

## คำนำ

เอกสารประกอบการสอน วิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้นรหัสวิชา 20100 – 1004 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการสอนสำหรับครู และเป็นเอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียน ใช้อ้างอิงประกอบการเรียนและปฏิบัติตามใบงาน ซึ่งได้จัดทำตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาเชื่อมโลหะและสาขาวิชาอื่นๆ ที่เลือกเรียนในหมวดวิชาชีพพื้นฐาน

ภายในเอกสารประกอบการสอนวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น รหัสวิชา 20100 – 1004 ได้แบ่งหน่วยการเรียนรู้ออกเป็น 8 หน่วย ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ความปลอดภัย, หน่วยที่ 2 ตำแหน่ง งานเชื่อมและลักษณะการต่อชิ้นงาน, หน่วยที่ 3 งานเชื่อมแก๊ส, หน่วยที่ 4 งานบัดกรีแข็ง, หน่วยที่ 5 งานเชื่อมไฟฟ้า, หน่วยที่ 6 งานโลหะแผ่นและประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน, หน่วยที่ 7 การบัดกรีอ่อน, หน่วยที่ 8 งานเขียนแบบแผ่นคลี่

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น คงจะอำนวยประโยชน์แก่ผู้สอนและผู้เรียนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้เขียนตำราและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่น ที่ข้าพเจ้าได้นำมาเรียบเรียง อ้างอิงในเอกสารประกอบการสอนฉบับนี้อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไป

นายคำรพ ชุมคล้าย

## สารบัญ

|  |            |
|--|------------|
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความปลอดภัย</b>                             | <b>1</b>   |
| แบบทดสอบก่อนเรียน  | 2          |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  | 4          |
| ใบเนื้อหา  | 6          |
| แบบทดสอบหลังเรียน  | 14         |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  | 16         |
| บันทึกหลังสอน  | 18         |
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ตำแหน่งงานเชื่อม และลักษณะการต่อชิ้นงาน</b> | <b>23</b>  |
| แบบทดสอบก่อนเรียน  | 24         |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  | 25         |
| ใบเนื้อหา  | 26         |
| แบบทดสอบหลังเรียน  | 35         |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  | 36         |
| บันทึกหลังสอน  | 37         |
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 งานเชื่อมแก๊ส</b>                           | <b>42</b>  |
| แบบทดสอบก่อนเรียน  | 43         |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  | 45         |
| ใบเนื้อหา  | 47         |
| แบบทดสอบหลังเรียน  | 111        |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  | 113        |
| บันทึกหลังสอน  | 115        |
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 งานบัดกรีแข็ง</b>                           | <b>135</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน  | 136        |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  | 138        |
| ใบเนื้อหา  | 140        |
| แบบทดสอบหลังเรียน  | 152        |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  | 154        |
| บันทึกหลังสอน  | 156        |

## สารบัญ (ต่อ)

|   |            |
|---|------------|
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 งานเชื่อมไฟฟ้า</b>                     | <b>161</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน   | 162        |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน   | 164        |
| ใบเนื้อหา   | 166        |
| แบบทดสอบหลังเรียน   | 197        |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน   | 199        |
| บันทึกหลังสอน   | 201        |
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 งานโลหะแผ่นและประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน</b> | <b>221</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน   | 222        |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน   | 224        |
| ใบเนื้อหา   | 226        |
| แบบทดสอบหลังเรียน   | 255        |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน   | 257        |
| บันทึกหลังสอน   | 259        |
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การบัดกรีอ่อน</b>                      | <b>279</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน   | 280        |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน   | 282        |
| ใบเนื้อหา   | 284        |
| แบบทดสอบหลังเรียน   | 289        |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน   | 291        |
| บันทึกหลังสอน   | 293        |
| <b>หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 งานเขียนแบบแผ่นค้ำ</b>                 | <b>298</b> |
| แบบทดสอบก่อนเรียน   | 299        |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน   | 301        |
| ใบเนื้อหา   | 303        |
| แบบทดสอบหลังเรียน   | 352        |
| เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน   | 354        |
| บันทึกหลังสอน   | 356        |
| <b>ภาคผนวก</b>  | <b>361</b> |

## คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา 20100 - 1004

หน่วยกิต 2 หน่วยกิต

ภาคเรียนที่ 2

ระดับชั้น ปวช.

ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

จำนวน 4 ชั่วโมง (ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3)

ปีการศึกษา 2562

สถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

### จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเชื่อมไฟฟ้าและงานโลหะแผ่น
2. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เชื่อมไฟฟ้าและการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานเชื่อม
3. มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะแผ่น รูปทรงเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ อุปกรณ์โลหะแผ่น
4. มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ และรักษาสภาพแวดล้อม

### สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้ หลักการกระบวนการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า
2. เชื่อมแผ่นประสานและตัดแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส
3. เชื่อมอาร์กหลวงหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน
4. เขียนแบบแผ่นคลี่ลงแผ่นงานตามแบบ
5. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกใช้วัสดุ เครื่องและอุปกรณ์งานเชื่อม ทำเชื่อม รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและ การแล่นประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊ส การแล่นประสาน (Brazing) และเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที่ เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (Soldering) การขึ้นรูปด้วยการพับ คัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน

## ตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาจุดประสงค์รายวิชา

### มาตรฐานรายวิชา และจุดประสงค์รายวิชา

รหัสวิชา 20100 – 1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น 1-3-2

| ชื่อหน่วย                                 | จุดประสงค์รายวิชา |   |   |   | สมรรถนะรายวิชา |   |   |   |   | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม |            |                |              |            |                   |               |                 |     |                |   |
|---|-------------------|---|---|---|----------------|---|---|---|---|------------------------|------------|----------------|--------------|------------|-------------------|---------------|-----------------|-----|----------------|---|
|   |                   |   |   |   |                |   |   |   |   | พุทธิพิสัย (60)        |            |                |              |            |                   | จิตพิสัย (20) | ทักษะพิสัย (20) | รวม | ลำดับความสำคัญ |   |
|   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | ความจำ                 | ความเข้าใจ | การประยุกต์ใช้ | การวิเคราะห์ | การประเมิน | ความคิดสร้างสรรค์ |               |                 |     |                |   |
| 1. ความปลอดภัย                            | ✓                 |   |   | ✓ |                |   |   |   |   |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 2. ตำแหน่งการเชื่อมและลักษณะการต่อชิ้นงาน | ✓                 |   |   |   | ✓              |   |   |   |   |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 3. งานเชื่อมแก๊ส                          | ✓                 | ✓ |   |   | ✓              | ✓ |   |   |   |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 4. งานบัดกรีแข็ง                          | ✓                 | ✓ |   |   | ✓              | ✓ |   |   |   |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 5. งานเชื่อมไฟฟ้า                         | ✓                 | ✓ |   |   | ✓              |   | ✓ |   |   |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 6. งานโลหะแผ่นและประกอบชิ้นรูปชิ้นงาน     | ✓                 | ✓ |   |   | ✓              |   |   |   | ✓ |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 7. การบัดกรีอ่อน                          | ✓                 | ✓ |   |   | ✓              |   |   |   | ✓ |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| 8. งานเขียนแบบแผ่นคลี่                    | ✓                 |   | ✓ |   | ✓              |   |   | ✓ | ✓ |                        | 2          | 2              | 2            | 1          | 0.5               |               | 2.5             | 2.5 | 12.5           | 1 |
| <b>รวม</b>                                |                   |   |   |   |                |   |   |   |   |                        | 16         | 16             | 16           | 8          | 4                 |               | 20              | 20  | 100            |   |
| <b>ลำดับความสำคัญ</b>                     |                   |   |   |   |                |   |   |   |   |                        | 2          | 2              | 2            | 3          | 4                 |               | 1               | 1   |                |   |

## โครงการสอน

รหัสวิชา 20100 – 1004 ชื่อวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น 1-3-2

| สัปดาห์ที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้                                 | หัวข้อการเรียนรู้  | จำนวนชั่วโมง | จุดประสงค์การเรียนรู้,สมรรถนะ  |
|------------|--|--|--------------|--|
| 1          | หน่วยที่ 1<br>ความปลอดภัย                            | 1. ความปลอดภัยในงานเชื่อมแก๊ส<br>2. ความปลอดภัยในงานเชื่อมไฟฟ้า<br>3. ความปลอดภัยในงานโลหะแผ่น | 4            | 1. ปฏิบัติตามกฎของโรงงานอย่างเคร่งครัดได้<br>2. บอกวิธีการป้องกันอุบัติเหตุในงานเชื่อมไฟฟ้าได้<br>3. บอกวิธีการป้องกันอุบัติเหตุในงานเชื่อมแก๊สได้<br>4. บอกวิธีการป้องกันอุบัติเหตุในงานโลหะแผ่นได้<br>5. อธิบายถึงความสำคัญของความปลอดภัยในการปฏิบัติได้<br>6. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการทำงานด้วยความ เป็น ระเบียบเรียบร้อย ประณีต รอบคอบ ซื่อสัตย์ และปลอดภัย |
| 2          | หน่วยที่ 2<br>ตำแหน่งงานเชื่อมและลักษณะการต่อชิ้นงาน | 1. ท่าเชื่อม<br>2. รอยต่อและชนิดของรอยต่อ<br>3. การบากร่องรอยต่อ                               | 4            | 1. บอกตำแหน่งท่าเชื่อมพื้นฐานในงานเชื่อมได้<br>2. บอกชนิดของรอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมได้<br>3. เลือกชนิดของรอยต่อให้เหมาะสมกับความหนาของงานได้<br>4. อธิบายลักษณะของการบากหน้างานแบบต่างๆได้<br>5. นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ครูมอบหมายได้<br>6. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการทำงานด้วยความ เป็น ระเบียบเรียบร้อย ประณีต รอบคอบ ซื่อสัตย์ และปลอดภัย                |

| ลำดับที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้    | หัวข้อการเรียนรู้  | จำนวน<br>ชั่วโมง | จุดประสงค์การเรียนรู้, สมรรถนะ  |
|----------|-----------------------------|--|------------------|---|
| 3-6      | หน่วยที่ 3<br>งานเชื่อมแก๊ส | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเชื่อมด้วยแก๊สต่าง ๆ</li> <li>2. การเชื่อมด้วยแก๊ส ออกซิเจน-อะเซทิลีน</li> <li>3. แก๊สอะเซทิลีนและการผลิต</li> <li>4. แก๊สออกซิเจนและการผลิต</li> <li>5. เครื่องมือและอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส</li> <li>6. การประกอบเครื่องมือ อุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สและการตรวจสอบรอยรั่ว</li> <li>7. เปลวไฟในการเชื่อมแก๊ส</li> <li>8. เทคนิคการเชื่อมแก๊ส</li> <li>9. งานตัดโลหะด้วยแก๊ส</li> <li>10. อุปกรณ์การตัดแก๊ส</li> <li>11. ปฏิกริยาของการตัดด้วยแก๊ส</li> <li>12. มุมเดินและระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับชิ้นงาน</li> <li>13. ลำดับขั้นการตัด</li> <li>14. การใช้อุปกรณ์ช่วยตัด</li> </ol> | 16               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกคุณทฤษฎีในการเชื่อมด้วยแก๊สต่าง ๆ ได้</li> <li>2. อธิบายข้อดีของการเชื่อมด้วยแก๊สอะเซทิลีนกับออกซิเจน</li> <li>3. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมแก๊สได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. บอกชนิดของเปลวไฟในการเชื่อมใดh</li> <li>5. เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแก๊สได้อย่างถูกต้อง</li> <li>6. อธิบายลำดับขั้นตอนการตัดโลหะด้วยแก๊สได้</li> </ol> |

| ลำดับที่ | ชื่อหน่วยการเรียนรู้         | หัวข้อการเรียนรู้   | จำนวนชั่วโมง | จุดประสงค์การเรียนรู้, สมรรถนะ   |
|----------|------------------------------|---|--------------|--|
| 7        | หน่วยที่ 4<br>งานบัดกรีแข็ง  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. งานบัดกรีแข็ง</li> <li>2. คุณสมบัติของการบัดกรีแข็ง</li> <li>3. ตัวช่วยประสาน</li> <li>4. ลวดบัดกรีหรือโลหะประสาน (Filler Metal)</li> <li>5. การให้ความร้อนในการบัดกรี</li> </ol>   | 4            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายลักษณะงานบัดกรีแข็งได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. จำแนกประเภทของการบัดกรีได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. เลือกใช้ฟลักซ์ที่เหมาะสมกับลวดบัดกรีและชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. เลือกใช้ลวดบัดกรีได้อย่างถูกต้อง</li> <li>5. ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้อย่างถูกต้อง</li> <li>6. ใช้วิธีปฏิบัติงานบัดกรีแข็งและเชื่อมบัดกรีได้ถูกต้องด้วยความปลอดภัย</li> </ol>   |
| 8-11     | หน่วยที่ 5<br>งานเชื่อมไฟฟ้า | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กรรมวิธีการเชื่อม</li> <li>2. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า</li> <li>3. ลวดเชื่อมไฟฟ้า</li> <li>4. เครื่องมือและอุปกรณ์</li> <li>5. การเคลื่อนที่และการสายลวดเชื่อม</li> <li>6. เทคนิคการเชื่อมไฟฟ้า</li> <li>7. องค์ประกอบของงานเชื่อมไฟฟ้า</li> <li>9. การเริ่มต้นอาร์ก</li> </ol> | 16           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกกรรมวิธีการเชื่อมไฟฟ้าแบบต่างๆได้</li> <li>2. จำแนกประเภทของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้</li> <li>3. จำแนกชนิดของลวดเชื่อมโลหะได้</li> <li>4. กำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมไฟฟ้าได้</li> <li>5. อธิบายเทคนิควิธีการเดินแนวเชื่อมและสายลวดเชื่อมไฟฟ้าได้ถูกต้อง</li> <li>6. นักเรียนมีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความ เป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีต รอบคอบ ซื่อสัตย์ และปลอดภัย</li> <li>7. บอกองค์ประกอบในงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง</li> <li>8. บอกวิธีการเริ่มต้นอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้ถูกต้อง</li> </ol> |



| ลำดับที่   | ชื่อหน่วยการเรียนรู้                              | หัวข้อการเรียนรู้  | จำนวนชั่วโมง | จุดประสงค์การเรียนรู้, สมรรถนะ   |
|------------|---|--|--------------|--|
| 12 -15     | หน่วยที่ 6<br>งานโลหะแผ่น<br>และประกอบ<br>ขึ้นรูป | 1. โลหะแผ่น<br>2. เครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น  | 16           | 1. อธิบายโลหะแผ่นแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง<br>2. บอกหน้าที่การเครื่องมือในงาน โลหะแผ่น ได้ถูกต้อง<br>4. เลือกใช้วิธีการต่อยึดชิ้นงานทำงานของเครื่องมือในงานโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง<br>3. บอกหน้าที่การทำงานของโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง<br>5. เลือกใช้เครื่องมือเครื่องจักรในการปฏิบัติงานโลหะแผ่นได้อย่างถูกต้อง<br>6. ใช้วิธีประกอบขึ้นรูปโลหะแผ่นได้ถูกต้องด้วยความปลอดภัย |
| 16         | หน่วยที่ 7<br>งานบัดกรีอ่อน                       | 1.งานบัดกรีอ่อน (Soft Soldering)<br>2. โลหะประสาน (Solder)<br>3. น้ำประสาน<br>4. ความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี<br>5. ขั้นตอนการบัดกรีอ่อน  | 4            | 1. อธิบายลักษณะงานบัดกรีอ่อนได้อย่างถูกต้อง<br>2. เลือกใช้โลหะประสานที่เหมาะสมกับได้อย่างถูกต้อง<br>3. เลือกใช้น้ำยาประสานได้อย่างถูกต้อง<br>4. ปฏิบัติงานบัดกรีแข็งอ่อนได้อย่างถูกต้อง<br>5. ปฏิบัติงานบัดกรีได้ถูกต้องด้วยความปลอดภัย  |
| 17         | หน่วยที่ 8<br>งานเขียนแบบแผ่นคลี่                 | 1. งานเขียนแบบแผ่นคลี่<br>2. การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย<br>3. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี<br>4. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นขนาน<br>5. การเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยเส้นสามเหลี่ยม | 4            | 1. บอกวิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีต่างๆได้<br>2. เขียนแบบแผ่นคลี่ด้วยวิธีเส้นรัศมี เส้นขนานและเส้นสามเหลี่ยมได้<br>3. เลือกใช้วิธีการเขียนแบบแผ่นคลี่ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน<br>4. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการทำงานด้วยความ เป็นระเบียบเรียบร้อย ประณีต รอบคอบ ซื่อสัตย์ และปลอดภัย  |
| <b>รวม</b> |   |  | <b>72</b>    |  |

