระกันหรือการมุก่อนที่สะสมบนเส้นท่อให้ความร้อนหรือเกาะบนการผลิตทางอุตสาหกรรม
- เพื่อตรวจหาและกำหนดตำแหน่งการรั่วไหลในเส้นท่อใต้ดิน
- เพื่อตรวจสอบภายในข้อต่อเชื่อม ตามการเดินท่อของท่อโลหะ

7. สรุปและอภิปราย

7.1 นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

8. การประเมินผล

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นอย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหาความรู้				๒ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นเป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				๑ หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมนั้นน้อยครั้ง
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย				
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand - ระบบท่อที่ใช้งานในโรงงาน

	ใบมอบหมายงาน ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 20111-2011 วิชา งานระบบท่อในงานอุตสาหกรรม	สอนครั้งที่ 18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานตรวจสอบ	

7.แนวทางในการปฏิบัติงาน

- 7.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำใบงาน เป็นกิจกรรมกลุ่ม
- 7.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียน
- 7.3 ทำใบงานเกี่ยวกับหลักการงานตรวจสอบ
- 7.4 เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จัดทำขึ้นมา

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

- หนังสือเรียนวิชา การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) Engineering Institute of Thailand – ระบบท่อที่ใช้ในงานในโรงงาน

9. การประเมินผล

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	คะแนน			หมายเหตุ
		๓	๒	๑	
๑. มีวินัย	๑. มีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน				๓ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น อย่างสม่ำเสมอ
	๒. ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้				
	๓. ตรวจสอบความถูกต้อง ความเรียบร้อย หรือคุณภาพ ของงาน				
๒. ใฝ่เรียนรู้	๔. มีความกระตือรือร้นและสนใจในการแสวงหา ความรู้				๒ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น เป็นครั้งคราว
	๕. ชอบสนทนา ซักถาม ตอบคำถาม ฟัง หรืออ่านให้ ความรู้เพิ่มขึ้น				
	๖. มีความสุขที่ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้				
๓. มุ่งมั่นใน การทำงาน	๗. มีความตั้งใจในการทำงานและทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมาย				๑ หมายถึง นักเรียน แสดงพฤติกรรมนั้น น้อยครั้ง
	๘. ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด				
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	เฉลี่ย	๓.๐๐ - ๒.๓๔	๒.๓๓ - ๑.๖๗
ระดับคุณภาพ	๓ = ดีมาก	๒ = พอใช้	๑ = ควรปรับปรุง

