# รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น
เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น
(2100 - 1005)

นายฉัตรทอง ใสแสง
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

รายงานการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลงานทางวิชาการ
เพื่อพิจารณากำหนดตำแหน่งข้าราชการครูเลื่อนเป็นวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ

**สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ**

ชื่อ : นายฉัตรทอง ใสแสง

ชื่อเรื่อง : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

ปี พ.ศ. : 2561

# บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์

1. สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ทั้งนี้เพื่อ 1.1 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ 1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ 2. ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ทั้งนี้เพื่อ 2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ 2.2 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ 3. ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ ดำเนินการวิจัยแบบสองกลุ่ม วัดหลังการทดลอง (Posttest - Only Control Group Design) กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ กลุ่มที่ 1 - 2 จำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ กลุ่มที่ 3 - 4 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ 1. แบบประเมิน 2. นวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ ชุดฝึก ฯ พร้อมใบงานประกอบ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพกระบวนการ ($E_1$)/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) และการทดสอบด้วย t - test แบบ Independent

ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

1.1 ชุดฝึก ฯ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.79, S.D.= 0.35)

1.2 ชุดฝึก ฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20

2. ผลการดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึก ฯ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกใบงาน

2.2 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65, S.D.= 0.46)

3. ผลการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D.= 0.46)

**คำสำคัญ :** ชุดฝึกทักษะการเชื่อม, วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น, การสร้างและหาประสิทธิภาพ

**Thesis title** : Creating and Finding Efficiencies for Skill Training Electric welding Gas welding To use in the Welding and Metal Sheet Preliminary (2100 - 1005)
**Researcher** : Chatthong Saisaeng
**Department** : Nakhonratchasima Technical College
**Year** : 2018

## Abstract

The purpose of research study

1. Create exercise for practice of Skill Training Electric welding Gas welding. So that, 1.1 Suitable Assessment of exercise for Skill Training Electric welding Gas welding. 1.2 Test efficiency of exercise about welding skills and gas welding. 2. Classroom Experimental in the subject of Introduction of electric welding and gas welding. Moreover, studying in classroom has learning by doing and exercise about electric welding and gas welding. So, the experiment in class room aim to 2.1 Compare the achievement test (Welding skills) 2.2 Study for satisfaction of exercise in the subject of Introduction of Skill Training Electric welding Gas welding. 3. Assessment of quality, possibility and benefits of exercise about Skill Training Electric welding Gas welding. For the research design was studied by Posttest Only Control Group. This research study was divided into groups for two groups. First group is experimental group includes of second year students who study in the field of Mechatronics 37 students (group 1 - 2) and second group is control group includes of second year students who study in the field of Mechatronics 37 students (group 3 - 4). There are two types of research instruments 1)Evaluation form 2)Educational Innovation that researcher created, there is exercise of introduction of Skill Training Electric welding Gas welding Furthermore, studying in class has worksheets and Analysis data by average, standard deviation, process efficiency ($E_1$) / productive efficiency ($E_2$) and T - Test independent.

The research found that

1. The result of the Construction of Skill Training Electric welding Gas welding to be used in welding and sheet metal courses (2100 - 1005)

1.1 Exercise about Skill Training Electric welding Gas welding are appropriate for highest level ( $\bar{X}$ = 4.69, S.D.= 0.42)

1.2 Exercise about Skill Training Electric welding Gas welding is efficient at 82.15/84.20.

2. The experimental results of the teaching and learning of welding and sheet metal work (2100 - 1005) by using the Skill Training Electric welding Gas welding

2.1 For Achievement test (welding skill), experimental group has average grade more than control group, there is a statistically significant at.05 level for all worksheet.

2.2 Satisfaction of exercise about electric welding and gas welding have arithmetic average at highest level ( $\bar{X}$ = 4.65, S.D.= 0.46).

3. Authentication of quality, possibility and benefits of exercise about electric welding and gas welding have arithmetic average at highest level ( $\bar{X}$ = 4.67, S.D.= 0.46).

**Keywords :** exercise about welding, Introduction of electric welding and gas welding subject, Creating and finding for efficiency.

# กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ รศ.ดร. ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ ผศ.ดร. สรรฤดี ดีปู่ ผศ.ดร. ศรุดา ชัยสุวรรณ ดร. ธงชัย อรัญชัย นายดิเรก สุวรรณฤทธิ์ นายปราโมทย์ จามรเนียม นายวิชาญ โชติกลาง นายวัชรพงษ์ มุขเชิด และนายพงพันธ์ ตั้งกิจ ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือประเมินความสอดคล้อง ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ และประเมินรับรองคุณภาพความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ยิ่งในการวิจัย

ขอขอบคุณ นายวีระชัย ไตรศักดิ์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา รองผู้อำนวยการทุกท่าน ที่อนุเคราะห์ออกหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คณะครู บุคลากร วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมาทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ตามที่ข้าพเจ้าขอ ในการจัดทำอุปกรณ์ของชุดฝึก ฯ จนสำเร็จ โดยเฉพาะคณะครูแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ช่างกลโรงงาน และขอขอบคุณ ดร. สุรชัย วงษ์ฟูเกียรติ อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่กรุณาช่วยดำเนินการติดตั้งวงจรการทำงานของชุดฝึก ฯ จนสำเร็จด้วยดี

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการจัดทำผลงานวิจัยในครั้งนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุก ๆ ท่าน และถือเป็นความดีของบิดา มารดา ครู อาจารย์ ผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ให้กำเนิด อบรมเลี้ยงดู ให้ความรู้ มีความเมตตาแก่ข้าพเจ้า จนทำให้เกิดผลงานที่ดีมีประโยชน์ในครั้งนี้

นายฉัตรทอง ใสแสง

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฏ

**บทที่ 1 บทนำ ..... 1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 5
1.3 สมมติฐานการวิจัย ..... 6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 6
1.5 ขอบเขตการวิจัย ..... 7
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น ..... 8
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 9

**บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 15**
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ..... 15
2.2 หลักสูตรวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ..... 17
2.3 ทฤษฎีการเชื่อมไฟฟ้า ..... 18
2.4 ทฤษฎีการเชื่อมแก๊ส ..... 31
2.5 การสอนทักษะปฏิบัติ ..... 47
2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดฝึกทักษะ ..... 56
2.7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ..... 61
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 64

**บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 68**
3.1 สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ..... 68

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**

3.2 ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ..... 91
3.3 ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ..... 101

**บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 104**
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ..... 104
4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ..... 104
4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ..... 110
4.1.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) 110
4.1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) 113
4.1.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ..... 118
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ..... 128
4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นกับการฝึกเชื่อมแบบปกติ ..... 128
4.2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ..... 128
1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีทางสถิติ ..... 128
2. การเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ..... 130
4.2.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ..... 134

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีทางสถิติ ..... 134
2. การเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ..... 136
4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ..... 142
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อม และโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ..... 144

**บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 146**
5.1 สรุป ..... 146
5.2 อภิปรายผล ..... 147
5.3 ข้อเสนอแนะ ..... 157
5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ ..... 157
5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ..... 157

**บรรณานุกรม ..... 158**

**ภาคผนวก**

ก. ..... 162
ข. ..... 179
ค. ..... 374
ง. ..... 383
จ. ..... 395

**ประวัติผู้วิจัย ..... 411**

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1.1 แสดงผลการเรียนรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1/2557 - ภาคเรียนที่ 1/2560 ..... 4
ตารางที่ 2.1 แสดงตารางข้างกล่องลวดเชื่อมไฟฟ้าหรือลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ..... 28
ตารางที่ 3.1 แสดงแบบแผนการทดลอง ..... 92
ตารางที่ 3.2 แสดงกำหนดการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) งานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ..... 95
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความหมายความเหมาะสม ของชุดฝึก ฯ..... 105
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ..... 110
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ..... 113
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)..... 118
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 1 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนว ตำแหน่งท่าราบ..... 128
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 2 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนว ตำแหน่งท่าราบ..... 128
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกย ตำแหน่งท่าระดับ..... 129
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุม ตำแหน่งท่าราบ..... 129
ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวที ตำแหน่งท่าระดับ..... 129
ตารางที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 130
ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 130
ตารางที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 131

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**หน้า**

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 131
ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 132
ตารางที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 132
ตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 133
ตารางที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 133
ตารางที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 134
ตารางที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 134
ตารางที่ 4.20 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 1 เรื่อง งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว ..... 135
ตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 2 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ ..... 135
ตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ ..... 135
ตารางที่ 4.23 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ ..... 136
ตารางที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ ..... 136
ตารางที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 137
ตารางที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 137
ตารางที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 138
ตารางที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 138
ตารางที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 139
ตารางที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 139
ตารางที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 140

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**หน้า**

ตารางที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 140
ตารางที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนสูงสุด..... 141
ตารางที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนต่ำสุด ..... 141
ตารางที่ 4.35 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความหมายของความพึงพอใจ ที่มีต่อชุดฝึก ฯ..... 142
ตารางที่ 4.36 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความหมายการรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ..... 144

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงภาพนักเรียนล้อมวงดูการสาธิตการเชื่อมจากครูผู้สอน ..... 3
ภาพที่ 1.2 แสดงชุดแขนยื่นจากมอเตอร์เพื่อยึดกับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ..... 10
ภาพที่ 1.3 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ..... 10
ภาพที่ 1.4 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ..... 11
ภาพที่ 1.5 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ..... 11
ภาพที่ 1.6 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ ..... 12
ภาพที่ 1.7 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ.... 12
ภาพที่ 1.8 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว ..... 13
ภาพที่ 1.9 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ..... 13
ภาพที่ 1.10 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ ..... 14
ภาพที่ 1.11 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ..... 14
ภาพที่ 1.12 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ..... 14
ภาพที่ 2.1 แสดงหลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ..... 18
ภาพที่ 2.2 แสดงเครื่องเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW).... 20
ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)..... 20
ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะของตู้อบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ..... 21
ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะตัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)..... 22
ภาพที่ 2.6 แสดงสายเชื่อมต่อเข้ากับตัวจับลวดเชื่อมและต่อเข้ากับที่ยึดสายดิน..... 22
ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะที่ยึดสายดิน..... 23
ภาพที่ 2.8 แสดงหน้ากากเชื่อมแบบมือถือและแบบสวมศีรษะ..... 23
ภาพที่ 2.9 แสดงหน้ากากเชื่อมสวมศีรษะแบบปรับแสงอัตโนมัติ ..... 24
ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะของค้อนเคาะสแลก..... 24
ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะของแปรงลวด..... 25
ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะของคีมจับชิ้นงานร้อน ..... 25
ภาพที่ 2.13 แสดงตัวอย่างรอยเชื่อมด้วยกระแสเชื่อมในระดับที่ต่างกัน ..... 28
ภาพที่ 2.14 แสดงมุมเดิน มุมงาน ในการเชื่อมตำแหน่งท่าราบ ท่าเหนือศีรษะ ..... 29
ภาพที่ 2.15 แสดงมุมเดิน มุมงาน ในการเชื่อมตัวทีตำแหน่งท่าราบ ท่าระดับ..... 29

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**หน้า**

ภาพที่ 2.16 แสดงตัวอย่างของรอยเชื่อมด้วยการใช้ระยะอาร์กต่าง ๆ ..... 30
ภาพที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของรอยเชื่อมด้วยการใช้ความเร็วในเดินลวดเชื่อมระดับต่าง ๆ ..... 30
ภาพที่ 2.18 แสดงหลักการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW)..... 31
ภาพที่ 2.19 แสดงภาพเครื่องมือ อุปกรณ์ของกระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) .... 34
ภาพที่ 2.20 แสดงภาพอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สออกซิเจน (ซ้าย) และอะเซทิลีน (ขวา)..... 36
ภาพที่ 2.21 แสดงสายเชื่อมแก๊สแบบชนิดคู่ ทั้งสายออกซิเจนและอะเซทิลีน..... 37
ภาพที่ 2.22 แสดงลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของหัวเชื่อมแก๊ส..... 38
ภาพที่ 2.23 แสดงลักษณะของหัวทิพเชื่อม..... 39
ภาพที่ 2.24 แสดงลักษณะของเข็มแยงหัวทิพเชื่อม ..... 39
ภาพที่ 2.25 แสดงการทำความสะอาดรูหัวทิพเชื่อมด้วยเข็มแยงหัวทิพเชื่อม..... 40
ภาพที่ 2.26 แสดงลักษณะของอุปกรณ์จุดเปลวไฟพร้อมถ่าน..... 40
ภาพที่ 2.27 แสดงการจุดเปลวไฟเชื่อมด้วยอุปกรณ์จุดเปลวไฟ ..... 40
ภาพที่ 2.28 แสดงลักษณะของแว่นตาเชื่อมแก๊ส..... 41
ภาพที่ 2.29 แสดงลักษณะประแจใช้กับอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส ..... 41
ภาพที่ 2.30 แสดงโครงสร้างภายในของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ ..... 42
ภาพที่ 2.31 แสดงขั้นตอนการทำงานของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ ..... 42
ภาพที่ 2.32 แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลวคาร์บอนมาก..... 43
ภาพที่ 2.33 แสดงลักษณะของเปลวคาร์บอนมาก ..... 43
ภาพที่ 2.34 แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลวกลาง..... 44
ภาพที่ 2.35 แสดงลักษณะของเปลวกลาง..... 44
ภาพที่ 2.36 แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลวออกซิเจนมากหรือเปลวเพิ่ม ..... 45
ภาพที่ 2.37 แสดงลักษณะของเปลวออกซิเจนมากหรือเปลวเพิ่ม..... 45
ภาพที่ 2.38 แสดงมุมหัวทิพ มุมลวดเชื่อมในการเชื่อมตำแหน่งท่าราบ..... 46
ภาพที่ 2.39 แสดงมุมเดินลวด มุมลวดเชื่อมในการเชื่อมตัวทีตำแหน่งท่าระดับ..... 46
ภาพที่ 2.40 แสดงการใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง..... 47
ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนการสร้างชุดฝึก ฯ..... 70
ภาพที่ 3.2 แสดงแบบโครงสร้างของชุดฝึก ฯ..... 72
ภาพที่ 3.3 แสดงภาพการตัดเหล็กตามแบบและการเชื่อมประกอบขึ้นโครงชุดฝึก ฯ ..... 72
ภาพที่ 3.4 แสดงภาพการเจียระไนตกแต่งรอยเชื่อมโครงชุดฝึก ฯ ..... 73

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**หน้า**

ภาพที่ 3.5 แสดงภาพการเตรียมผิวงานและการทำสี..... 73
ภาพที่ 3.6 แสดงภาพการประกอบมอเตอร์เข้ากับตัวโครงของชุดฝึก ฯ..... 74
ภาพที่ 3.7 แสดงภาพอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของชุดฝึก ฯ บนแผงควบคุม..... 74
ภาพที่ 3.8 แสดงภาพการต่อวงจรชุดฝึก ฯ..... 75
ภาพที่ 3.9 แสดงภาพสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด มอเตอร์ที่ตัวจับลวดเชื่อมและหัวเชื่อมแก๊ส..... 76
ภาพที่ 3.10 แสดงภาพชุดแขนยื่นจากมอเตอร์เพื่อยึดกับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ หัวเชื่อมแก๊ส..... 76
ภาพที่ 3.11 แสดงที่วางชิ้นงานเชื่อมไฟฟ้า (ซ้าย) ที่วางชิ้นงานเชื่อมแก๊ส (ขวา)..... 77
ภาพที่ 3.12 แสดงตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ซ้าย) หัวเชื่อมแก๊ส (ขวา..... 77
ภาพที่ 3.13 แสดงภาพทิศทางการโยกของตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ที่ยึดเข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ไม่แข็งแรง..... 81
ภาพที่ 3.14 แสดงภาพลักษณะของรอยเชื่อมที่ไม่เป็นแนวตรงซึ่งเกิดจากสาเหตุของตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สเข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ไม่+แข็งแรง..... 81
ภาพที่ 3.15 แสดงชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ยึดเข้ากับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สที่สร้างขึ้นใหม่..... 81
ภาพที่ 3.16 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่ทำจากโลหะ..... 82
ภาพที่ 3.17 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่เปลี่ยนมาเป็นเซรามิก..... 82
ภาพที่ 3.18 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สแบบเดิม..... 83
ภาพที่ 3.19 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สแบบที่ได้ปรับปรุงแล้ว..... 83
ภาพที่ 3.20 แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่มีขนาดของรูแทงลวดเชื่อมที่โตขึ้น..... 85
ภาพที่ 3.21 แสดงภาพปุ่มฉุกเฉินเพื่อตัดวงจรการทำงานของชุดขับเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อม..... 85
ภาพที่ 3.22 แสดงภาพตัวประคองลวดเติม (ซ้าย) ภาพการป้อนลวดเติมด้วยมือ (ขาว)..... 86
ภาพที่ 3.23 แสดงชุดฝึก ฯ ที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงจนสมบูรณ์..... 87
ภาพที่ 3.24 แสดงแผนผังขั้นตอนการสร้างใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน..... 89
ภาพที่ 3.25 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) 99
ภาพที่ 5.1 แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สแบบเดิม (ซ้าย) และปรับปรุงแก้ไขใหม่ (ขวา)..... 148
ภาพที่ 5.2 แสดงเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator)..... 154

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนามนุษย์ให้กับสังคม ทั้งนี้ สังคมจะก้าวหน้าและอยู่รอดได้เป็นผลมาจากการจัดการศึกษา ดังพระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ที่ว่า “การศึกษาเป็นเครื่องมืออันสำคัญในการพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติ ทัศนคติ ค่านิยมและคุณธรรมของบุคคล เพื่อเป็นพลเมืองดี มีคุณภาพและประสิทธิภาพ การพัฒนาประเทศก็ย่อมทำได้สะดวกราบรื่น ได้ผลแน่นอนและรวดเร็ว” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนิเทศและมาตรฐานการศึกษา, 2540 : 3)

จากพระบรมราโชวาท ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญยิ่งในการพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพทั้งในด้านความรู้ ความสามารถและทักษะการปฏิบัติ สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างเท่าทันต่อเหตุการณ์ ตามยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การพัฒนาประเทศจะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้น มักขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ คือ กำลังคนที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะสังคมในปัจจุบันที่เปลี่ยนไปเป็นสังคมแบบเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge Based Economy) ที่เศรษฐกิจเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมให้เจริญก้าวหน้า จนเป็นที่ยอมรับตรงกันในปัจจุบันว่า “ความรู้” คือแรงขับเคลื่อนสำคัญของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งอิงอยู่กับผลผลิต ดังนั้น ความรู้จึงเป็นฐานสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในยุคปัจจุบัน (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และผดุงชาติ สุวรรณวงศ์, 2542 : 21) ดังจะเห็นได้จากประเทศใดมีประชากรที่มีการศึกษาสูงย่อมมีความก้าวหน้าในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า สามารถแข่งขันกับนานาชาติ และเข้าสู่ความเป็นประเทศแห่งสากลได้

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 มาตรา 22 ได้กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาไว้ว่า “การจัดการศึกษาจะต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (ราชกิจจานุเบกษา, 2542 : 7) ผนวกเข้ากับพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 มาตรา 6 ได้ให้แนวทางในการจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพต้องเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาชาติ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาวิชาชีพ

ให้สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยนำความรู้ในทางทฤษฎีอันเป็นสากลและภูมิปัญญาไทย มาพัฒนาผู้รับการศึกษาให้มีความรู้ความสามารถในทางปฏิบัติ และสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติ หรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ (ราชกิจจานุเบกษา, 2551 : 3) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาจึงมีเป้าหมายที่สำคัญ คือ การฝึกทักษะวิชาชีพอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อให้เกิดมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ได้เรียนมา โดยมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยในทุกสาขาวิชาจึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติอย่างเหมาะสม นอกจากนั้น ในการจัดหลักสูตรจะต้องจัดให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทันต่อสถานการณ์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ในการดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรนั้น ต้องมุ่งที่ตัวผู้เรียนให้ได้ฝึกปฏิบัติและทดลองจริงจึงจำเป็นต้องมีชุดฝึก ใบงานและสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมตามรายวิชาอย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การลงทุนด้านอาชีวศึกษามีต้นทุนสูงมาก เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีราคาแพงและหายาก ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้นต้องใช้นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งก็สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 9 มาตรา 65 ที่กล่าวถึงเทคโนโลยีการศึกษาว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการผลิต (ราชกิจจานุเบกษา, 2542 : 18) รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีการศึกษาไปใช้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งในด้านความรู้ทักษะ และทัศนะคติที่ดี

วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา เป็นสถาบันการศึกษาในสังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่จัดการเรียนการสอนใน 3 หลักสูตร คือ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม โดยให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ ตามความต้องการสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและสถานประกอบการ การจัดการเรียนการสอนเป็นหน้าที่ของสาขาวิชาที่จะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของหลักสูตร ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556 ในกลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐานประเภทวิชาอุตสาหกรรม กำหนดให้นักเรียนในสาขาวิชาช่างกลโรงงาน ช่างยนต์ ช่างเขียนแบบเครื่องกล ช่างไฟฟ้ากำลัง ช่างอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ จะต้องเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยกำหนดให้ผู้เรียนต้องมีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556 : 136) แต่จากประสบการณ์การสอนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้นของผู้วิจัยมักพบปัญหาจากการจัดการเรียนการสอนอยู่เป็นประจำในหลาย ๆ ประการ ดังนี้

1. นักเรียนกลัวการเชื่อมโดยเฉพาะกับนักเรียนหญิง กว่าที่นักเรียนจะปรับตัวเข้ากับการเชื่อมได้ต้องอาศัยเวลานาน

2. นักเรียนจดจำการสาธิตการเชื่อมจากครูผู้สอนไม่ได้ การสาธิตการเชื่อมให้ดูเป็นตัวอย่าง นักเรียนมักจะล้อมวงกันดู นักเรียนที่อยู่ใกล้ชิดครูจะให้ความสนใจ แต่นักเรียนที่อยู่ด้านหลังออกไปจะมองไม่เห็น จึงไม่ให้ความสนใจ มักหยอกล้อกัน เมื่อให้ลงมือปฏิบัติก็จะเชื่อมไม่ได้ เชื่อมไม่เป็น กำหนดมุมการเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม ระยะอาร์ก กำหนดกระแสเชื่อม ใช้ระยะห่างของกรวยไฟและปรับเปลวไฟเชื่อมไม่ถูกต้อง จึงส่งผลต่อให้ได้ผลงานเชื่อมไม่ดี ไม่มีคุณภาพ มีข้อบกพร่อง ครูจำเป็นต้องกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ของนักเรียนตามองค์ประกอบของการเชื่อม ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ก็พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าและเชื่อมแก๊สถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อม โดยรวมทุกด้านร้อยละ 52.66 และ 55.98 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือ ไม่ถึงร้อยละ 80 (ฉัตรทอง ใสแสง, 2559 : บทคัดย่อ)

**ภาพที่ 1.1** แสดงภาพนักเรียนล้อมวงดูการสาธิตการเชื่อมจากครูผู้สอน

3. ในบางครั้งการฝึกเชื่อมโดยการจับมือเชื่อม ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมเป็นได้เร็ว แต่ไม่สามารถจับมือเชื่อมได้กับนักเรียนทุกคน โดยเฉพาะนักเรียนหญิงเพราะเป็นการไม่เหมาะสม

4. นักเรียนส่วนใหญ่ที่มาเรียนมักคิดว่างานเชื่อมโลหะเป็นงานที่สกปรก จะต้องทนกับความร้อนสูง ๆ เป็นเวลานาน ๆ อันตรายที่เกิดจากการเชื่อมก็มากหากไม่ระวังตัวเองหรือเผลอเรอ นักเรียนส่วนใหญ่จึงฝึกเพียงเพื่อให้ผ่าน ๆ ไปเท่านั้น จึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับรายวิชามากมายนัก

จากประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาดังกล่าว ทำให้นักเรียนปฏิบัติงานเชื่อมได้ไม่ดี รอยเชื่อมไม่มีคุณภาพ มีข้อบกพร่องมาก ซึ่งได้ส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการสำรวจ

ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียน ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ของวิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ตั้งแต่ ภาคเรียนที่ 1/2557 - ภาคเรียนที่ 1/2560 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลางมากถึงร้อยละ 51.70 รองลงมาอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ร้อยละ 28.30 ดังตารางที่ 1.1

**ตารางที่ 1.1** แสดงผลการเรียนรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1/2557 - ภาคเรียนที่ 1/2560

| ระดับผลการเรียน | จำนวนนักเรียน | ร้อยละ | จัดกลุ่ม | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 7 | 2.64 | 20.00 | สูง |
| 3.5 | 20 | 7.55 | | |
| 3 | 26 | 9.81 | | |
| 2.5 | 66 | 24.91 | 51.70 | ปานกลาง |
| 2 | 71 | 26.79 | | |
| 1.5 | 41 | 15.47 | 28.30 | ต่ำ |
| 1 | 33 | 12.45 | | |
| 0 | 1 | 0.37 | | |

**ที่มา :** งานวัดผล วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก - 1 หน้า 163 -178)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลางมากถึงร้อยละ 51.70 รองลงมาอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 28.30 ถ้าหากไม่ได้รับการแก้ไข หรือพัฒนาให้สูงขึ้นจะส่งผลเสียต่อตัวนักเรียนเอง คือ นักเรียนจะมีทักษะและสมรรถนะไม่เต็มตามที่หลักสูตรรายวิชากำหนด ดังนั้นจึงควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน วิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่ได้ผล คือ การใช้สื่อการเรียนการสอนนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีทางการศึกษา ทั้งนี้ เพราะสามารถใช้เป็นตัวกลาง ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เป็นตัวนำความต้องการของครูไปสู่ตัวนักเรียนได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เป็นผลให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและได้ศึกษาค้นคว้าคุณสมบัติของชุดฝึกโดยเฉพาะชุดฝึกทักษะการเชื่อมที่จะต้องสามารถกำหนดมุมของลวดเชื่อมไฟฟ้า หัวเชื่อมแก๊สระยะห่างของกรวยไฟเชื่อม และกำหนดความเร็วต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม จากหลักการทำงานของแขนกลเชื่อมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากผลการวิจัยในชั้นเรียนได้เป็นที่ยืนยันแล้วว่านักเรียนไม่สามารถปฏิบัติงานเชื่อมตามองค์ประกอบของงานเชื่อมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงทำให้ได้ ผลงานไม่ดี ไม่มีคุณภาพ เป็นต้น

วิชาญ โชติกลาง (2559 : 167) ที่ได้สร้างชุดฝึกการเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103 - 2005) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกเชื่อมทิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ในทุกตำแหน่งท่าเชื่อมสูงกว่าการฝึกเชื่อมด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัลลภ จนัทร์ตระกลู (2529 : 44 - 46) ได้เสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเกี่ยวกับการจัดซื้อ จัดหาชุดฝึกมาใช้ในการเรียนการสอนว่า ชุดฝึกหรืออุปกรณ์ช่วยสอนจากต่างประเทศมักจะมีราคาแพง นอกจากนั้น ยังไม่สอดคล้องต่อการนำมาใช้งาน อันเกิดจากภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมกับหลักสูตรและวิธีการสอน เป็นต้น จึงได้เสนอแนะว่า ควรมีการสนับสนุนให้มีการพัฒนาชุดฝึก และอุปกรณ์ช่วยสอนขึ้นมาให้มีความสอดคล้องกับหลักสูตร ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใช้เอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าของการศึกษา จึงได้สร้างชุดฝึก ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่น่าจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่สูงขึ้น จึงเป็นแรงจูงใจที่ทำให้ผู้วิจัยได้มีแนวคิดจัดสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนกับนักเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว ในฐานะที่ผู้วิจัยซึ่งรับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) คาดหวังว่าชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการช่วยแก้ไขปัญหา และพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชานี้ และอาจเป็นแนวทางที่จะส่งเสริมให้ผู้สนใจได้ทำการศึกษาและสร้างชุดฝึกในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป อันจะเป็นการส่งเสริมให้ครูได้พัฒนาสื่อการสอน นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการศึกษาด้านอาชีวศึกษามากขึ้น ซึ่งการศึกษาด้านอาชีวศึกษานั้น เป็นกระบวนการศึกษาที่สำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อผลิตกำลังแรงงานทางด้านเทคโนโลยีให้มีความรู้ มีทักษะ มีสมรรถนะให้กับภาคอุตสาหกรรมของประเทศ ซึ่งจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถก้าวเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเข้มแข็งต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ทั้งนี้เพื่อ

1.2.1.1 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

1.2.1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

1.2.2 ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ทั้งนี้เพื่อ

1.2.2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นกับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

1.2.2.2 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

1.2.3 ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) มีความเหมาะสมและประสิทธิภาพ ดังนี้

1.3.1.1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.3.1.2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 ผลดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ดังนี้

1.3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น สูงกว่าการฝึกเชื่อมแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2.2 ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น อยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.3.3 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นที่ใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากขึ้นไป

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.4.2 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) สูงขึ้น เนื่องจากเป็นตัวนำความรู้ไปสู่ตัวนักเรียนได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เป็นผลให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรรายวิชา

ส่งผลต่อการติดค้างหรือเรียนซ้ำน้อยลง จึงสามารถสำเร็จการศึกษาตามที่หลักสูตรกำหนด ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียน จึงเป็นผลดีในด้านภาพลักษณ์ในการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

1.4.3 ช่วยให้ครูผู้สอนได้แนวทางในการจัดทำชุดฝึกที่มีคุณภาพในรายวิชาอื่น ๆ ที่คล้ายกัน อันเป็นการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ก่อประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น สร้างขึ้นให้สามารถปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าและงานเชื่อมแก๊ส ตามหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ในกลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐาน ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.5.2 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) สามารถฝึกทักษะการเชื่อม ดังนี้

1.5.2.1 การเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)

1) งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ
2) งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ
3) งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ
4) งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ
5) งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

1.5.2.2 การเชื่อมแก๊ส (OAW)

1) งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว
2) งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ
3) งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ
4) งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ
5) งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

1.5.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น
2) ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นกับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

4) ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

5) ผลการรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

1.5.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.4.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ซึ่งลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ในภาคเรียนที่ 2/2560

1.5.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

1) กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 - 2 จำนวน 37 คน

2) กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 3 - 4 จำนวน 37 คน

**1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น**

1.6.1 การจัดการเรียนการสอนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ในกลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐาน ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียน 3 ด้าน คือ ด้านพุทธพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ซึ่งในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนยังคงใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติตามแผนการสอน เพียงแต่ในช่วงการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าและงานเชื่อมแก๊สนั้น ได้นำชุดฝึกเชื่อมทักษะการเชื่อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาแทนการฝึกเชื่อมแบบปกติในกลุ่มทดลอง โดยเรียกการจัดการเรียนการสอนนี้ใหม่ว่า “การจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)”

1.6.2 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นอุปกรณ์การฝึกเชื่อมจริง และเป็นอุปกรณ์สำหรับการฝึกเชื่อมไฟฟ้า และการฝึกเชื่อมแก๊สที่ชิ้นงานจริง โดยมีอุปกรณ์สำหรับช่วยกำหนดมุมลวดเชื่อมไฟฟ้า มุมหัวเชื่อมแก๊สและมุมลวดเติม และระยะห่างของกรวยไฟเชื่อมไว้คงที่ ส่วนความเร็วในการเชื่อม กระแสไฟเชื่อม นักเรียนสามารถเลือกฝึกเองตามความถนัดของตน โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟเชื่อมกับความเร็วในการเชื่อม

1.6.3 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมของนักเรียนที่ถนัดมือขวาเท่านั้น การเชื่อมไฟฟ้ามีทิศทางการเชื่อมจากซ้ายไปขวา การเชื่อมแก๊สมีทิศทางการเชื่อมจากขวาไปซ้าย

1.6.4 ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ผู้วิจัยออกแบบมาใช้กับลวดเชื่อมขนาด 2.6 มม. และขนาด 2.4 มม. สำหรับลวดเชื่อมแก๊ส

1.6.5 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นด้วยตนเอง

1.6.6 การวิจัยครั้งนี้ ถือว่า นักเรียนที่ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นด้วยความตั้งใจและเต็มความสามารถ

**1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.7.1 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น หรือ ชุดฝึก ฯ หมายถึง ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยตนเอง ที่สามารถควบคุมองค์ประกอบในการเชื่อมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ประกอบด้วยอุปกรณ์กำหนดมุมลวดเชื่อมไฟฟ้า มุมหัวเชื่อมแก๊ส ติดตั้งเข้ากับชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนที่สามารถกำหนดความเร็วได้ตามต้องการ เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะในการใช้องค์ประกอบในการเชื่อมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จนสามารถปฏิบัติงานได้รอยเชื่อมที่ดีและมีคุณภาพ

1.7.2 การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)

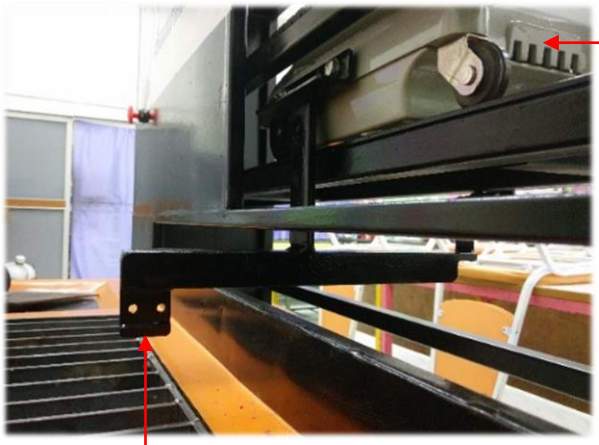
1.7.3 การเชื่อมแก๊ส หมายถึง กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW)

1.7.4 ใบงาน หมายถึง เอกสารที่ประกอบด้วยชื่องาน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เวลาในการปฏิบัติงาน รูปภาพงาน วัสดุ เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมตามขั้นตอนที่อยู่ในเอกสารเพียงหน้าเดียว

1.7.5 ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน หมายถึง เอกสารที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนตามใบงาน

1.7.6 วิธีสอนฝึกเชื่อมแบบปกติ หมายถึง ครูดำเนินการสอนด้วยการอธิบายและสาธิตตามใบงานที่มอบหมายให้กับนักเรียน

1.7.7 ชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ เพื่อยึดตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และหัวเชื่อมแก๊ส หมายถึง อุปกรณ์ที่เป็นแกนเหล็กยึดออกมาจากชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน เพื่อยื่นออกมาจับยึดกับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของการเชื่อมด้วยระดับความเร็วต่าง ๆ ตามกำหนด

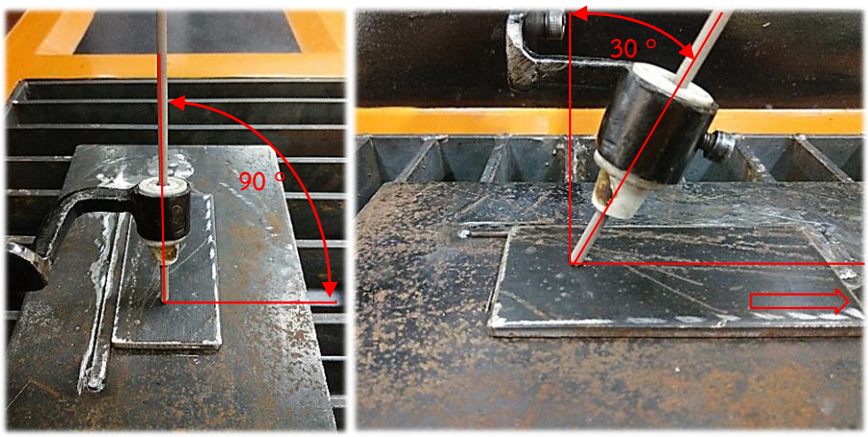



**ภาพที่ 1.2** แสดงชุดแขนยื่นจากมอเตอร์เพื่อยึดกับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส

1.7.8 ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และหัวเชื่อมแก๊ส หมายถึง อุปกรณ์สำหรับช่วยกำหนดมุมลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มุมหัวเชื่อมแก๊สไว้คงที่ ยึดเข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ เพื่อประคองลวดเชื่อมให้เคลื่อนที่ไปตามความเร็วของมอเตอร์ที่กำหนด โดยแยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้

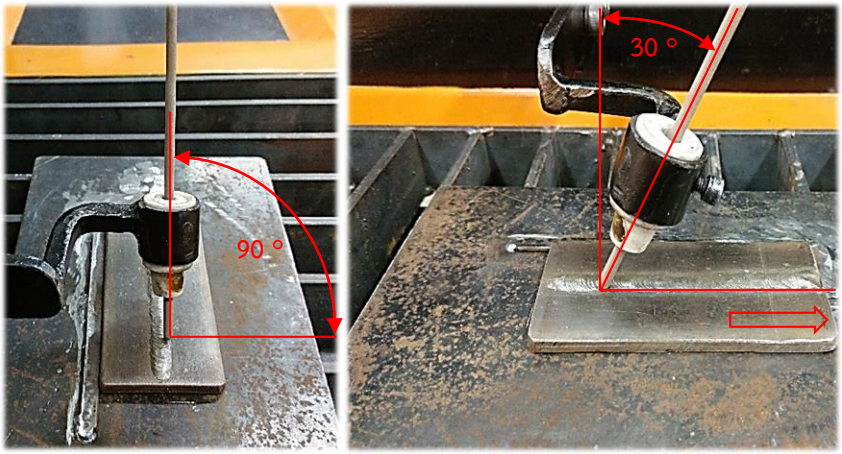
1.7.8.1 ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์สำหรับการเชื่อมไฟฟ้า

1) ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ กำหนดมุมงาน 90 องศา มุมเดิน 30 องศา (Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW), 2013 : 9)



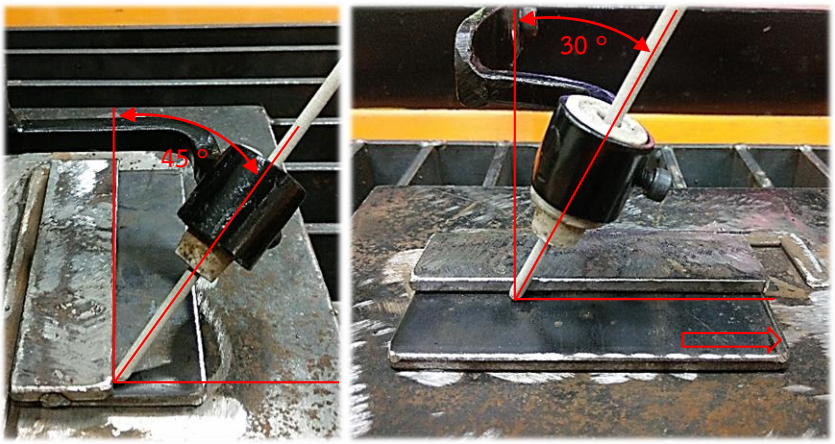

**ภาพที่ 1.3** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

2) ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ กำหนดมุมงาน 90 องศา มุมเดิน 30 องศา (Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW) 2013 : 9)



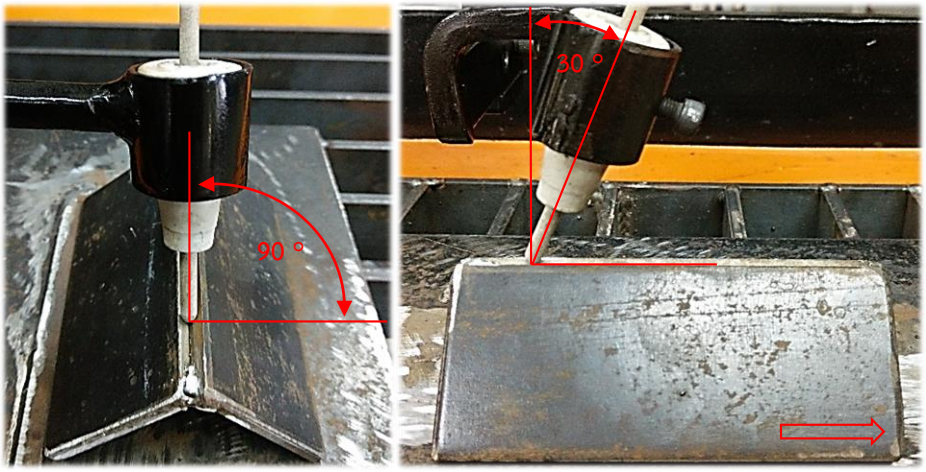

**ภาพที่ 1.4** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ

3) ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ กำหนดมุมงาน 45 องศา มุมเดิน 30 องศา (Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW) 2013 : 15)



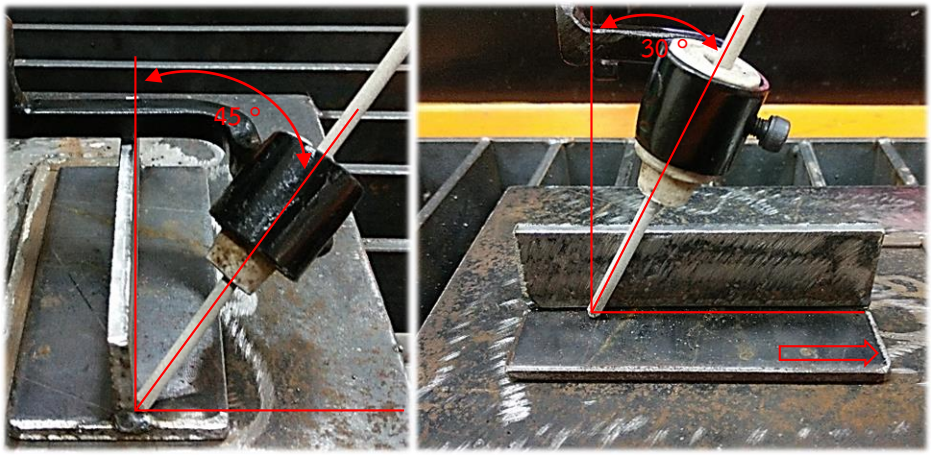

**ภาพที่ 1.5** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ

4) ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ กำหนดมุมงาน 90 องศา มุมเดิน 30 องศา (Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW) 2013 : 9)




**ภาพที่ 1.6** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ

5) ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ กำหนดมุมงาน 45 องศา มุมเดิน 30 องศา (Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW) 2013 : 15)

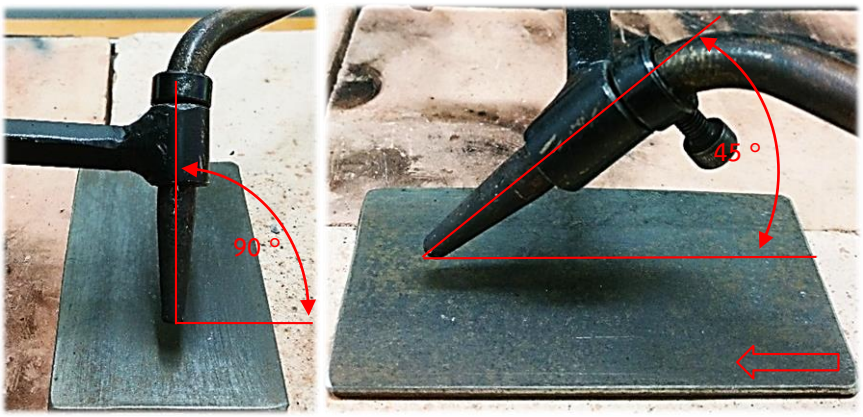



**ภาพที่ 1.7** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

1.7.8.2 ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สสำหรับการเชื่อมแก๊ส

1) ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว

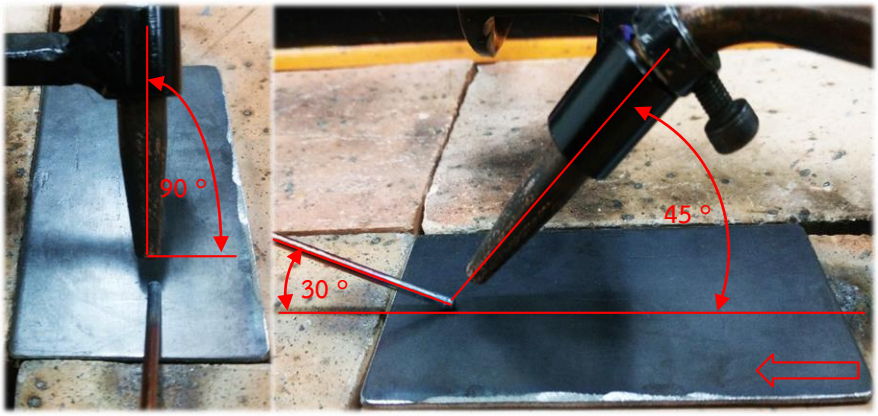
ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลวกำหนดมุมงาน 90 องศา มุมเดิน 45 องศา (นริศ ศรีเมฆ และพิชัย โอภาสอนันต์, 2556 : 99)




**ภาพที่ 1.8** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว

2) ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ กำหนดมุมงาน 90 องศา มุมเดิน 45 องศา (นริศ ศรีเมฆ และพิชัย โอภาสอนันต์, 2556 : 99)

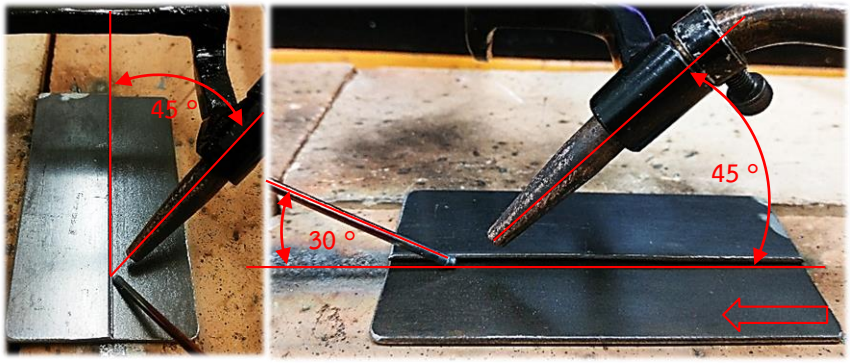



**ภาพที่ 1.9** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

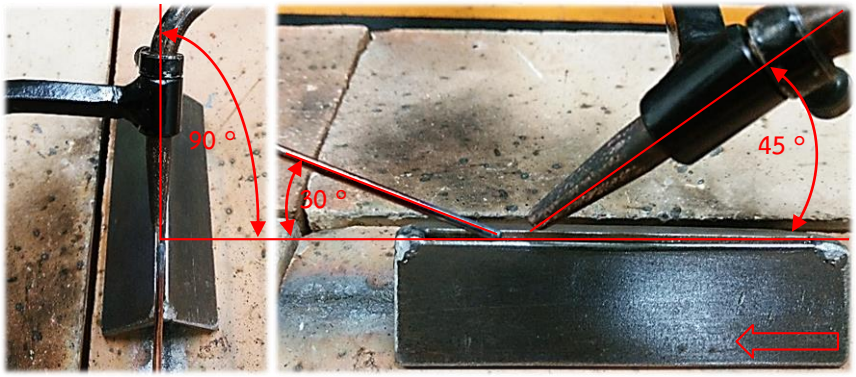
3) ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ กำหนดมุมงาน 45 องศา มุมเดิน 45 องศา (ไทรทอง เรืองจำรัส, 2556 : 241)

4) ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ กำหนดมุมงาน 90 องศา มุมเดิน 45 องศา (ฤทธิเดช ทองวรรณ์, 2556 : 57)

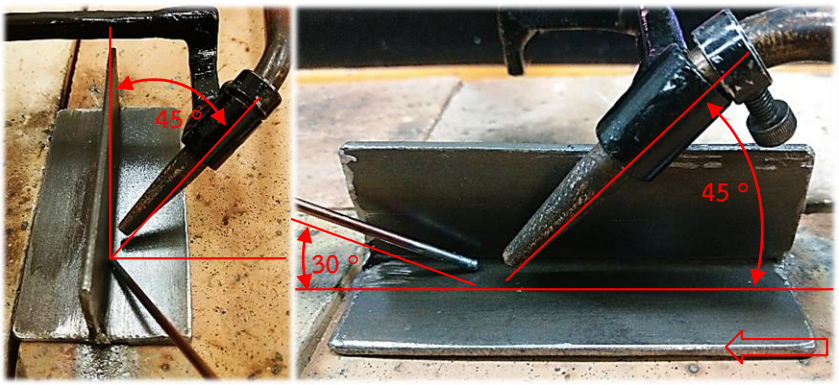
5) ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ กำหนดมุมงาน 45 องศา มุมเดิน 45 องศา (ไทรทอง เรืองจำรัส, 2556 : 241)




**ภาพที่ 1.10** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ




**ภาพที่ 1.11** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ




**ภาพที่ 1.12** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

2.2 หลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

2.3 ทฤษฎีการเชื่อมไฟฟ้า

2.4 ทฤษฎีการเชื่อมแก๊ส

2.5 การสอนทักษะปฏิบัติ

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดฝึกทักษะ

2.7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

## 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

2.1.1 หลักการของหลักสูตร (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556 : 2)

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังมัธยมศึกษาตอนต้น หรือเทียบเท่าด้านวิชาชีพ ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติและประชาคมอาเซียน เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้โดยตรงตามความต้องการของสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เน้นสมรรถนะเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนได้ตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้ และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระ

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชนและท้องถิ่น มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการ และสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

2.1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556 : 2)

2.1.2.1 เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพ สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เลือกวิธีการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

2.1.2.2 เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการ และพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

2.1.2.3 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

2.1.2.4 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน การต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นใจคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีจิตสำนึกด้านปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง รู้จักใช้ และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ดี

2.1.2.5 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรมและวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับอาชีพ

2.1.2.6 เพื่อให้ตระหนัก และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลก มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.3 โครงสร้างของหลักสูตร

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 แบ่งเป็น 3 หมวดวิชาและกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556 : 4)

2.1.3.1 หมวดวิชาทักษะชีวิต

1) กลุ่มวิชาภาษาไทย
2) กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ
3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์
4) กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์
5) กลุ่มวิชาสังคมศึกษา
6) กลุ่มวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา

2.1.3.2 หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ

1) กลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐาน

2) กลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ

3) กลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก

4) ฝึกประสบการณ์ทักษะวิชาชีพ

5) โครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพ

2.1.3.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

2.1.3.4 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามที่กำหนดในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา ส่วนรายวิชาแต่ละหมวดวิชาสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือจัดตามความเหมาะสมของภูมิภาคตามยุทธศาสตร์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้ สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันต้องกำหนดรหัสวิชา จำนวนหน่วยกิต และจำนวนชั่วโมงเรียนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

## 2.2 หลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ในกลุ่มทักษะวิชาชีพพื้นฐาน รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556 : 136 - 137)

2.2.1 จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

2.2.1.1 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส การเชื่อมไฟฟ้าและงานโลหะแผ่น

2.2.1.2 มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส เชื่อมไฟฟ้าและการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อม

2.2.1.3 มีทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะแผ่น รูปทรงทางเรขาคณิตและการใช้เครื่องมืออุปกรณ์โลหะแผ่น

2.2.1.4 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบและรักษาสิ่งแวดล้อม

2.2.2 สมรรถนะรายวิชา

2.2.2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการ กระบวนการเชื่อมแก๊ส และการเชื่อมไฟฟ้า

2.2.2.2 เชื่อมแล่นประสาน และตัดโลหะแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยแก๊ส

2.2.2.3 เชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอน

2.2.2.4 เขียนแบบแผ่นคลี่ลงแผ่นงานตามแบบ

2.2.2.5 ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นตามแบบ

2.2.3 คำอธิบายรายวิชา

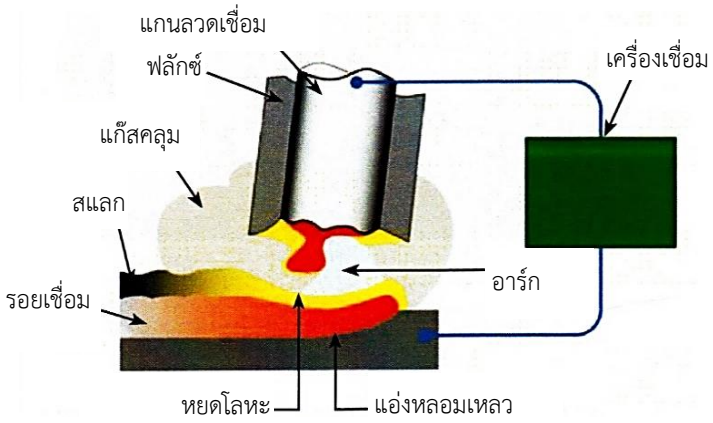
ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของกระบวนการเชื่อมและโลหะแผ่น หลักความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การเลือกใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์งานเชื่อม ท่าเชื่อม รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน การประกอบติดตั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส การแล่นประสาน (Brazing) และการเชื่อมไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ก การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที เครื่องจักร และเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่น การเขียนแบบแผ่นคลี่ การถ่ายแบบ การเข้าขอบ การทำตะเข็บ การย้ำหมุด การบัดกรี (Soldering) การขึ้นรูปด้วยการพับ ดัด ม้วน เคาะ และประกอบชิ้นงาน

## 2.3 ทฤษฎีการไฟฟ้า

การเชื่อมไฟฟ้าที่ระบุในหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) หมายถึง กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหลุ้มฟลักซ์ (SMAW) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.1 หลักการ

ประทีป ระงับทุกข์ (2558 : 3) กล่าวว่า กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เป็นการเชื่อมโลหะชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์กของลวดเชื่อมหุ้มฟล๊ักซ์กับชิ้นงาน โดยฟล๊ักซ์จะทำหน้าที่ป้องกันบรรยากาศภายนอกไม่ให้แทรกเข้าไปรวมกับรอยเชื่อม ในขณะที่ทำการอาร์กจะเกิดความร้อนสูงสุดทำให้ชิ้นงานหลอมเหลว ลวดเชื่อมจะถูกหลอมและเติมลงในแนวเชื่อม ซึ่งได้แสดงหลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ดังภาพที่ 2.1




**ภาพที่ 2.1** แสดงหลักการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)

(ที่มา : https://fuazsukarya.wordpress.com/category/smaw-2/ (Online))

2.3.2 ข้อดีของกระบวนการเชื่อมอาร์กลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีข้อดีในหลายประการ ดังนี้ (ฉัตรทอง ใสแสง, 2557 : 46 - 47)

1) กระบวนการเชื่อมมีความคล่องตัวสูงเมื่อเทียบกับกระบวนการเชื่อมอื่น

2) การปฏิบัติงานของกระบวนการเชื่อมไม่ต้องใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เพิ่ม เช่น แก๊สคลุม หรือผงฟลักซ์

3) ในพื้นที่ที่จำกัดก็สามารถส่งลวดเชื่อมเข้าไปปฏิบัติงานได้ เพียงแต่ดัดโค้งลวดเชื่อม

4) ในพื้นที่ปฏิบัติงานที่มีลมพัดแรง ๆ ก็สามารถเชื่อมได้ดี เช่น บริเวณหน้างานก่อสร้าง เป็นต้น

5) ในพื้นที่ปฏิบัติงานที่อยู่ห่างไกลจากต้นกำลังก็สามารถทำการเชื่อมได้ โดยการต่อสายเชื่อมให้ยาวออกไป

6) รอยเชื่อมมีคุณภาพสูง คงทนและสวยงาม

2.3.3 เครื่องมือ อุปกรณ์

กระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้ (ประทีป ระงับทุกข์, 2558 : 7 - 25)

2.3.3.1 เครื่องเชื่อม (Welding Minchin)

เครื่องเชื่อม (Welding Minchin) เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่ใช้ผลิตกระแสเชื่อม (Welding Current) และแรงดันอาร์ก (Arc Voltage) ให้ออกมาคงที่และเพียงพอต่อการเชื่อม เครื่องเชื่อมโดยทั่วไปจะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าจากแรงดันสูงให้มาเป็นแรงดันต่ำเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการเชื่อม โดยที่ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะไม่เป็นอันตรายใด ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่ระดับ 220 โวลต์ ไม่สามารถนำมาเชื่อมได้โดยตรง เพราะจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ โดยปกติเครื่องเชื่อมจะผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมาให้มีค่าอยู่ระหว่าง 50 - 80 โวลต์ จึงจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

เครื่องเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) มีทั้งชนิดกระแสตรง (DC.) และชนิดกระแสสลับ (AC.) เป็นระบบกระแสไฟฟ้าคงที่ (Constant Current : CC) หมายถึง ระบบของเครื่องเชื่อมที่จ่ายกระแสเชื่อมออกมาคงที่ ไม่ว่าแรงดันไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงเท่าใดก็ตาม เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อม แล้วเปิดเครื่องเชื่อมแต่ยังไม่ทำการเชื่อม (กระแสไฟจะเท่ากับศูนย์) ในขณะนี้ เครื่องเชื่อมจะมีแรงดันวงจรเปิด (Open Circuit Voltage) มีค่าอยู่ระหว่าง 50 - 80 โวลต์ (ถ้ามากกว่านี้อาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ แต่ถ้าน้อยกว่าก็จะทำให้การเริ่มต้นอาร์กยาก) และเมื่อทำการเชื่อมแล้วแรงดันวงจรเปิดจะเปลี่ยนไปเป็น

แรงดันอาร์ก (Arc Voltage) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 20 - 40 โวลต์ ซึ่งได้แสดงลักษณะของเครื่องเชื่อม ดังภาพที่ 2.2

**ภาพที่ 2.2** แสดงเครื่องเชื่อมสำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)

2.3.3.2 ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)

ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode) คือ ลวดเชื่อมสิ้นเปลืองที่มีฟลักซ์หรือวัสดุอื่นห่อหุ้มอยู่ ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะทำหน้าที่นำกระแสไฟให้ไหลผ่านตัวมันเอง เพื่อให้เกิดการอาร์กกับชิ้นงานที่ส่วนของปลายลวดเชื่อม จนทำให้บริเวณอาร์กเกิดความร้อนที่สามารถหลอมชิ้นงานกลายเป็นแอ่งหลอมเหลวได้ และลวดเชื่อมเองก็จะหลอมบริเวณส่วนปลายกลายเป็นหยดโลหะเล็ก ๆ ถ่ายโอนลงไปรวมตัวกับโลหะหลอมเหลวในแอ่งหลอมเหลว เมื่อแข็งตัวจะกลายเป็นรอยเชื่อมที่มีความมั่นคงและแข็งแรง ส่วนฟลักซ์เมื่อได้รับความร้อนในเวลาเดียวกันก็จะแตกตัวเป็นแก๊สคลุมบริเวณอาร์กเอาไว้ เพื่อป้องกันบรรยากาศภายนอกไม่ให้ไปทำปฏิกิริยากับโลหะเหลว บางส่วนจะหลอมภายในแอ่งหลอมเหลวช่วยดึงสารมลทิน หรือสิ่งสกปรกออกจากโลหะเหลว และจะแข็งตัวกลายเป็นสแลกปกคลุมรอยเชื่อมเอาไว้เมื่อเย็นตัวลง ซึ่งได้แสดงลักษณะของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ดังภาพที่ 2.3

**ภาพที่ 2.3** แสดงลักษณะของลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)

ข้อแนะนำที่จำเป็นในการเก็บรักษาลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีดังนี้

1) ผู้ผลิตจะต้องระบุวันหมดอายุของลวดเชื่อมไว้อย่างชัดเจน ลวดเชื่อมที่ซื้อมาก่อนจะต้องนำไปใช้งานก่อน และควรใช้งานให้ทันก่อนวัดหมดอายุ

2) การเก็บรักษาลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ควรวางไว้ให้เป็นระเบียบ เป็นหมวดหมู่ เลือกหาได้ง่าย หยิบใช้ได้สะดวก ใช้งานได้ทันทีเมื่อต้องการ ไม่ควรวางทับกันสูง ๆ เพราะจะทำให้ฟลักซ์แตกได้

3) เพื่อสมบัติการใช้งานตามข้อกำหนด ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ก่อนนำไปใช้งานจะต้องทำการอบไล่ความชื้นก่อนทุกครั้ง โดยเฉพาะลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ ความชื้นเป็นบ่อเกิดของรูพรุนและการแตกร้าวของรอยเชื่อมได้ ซึ่งได้แสดงลักษณะของตู้อบลวดเชื่อม ดังภาพที่ 2.4

**ภาพที่ 2.4** แสดงลักษณะของตู้อบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

2.3.3.3 ตัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

ตัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder) จะต่อเข้ากับปลายของสายเชื่อมที่ต่อออกจากเครื่องเชื่อม การประกอบปลายสายเชื่อมจะต้องต่อให้แน่นยึดด้วยสกรู ตัวจับลวดเชื่อมจะทำหน้าที่จับ หรือคีบลวดเชื่อมเพื่อส่งกระแสเชื่อมผ่านลวดเชื่อมไปยังบริเวณอาร์ก ปากจับจะถ่างออกเมื่อเราบีบคันถ่างปากจับลวดเชื่อมลง ปากจับจะทำเป็นร่องกำหนดเป็นมุมต่าง ๆ สำหรับจับลวดเชื่อม สปริงจะเพิ่มแรงกดลวดเชื่อมให้แน่นไม่หลวมส่ายไปมาในขณะเชื่อม ด้ามจับจะทำจากฉนวนทนความร้อนเป็นที่สำหรับมือถือเพื่อทำการเชื่อม โครงสร้างภายในทำจากทองแดง ภายนอกหุ้มด้วยฉนวนมีสมบัติทนความร้อนได้ดี ซึ่งได้แสดงลักษณะของตัวจับลวดเชื่อม ดังภาพที่ 2.5

**ภาพที่ 2.5** แสดงลักษณะตัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

2.3.3.4 สายเชื่อม (Welding Cable)

สายเชื่อมที่ต่อออกจากเครื่องเชื่อมจะมีสองสาย คือ สายที่ต่อไปยังตัวจับลวดเชื่อมและสายที่ต่อไปยังที่ยึดสายดิน สายเชื่อมทั้งสองจะทำหน้าที่นำกระแสเชื่อมที่ผลิตได้จากเครื่องเชื่อมออกไปสู่บริเวณอาร์ก ซึ่งได้แสดงลักษณะของสายเชื่อม ดังภาพที่ 2.6

**ภาพที่ 2.6** แสดงสายเชื่อมต่อเข้ากับตัวจับลวดเชื่อม และต่อเข้ากับที่ยึดสายดิน

2.3.3.5 ที่ยึดสายดิน (Ground Clamp)

ที่ยึดสายดิน จะต่อเข้ากับปลายของสายเชื่อมที่ต่อมาจากเครื่องเชื่อมอีกเส้นหนึ่ง การประกอบปลายสายเชื่อมจะต้องต่อให้แน่นยึดด้วยสกรูหรือเข็มขัดรัดสาย ที่ยึดสายดินใช้สำหรับจับยึดกับชิ้นงาน มีหลายแบบ แต่ที่นิยมจะมีลักษณะคล้ายคีม เพิ่มแรงจับยึดชิ้นงานด้วยสปริง ที่ยึดสายดินแต่ละแบบจะต้องจับยึดชิ้นงานให้แน่นอย่าจับยึดแบบหลวม ๆ เพราะจะทำให้เกิดความต้านทานขึ้นได้ ที่ยึดสายดินทำด้วยวัสดุตัวนำไฟฟ้า เพื่อเป็นทางผ่านให้กระแสเชื่อมไหลจากสายดินไปยังชิ้นงานได้สะดวก ข้อควรระวัง คือ ไม่ควรเอาปลายลวดเชื่อมไปอาร์กกับที่ยึดสายดิน เพราะจะมีรอยเชื่อมไปเกาะติด หากมีมากก็จะดูเหมือนไม่ใช่ที่ยึดสายดิน ซึ่งได้แสดงลักษณะของที่ยึดสายดิน ดังภาพที่ 2.7

**ภาพที่ 2.7** แสดงลักษณะที่ยึดสายดิน

2.3.3.6 หน้ากากเชื่อม (Welding Helmets)

หน้ากากเชื่อม จะใช้เพื่อป้องกันใบหน้าและศีรษะของช่างเชื่อมจากสะเก็ดโลหะหรือประกายไฟขณะเชื่อม ป้องกันสายตาจากรังสีที่เกิดจากการเชื่อม กระจกกรองแสงจะทำหน้าที่ลดความเข้มข้นของรังสีที่เกิดจากการอาร์ก เพื่อให้ดวงตาสามารถมองเห็นแอ่งหลอมเหลวได้โดยไม่เป็นอันตราย กระจกกรองแสงที่ใช้สำหรับกระบวนการเชื่อมอาร์กด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์จะใช้เบอร์ 10 ที่ใช้งานกันทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบมือถือและแบบสวมศีรษะ ซึ่งได้แสดงลักษณะของหน้ากากเชื่อมแบบมือถือและแบบสวมศีรษะ ดังภาพที่ 2.8

**ภาพที่ 2.8** แสดงหน้ากากเชื่อมแบบมือถือและแบบสวมศีรษะ

ในปัจจุบันหน้ากากสวมศีรษะแบบปรับแสงอัตโนมัติ มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เพราะมีราคาถูกกว่าในอดีตมาก อีกทั้งมีข้อดีกว่าหน้ากากแบบมือถือและแบบสวมศีรษะธรรมดามาก เนื่องจากเมื่อหยุดการเชื่อมจะต้องวางหน้ากากลง หรือต้องคอยเปิด - ปิด ฝาครอบ

กระจกกรองแสงอยู่ตลอด ทำให้การเชื่อมประสบกับปัญหาอยู่บ้าง แต่ถ้าเป็นหน้ากากสวมศีรษะแบบปรับแสงอัตโนมัติปัญหาดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น เพราะการทำงานของหน้ากากเมื่อมีรังสีเชื่อมกระทบกับกระจกกรองแสงหน้ากากจะปรับกระจกให้มืดโดยอัตโนมัติภายในเวลาเพียง 1 - 2 มิลลิวินาที (1 - 2 ใน 1,000 วินาที) ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเที่ยงตรงสูง และจะกลับสู่สภาวะปกติภายใน 20 มิลลิวินาที สามารถตัดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการใช้งานเกิน 20 นาที และสามารถเลือกปรับระดับการป้องกันแสงอาร์กได้หลายระดับ ซึ่งได้แสดงลักษณะของหน้ากากเชื่อมสวมศีรษะแบบปรับแสงอัตโนมัติ ดังภาพที่ 2.9

**ภาพที่ 2.9** แสดงหน้ากากเชื่อมสวมศีรษะแบบปรับแสงอัตโนมัติ

2.3.3.7 ค้อนเคาะสแลก (Chipping Hammer)

การใช้งานก็เหมือนกับค้อนทั่ว ๆ ไป คือ จะใช้สำหรับเคาะสแลกที่คลุมรอยเชื่อมให้หลุดออกไป เพื่อการตรวจสอบรอยเชื่อมหรือทำความสะอาดรอยเชื่อม การเคาะสแลกไม่ควรเคาะแรงจนทำให้รอยเชื่อมเสียหาย เช่น เกิดรอยบิ่น รอยยุบ เพราะดูแล้วรอยเชื่อมจะไม่สวยงาม ซึ่งได้แสดงลักษณะของค้อนเคาะสแลก ดังภาพที่ 2.10

**ภาพที่ 2.10** แสดงลักษณะของค้อนเคาะสแลก

2.3.3.8 แปรงลวด (Wire Brush)

แปรงลวด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ขัดทำความสะอาดชิ้นงาน ทั้งก่อนการเชื่อมและทำความสะอาดรอยเชื่อมเมื่อทำการเคาะสแลกออกแล้ว ซึ่งได้แสดงลักษณะของแปรงลวด ดังภาพที่ 2.11

**ภาพที่ 2.11** แสดงลักษณะของแปรงลวด

2.3.3.9 คีมจับชิ้นงานร้อน (Pliers)

คีมจับชิ้นงานร้อน เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับจับชิ้นงานขณะร้อน ๆ ที่เชื่อมเสร็จใหม่ ๆ ออกไปจากคูหาเชื่อม เพื่อนำไปเคาะสแลกหรือทำความสะอาดรอยเชื่อม คีมจับชิ้นงานร้อนจะต้องมีด้ามที่ยาวพอสมควร และต้องมีความแข็งแรงในการจับชิ้นงาน ซึ่งได้แสดงลักษณะของคีมจับชิ้นงานร้อน ดังภาพที่ 2.12

**ภาพที่ 2.12** แสดงลักษณะของคีมจับชิ้นงานร้อน

(ที่มา : http://www.populatetheweb.com/woodworking-machines-for-sale-ebay/ (Online))

2.3.3.10 ชุดปฏิบัติงานเชื่อม (Protective Equipment)

ในระหว่างการเชื่อมอาจเกิดอันตรายเกิดขึ้นได้บ้าง เช่น ความร้อน เม็ดโลหะกระเด็น และแสง เป็นต้น ช่างเชื่อมต้องจะต้องสวมใส่เสื้อผ้าที่ทำมาจากวัสดุที่ติดไฟได้ยาก ห้ามสวมใส่เสื้อผ้าที่ติดไฟง่าย เช่น เสื้อผ้าที่ทำมาจากไนลอน และจะต้องไม่เปื้อนน้ำมันหรือจาระบี เพราะอาจจะทำให้ติดไฟได้ง่าย สำหรับชุดปฏิบัติงานที่จะต้องสวมป้องกันอันตรายในระหว่างการเชื่อมนั้นควรทำมาจากหนังสัตว์ที่สามารถทนความร้อนได้ดี ดังนี้

1) ถุงมือหนัง (Gloves)

ถุงมือหนัง ใช้สวมเพื่อป้องกันไม่ให้มือได้รับความร้อนในขณะทำการเชื่อม และยังช่วยป้องกันเม็ดโลหะกระเด็นมาถูกมืออีกด้วย

2) เอี๊ยมหนัง (Apron)

เอี๊ยมหนัง ใช้สวมสำหรับป้องกันความร้อนจากการเชื่อม และเม็ดโลหะกระเด็นไม่ให้ทำอันตรายด้านหน้าของร่างกาย

3) ปลอกแขน (Sleeves)

ปลอกแขน ใช้สวมแขนทั้งสองข้างเพื่อป้องกันความร้อนจากการเชื่อม และเม็ดโลหะกระเด็นไม่ให้ทำอันตรายกับแขนได้

4) ปลอกขา (Leggings)

ปลอกขา ใช้สำหรับสวมคลุมรองเท้าเอาไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดโลหะกระเด็นเข้าไปในรองเท้า ปลอกขาจะหุ้มจากใต้หัวเข่าลงมาคลุมทั้งรองเท้า

5) รองเท้านิรภัย (Safety Shoes)

รองเท้านิรภัย ใช้สวมใส่สำหรับป้องกันสิ่งของตกหล่นใส่เท้า และป้องกันเท้าจากการเดินเหยียบชิ้นงานขณะร้อนได้

2.3.4 องค์ประกอบของการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)

นริศ ศรีเมฆ และพิชัย โอภาสอนันต์ (2556 : 170 - 174) กล่าวว่า องค์ประกอบในการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ดังนี้

2.3.4.1 การเลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับชิ้นงาน

การเลือกลวดเชื่อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับชิ้นงานจะมีความสำคัญมาก เนื่องจากในปัจจุบันนี้ ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่ใช้สำหรับงานเชื่อมมีมากมายหลายชนิด หลายยี่ห้อ องค์ประกอบนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ช่างเชื่อมจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ เพื่อจะสามารถเลือกใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้องและเหมาะสมกับชิ้นงาน โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

1) พิจารณาจากความแข็งแรงของชิ้นงาน ก่อนการเชื่อมช่างเชื่อมจะต้องรู้สมบัติทางกลของชิ้นงานก่อน และต้องเลือกลวดเชื่อมที่มีสมบัติที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ก่อนจะนำ

ลวดเชื่อมไปเชื่อมชิ้นงานนั้นๆ เช่น ถ้าชิ้นงานเป็นเหล็กกล้าละมุน (Mild Steels) ก็ควรเลือกลวดเชื่อมในกลุ่ม E XXXX เช่น E 6013 ซึ่งเป็นลวดเชื่อมที่มีสมบัติทางกลใกล้เคียงกับเหล็กกล้าละมุน

2) พิจารณาจากส่วนผสม ในทางปฏิบัติในการเลือกลวดเชื่อมไปใช้งานนั้นจะต้องเลือกลวดเชื่อมที่มีส่วนผสมเหมือนกับชิ้นงาน หรือให้ใกล้เคียงกันให้มากที่สุด เช่น ถ้าชิ้นงานเป็นเหล็กกล้าแรงดึงสูงหรือเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ ช่างเชื่อมต้องเลือกลวดเชื่อมในกลุ่ม E XXXX BX ได้แก่ ลวดเชื่อม E 8018 B8 เป็นต้น

3) พิจารณาจากตำแหน่งท่าเชื่อมของชิ้นงานก่อน โดยดูได้จากสัญลักษณ์ที่กำหนดในลวดเชื่อม เช่น มาตรฐาน AWS จะกำหนดด้วยตัวเลขตัวที่ 3 ที่บ่งบอกถึงตำแหน่งท่าเชื่อมซึ่งจะสามารถเชื่อมได้ในตำแหน่งท่าเชื่อมใดได้บ้าง เช่น E 6013 (ตัวเลขตัวที่ 3 คือ 1) แสดงว่าเป็นลวดเชื่อมที่สามารถเชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่าเชื่อม

4) พิจารณาจากชนิดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ การเลือกลวดเชื่อมควรเลือกให้เหมาะสมกับกระแสไฟฟ้า จะมีลวดเชื่อมบางชนิดจะเชื่อมได้ผลดีกับไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หรือบางชนิดจะเชื่อมได้ผลดีกับไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับมาตรฐาน AWS ให้พิจารณาตัวเลขตัวที่ 4 เช่น E 6013 (ตัวเลขตัวที่ 4 คือ 3) ซึ่งเป็นลวดเชื่อมที่สามารถเชื่อมได้ทั้งกระแสสลับและกระแสตรง

5) พิจารณาจากลักษณะของรอยต่อ ในกรณีเชื่อมรอยต่อชน (Butt Joint) ไม่บากขอบชิ้นงานควรเลือกลวดเชื่อมที่มีการอาร์กนิ่มนวล เพื่อช่วยป้องกันงานทะลุ ส่วนการเชื่อมต่อชนที่บากขอบชิ้นงานควรใช้ลวดเชื่อมที่มีการอาร์กรุนแรง เพื่อให้เกิดส่วนหลอมลึก (Penetration) ที่สมบูรณ์ เช่น ลวดเชื่อม E 7016 พิจารณาจากตัวเลขตัวที่ 4 (ตัวเลขตัวที่ 4 คือ 6)

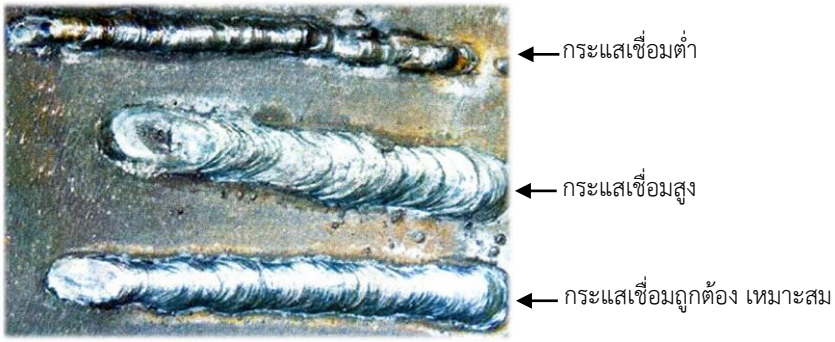
2.3.4.2 การเลือกชนิดและปริมาณกระแสเชื่อม

การใช้กระแสเชื่อมให้เหมาะสมกับชิ้นงานเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่ง เนื่องจากกระแสเชื่อมจะใช้ตามความหนาของชิ้นงานที่นำมาเชื่อม การใช้กระแสเชื่อมที่ต่างกันจะมีผลต่อชิ้นงานมาก เช่น ถ้าเชื่อมชิ้นงานบางแต่ใช้กระแสเชื่อมสูงก็จะเกิดรอยแหว่งขอบรอยเชื่อม (Undercut) หรือชิ้นงานอาจจะทะลุได้ แต่ถ้าหากเชื่อมชิ้นงานหนามาก ๆ แต่ใช้กระแสเชื่อมต่ำก็จะทำให้รอยเชื่อมนูนและเกิดรอยเกย (Overlap) ขึ้นได้ หรือการเลือกใช้ระบบกระแสไฟฟ้าระหว่างกระแสสลับและกระแสตรงก็มีผลต่อการอาร์กเหมือกัน ดังนั้น การเลือกชนิดและปริมาณกระแสเชื่อมให้เหมาะสมกับชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นจะต้องดูข้อมูลที่พิมพ์ไว้ข้างกล่องของลวดเชื่อมที่ใช้ให้เข้าใจเสียก่อน ซึ่งจะบอกถึงชนิดและช่วงกระแสเชื่อม เช่น E 6010 ใช้กระแสไฟฟ้า DC - EP ส่วน E 6012 ใช้กระแสไฟฟ้า AC และ DC - EN เป็นต้น ส่วนปริมาณกระแสเชื่อมนั้นไม่มีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ตายตัว เนื่องจากมีองค์ประกอบอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องอีกมาก เช่น ทักษะของช่างเชื่อม ตำแหน่งท่าเชื่อม ขนาดของลวดเชื่อม ชนิดของชิ้นงาน ดังนั้น ผู้ปฏิบัติการเชื่อมควรปรับ

ปริมาณกระแสเชื่อม โดยใช้ค่าเฉลี่ยตามตารางข้างกล่องของลวดเชื่อมที่ระบุไว้ ซึ่งได้แสดงตัวอย่างรอยเชื่อมที่เชื่อมด้วยกระแสไฟในระดับที่ต่างกัน ดังภาพที่ 2.13

**ตารางที่ 2.1** แสดงตารางข้างกล่องลวดเชื่อมไฟฟ้าหรือลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

| ขนาด X ความยาว (มม.) | ช่วงกระแสไฟที่ใช้ (แอมแปร์) | | ชนิดกระแสไฟฟ้า |
|---|---|---|---|
| | ท่าราบ | ท่าตั้งหรือท่าเหนือศีรษะ | |
| 3.2 X 350 | 90 - 140 | 90 - 130 | AC หรือ DC - EN, DC - EP |




**ภาพที่ 2.13** แสดงตัวอย่างรอยเชื่อมด้วยกระแสเชื่อมในระดับที่ต่างกัน
(ที่มา : http://www.mig-welding.co.uk/arc-welding-faults.htm (Online))

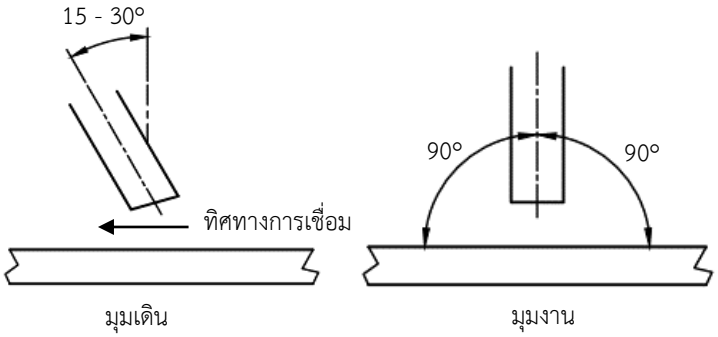
2.3.4.3 ลวดเชื่อมทำมุมกับชิ้นงานถูกต้อง

มุมของลวดเชื่อมที่กระทำกับชิ้นงาน จะมีอิทธิพลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม ตำแหน่งของการถ่ายโอนโลหะ การลอยตัวของสแลกและรูปร่างของรอยเชื่อม มุมของลวดเชื่อมที่กระทำกับชิ้นงานประกอบด้วย

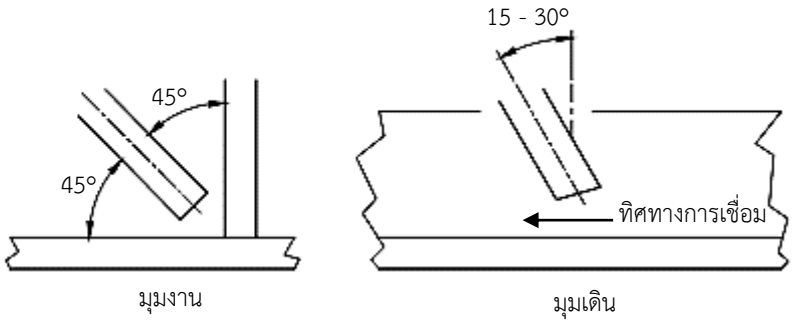
1) มุมเดิน (Travel Angle) ในตำแหน่งท่าราบ ท่าเหนือศีรษะ มุมเดินกระทำไปตามทิศทางเดียวกับทิศทางการเชื่อม โดยเอียงลวดเชื่อมที่วัดจากแนวดิ่ง 90 องศา เอียงไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเชื่อมประมาณ 15 - 30 องศา สำหรับรอยต่อตัวที เช่น ในตำแหน่งท่าราบ ท่าระดับมุมเดินวัดจากมุม 90 องศา จะเอียงไปตามทิศทางการเชื่อมประมาณ 15 - 30 องศา

2) มุมงาน (Work Angle) ในตำแหน่งท่าราบ ท่าเหนือศีรษะ คือ มุมของลวดเชื่อมที่กระทำกับด้านข้างของชิ้นงานทั้งสองข้างเป็นมุมเท่ากับ 90 องศา สำหรับรอยต่อตัวที เช่น ในตำแหน่งท่าราบ และท่าระดับมุมงาน จะกระทำกับชิ้นงานเป็นมุม 45 องศา

ซึ่งได้แสดงมุมเดิน มุมงานในการเชื่อมในตำแหน่งท่าเชื่อมต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.14 - 15




**ภาพที่ 2.14** แสดงมุมเดิน มุมงาน ในการเชื่อมตำแหน่งท่าราบ ท่าเหนือศีรษะ
ที่มา : https://www.google.co.th/?gws_rd=cr,ssl&ei=0RdWIiqlcTgvgTJ8oGYCw#q=smaw+manual (Online))




**ภาพที่ 2.15** แสดงมุมเดิน มุมงาน ในการเชื่อมตัวทีตำแหน่งท่าราบ ท่าระดับ
ที่มา : https://www.google.co.th/?gws_rd=cr,ssl&ei=0RdWIiqlcTgvgTJ8oGYCw#q=smaw+manual (Online))

2.3.4.4 การใช้ระยะอาร์กที่เหมาะสม

ระยะอาร์ก คือ ระยะห่างระหว่างปลายของลวดเชื่อมกับชิ้นงาน การใช้ระยะอาร์กที่เหมาะสมขึ้นอยู่ความเชี่ยวชาญ หรือกับสถานการณ์ในขณะเชื่อม ระยะอาร์กที่เหมาะสมโดยทั่ว ๆ ไป จะมีระยะเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเชื่อม ระยะอาร์กจะมีผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม ดังนี้

1) การใช้ระยะอาร์กที่ยาวจนเกินไปจะมีผล คือ การอาร์กจะรุนแรง ควบคุมแอ่งหลอมเหลวยาก เม็ดโลหะกระเด็นมาก (Spatter)

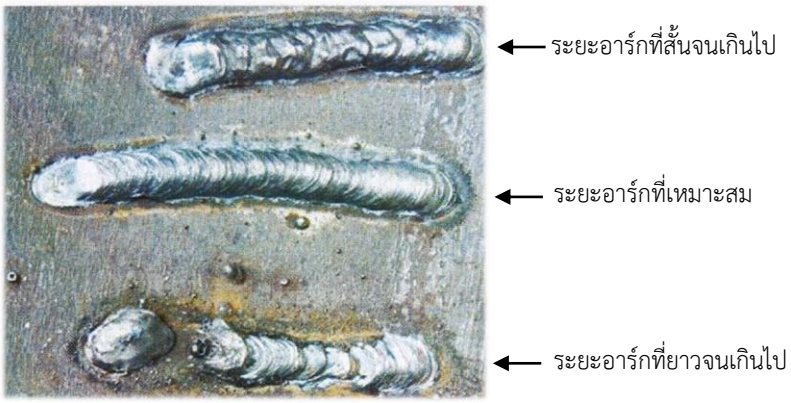
2) การใช้ระยะอาร์กที่สั้นจนเกินไปจะมีผล คือ ในขณะที่ทำการเชื่อมปลายของลวดเชื่อมติดกับชิ้นงานบ่อยและอาร์กจะดับลงได้ง่าย

3) การใช้ระยะอาร์กที่เหมาะสมจะมีผล คือ แก๊สคลุมจะมีประสิทธิภาพช่วยป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกแทรกเข้าไปรวมตัวกับโลหะหลอมภายในแอ่งหลอมเหลว

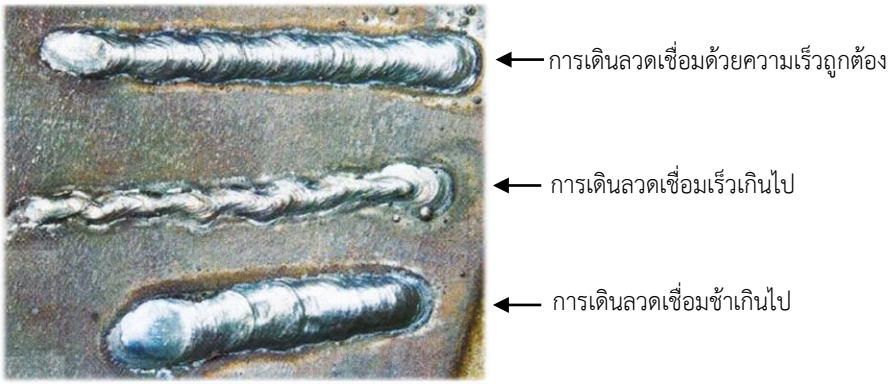
การอาร์กที่เกิดขึ้นจะมีความสม่ำเสมอและเม็ดโลหะกระเด็นน้อย ซึ่งได้แสดงตัวอย่างรอยเชื่อมที่เชื่อมด้วยการใช้ระยะอาร์กต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.16

2.3.4.5 การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง

การใช้ความเร็วในการเดินลวดที่ถูกต้อง เหมาะสมและสม่ำเสมอ จะส่งผลต่อความกว้าง ความนูนของรอยเชื่อม การใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมที่ถูกต้อง และมีความสม่ำเสมอหรือคงที่นั้น ช่างเชื่อมต้องสังเกตจากขนาดของแอ่งหลอมเหลวต้องมีขนาดเท่า ๆ กัน และเป็นระเบียบตลอดของการเดินลวดเชื่อม ความเร็วในการเดินลวดจะมีผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อม เช่น ถ้าเดินลวดเชื่อมเร็วจนเกินไปจะทำให้แอ่งหลอมเหลวแคบและตื้น รอยเชื่อมที่ได้จะเล็กทำให้ขาดความแข็งแรง หรือหากเดินช้าจนเกินไปรอยเชื่อมจะนูนและกว้างเกินความจำเป็น เกิดความร้อนสะสมกับชิ้นงานมากอาจบิดงอและชิ้นงานเสียรูปทรงได้ ซึ่งได้แสดงตัวอย่างรอยเชื่อมที่เชื่อมด้วยการใช้ความเร็วในการเชื่อมที่ระดับต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.17




**ภาพที่ 2.16** แสดงตัวอย่างของรอยเชื่อมด้วยการใช้ระยะอาร์กต่าง ๆ
(ที่มา : http://www.mig-welding.co.uk/arc-welding-faults.htm (Online))



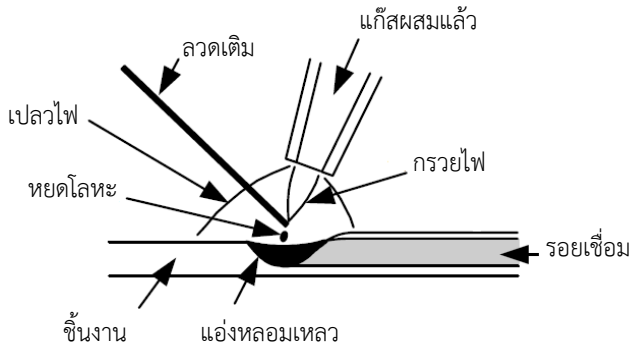

**ภาพที่ 2.17** แสดงตัวอย่างของรอยเชื่อมด้วยการใช้ความเร็วในเดินลวดเชื่อมระดับต่าง ๆ
(ที่มา : http://www.mig-welding.co.uk/arc-welding-faults.htm (Online))

## 2.4 ทฤษฎีการเชื่อมแก๊ส

การเชื่อมแก๊สที่ระบุในหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) หมายถึง กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) โดยรายละเอียดของกระบวนการเชื่อม ดังนี้

2.4.1 หลักการ

ทรงวุฒิ เสมาคำ (2557 : 141) กล่าวว่า กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) เป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากเปลวไฟระหว่างแก๊สอะเซทิลีนกับแก๊สออกซิเจน ในอัตราส่วนประมาณ 1 : 1 โดยปริมาณ เปลวไฟที่เกิดจากการลุกไหม้จะมีความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 6,000 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 3,315 องศาเซลเซียส และหลอมเหลวชิ้นงานให้ติดกันโดยการเติมลวดเชื่อม หรือทำให้เนื้อของชิ้นงานหลอมประสานกันเอง โดยไม่ต้องเติมลวดเชื่อมก็ได้ ซึ่งได้แสดงหลักการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ดังภาพที่ 2.18




**ภาพที่ 2.18** แสดงหลักการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW)
(ที่มา : Sindo Kou, 2003 หน้า 9)

2.4.1.1 แก๊สออกซิเจน (Oxygen)

ออกซิเจน เป็นแก๊สที่มีความสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ มีส่วนประกอบในอากาศมากเป็นอันดับ 2 รองจากไนโตรเจน ในสถานะปกติออกซิเจนเป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เป็นแก๊สไม่ติดไฟแต่ช่วยให้ไฟติด เมื่อสันดาปกับแก๊สเชื้อเพลิงแล้วจุดไฟจะได้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูง สามารถทำให้โลหะหลอมเหลวได้

1) สมบัติของแก๊สออกซิเจน

(1) ในสภาพที่เป็นแก๊สจะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส แต่ถ้าอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวจะมีสีน้ำเงินอ่อน

(2) มีสภาวะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -183 องศาเซลเซียส เมื่อถูกทำให้แข็งจะกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิ -218.4 องศาเซลเซียส

(3) ออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด แต่ตัวมันเองไม่ติดไฟ

(4) ออกซิเจนสามารถเป็นได้ทั้ง 3 สถานะ คือ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง

(5) ออกซิเจนสามารถทำปฏิกิริยาโดยตรงกับโลหะและอโลหะ เช่น ถ้ารวมตัวกับเหล็กจะกลายเป็นเหล็กออกไซด์ หรือที่เรียกว่า “สนิมเหล็ก”

2) ประโยชน์ของแก๊สออกซิเจน

(1) เมื่อนำไปสันดาปกับอะเซทิลีนแล้วจุดเปลวไฟจะได้เปลวไฟแก๊สที่อุณหภูมิสูงประมาณ 3,480 องศาเซลเซียส (6,300 องศาฟาเรนไฮต์)

(2) ใช้ในทางการแพทย์

(3) ช่วยในการเผาไหม้และช่วยในการสันดาปให้กับเครื่องยนต์

2.4.1.2 แก๊สอะเซทิลีน (Acetylen)

แก๊สอะเซทิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรเจนและคาร์บอน มีสัญลักษณ์ทางเคมี คือ $C_2 H_2$ เป็นแก๊สที่มีสมบัติในการติดไฟ เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนแล้วจุดเป็นเปลวไฟจะให้ความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง แก๊สอะเซทิลีนผลิตได้โดยให้น้ำทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยคาร์บอนที่อยู่ในแคลเซียมคาร์ไบด์กับไฮโดรเจนที่อยู่ในน้ำจะรวมตัวกันกลายเป็นแก๊สอะเซทิลีน ดังสมการ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $CaC_2$ | + | $2H_2O$ | ⟶ | $C_2 H_2$ | + | $Ca(OH)_2$ |
| แคลเซียมคาร์ไบด์ | + | น้ำ | ⟶ | อะเซทิลีน | + | แคลเซียมไฮดรอกไซด์ |

แคลเซียมคาร์ไบด์ เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งมีสูตรเคมีคือ $CaC_2$ มีลักษณะเป็นของแข็งคล้ายก้อนหินสีขาว หรือหากมีสิ่งเจือปนก็จะมีสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน แคลเซียมคาร์ไบด์ผลิตขึ้นจากการทำปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับถ่านโค้กภายในเตาอาร์กที่อุณหภูมิ 2,200 องศาเซลเซียส กระบวนการดังกล่าวนี้ ค้นพบโดย โธมัส วิลสัน (Thomas L. Wilson) นักประดิษฐ์ชาวแคนาดา เมื่อปี ค.ศ.1892 และยังคงเป็นวิธีการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์ที่ใช้กันมาจนทุกวันนี้

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CaO | + | 3C | ⟶ | $CaC_2$ | + | CO |
| แคลเซียมออกไซด์ | + | ถ่านโค้ก | ⟶ | แคลเซียมคาร์ไบด์ | + | คาร์บอนมอนอกไซด์ |

1) สมบัติของแก๊สอะเซทิลีน

(1) อะเซทิลีนเป็นแก๊สที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง

(2) อะเซทิลีนเป็นแก๊สที่ติดไฟ เมื่อรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสม หากจุดเป็นเปลวไฟจะให้ความร้อนที่สูงกว่า 3,000 องศาเซลเซียส

(3) อะเซทิลีนมีน้ำหนักเบากว่าอากาศ

(4) อะเซทิลีนเป็นแก๊สที่มีกลิ่นฉุนคล้าย ๆ กับกลิ่นกระเทียม

(5) อะเซทิลีนสามารถละลายน้ำได้ดีพอสมควร แต่จะละลายได้ดีมากหากเป็นแอลกอฮอล์ และอะซิโตน

(6) อะเซทิลีนจะไม่สามารถควบคุมได้ เมื่อมีความดันเกินกว่า 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (2.1 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) หรือที่อุณหภูมิสูงกว่า 780 องศาเซลเซียส (1,435 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งถ้าหากว่าความดันหรืออุณหภูมิสูงกว่าจุดวิกฤตก็จะเกิดการระเบิดขึ้นได้

(7) อะเซทิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคาร์บอน 92.3% ไฮโดรเจน 7.7% โดยน้ำหนัก

2) ประโยชน์ของแก๊สอะเซทิลีน

(1) อะเซทิลีนเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีที่ให้ความร้อนสูงมาก

(2) อะเซทิลีนเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะได้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูง สามารถใช้ในการเชื่อม การตัดโลหะได้

(3) อะเซทิลีนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์และกรดน้ำมัน

(4) อะเซทิลีนใช้ในการเตรียมไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) ซึ่งจะนำไปใช้ทำพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC)

2.4.2 ข้อดีของกระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW)

กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) มีข้อดีในหลายประการ ดังนี้ (ฉัตรทอง ใสแสง, 2557 : 95)

1) สามารถเชื่อมโลหะบาง ๆ ได้ดี เช่น ท่อผนังบาง ท่อขนาดเล็ก

2) สามารถเชื่อมประกอบงานที่เตรียมรอยต่อไว้ไม่ดีได้

3) สามารถควบคุมความเร็วในการเชื่อม ขนาดของแอ่งหลอมเหลวและการไหลตัวของน้ำโลหะหลอมเหลวได้ง่าย

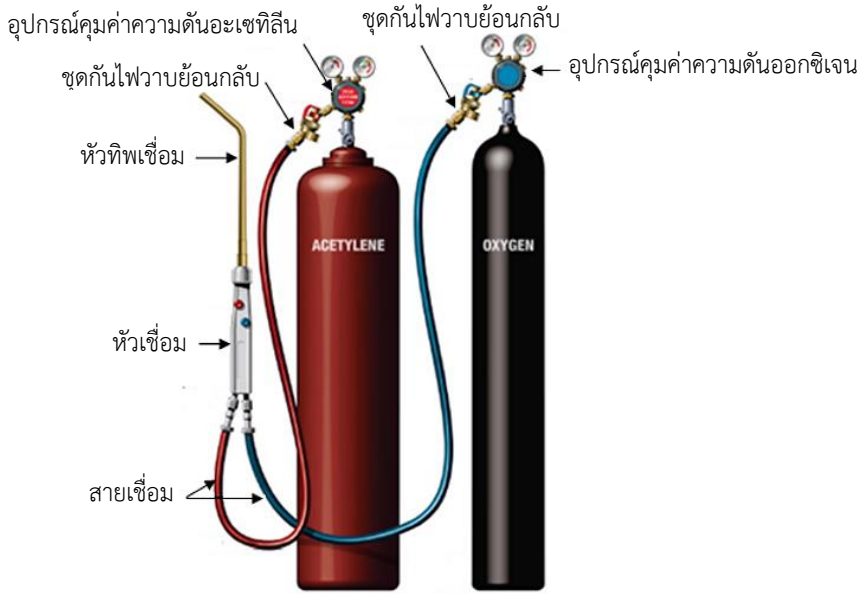
4) สามารถควบคุมการหลอมเหลวของชิ้นงานและการหลอมเหลวของลวดเชื่อมแยกออกจากกันได้

5) ไม่ต้องใช้แก๊สคลุมบริเวณแอ่งหลอมเหลว และใช้ฟลักซ์ในขณะที่ทำการเชื่อม

6) ชุดเชื่อมแก๊สออกซีอะเซทิลีนและอุปกรณ์มีต้นทุนต่ำ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

2.4.3 เครื่องมือ อุปกรณ์

กระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้ (ประทีป ระงับทุกข์, 2558 : 97 - 112)




**ภาพที่ 2.19** แสดงภาพเครื่องมือ อุปกรณ์ของกระบวนการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW)
(ที่มา : http://www.adorwelding.com/images/pdf/e_weldone_newsletter/
eWeldone_Oct_12.html (Online))

2.4.3.1 ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน (Oxygen Cylinder)

ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน ผลิตขึ้นจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) ด้วยเหล็กกล้าชิ้นเดียวโดยไม่มีรอยเชื่อมต่อใด ๆ จะใช้วิธีการอัดขึ้นรูป เมื่อผลิตเป็นตัวถังบรรจุเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปผ่านกรรมวิธีอบคืนตัว เพื่อลดความเครียดและให้มีความเหนียวจะได้มีความแข็งแรง สามารถทนต่อความดันสูง ๆ ได้ แผ่นเหล็กกล้าที่ใช้ผลิตถังบรรจุออกซิเจนจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร ที่ใช้งานในทางอุตสาหกรรมทั่วไปจะทาด้วยสีดำ

ข้อควรระวังในการใช้งานถังบรรจุแก๊สออกซิเจน

แก๊สออกซิเจนที่บรรจุภายในถังมีความดันสูง ดังนั้น ในการใช้งานจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษและปฏิบัติอย่างเคร่งครัด ดังนี้

1) ไม่ควรวางถังบรรจุแก๊สออกซิเจนตากแดดหรืออยู่ใกล้แหล่งความร้อนใด ๆ

2) เมื่อมีการขนย้ายถังบรรจุแก๊สทุกครั้ง จะต้องสวมฝาครอบวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส ที่หัวถังบรรจุแก๊ส

3) ถังบรรจุแก๊สจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งตรงตลอด ยึดให้มั่นเพื่อป้องกันการล้ม

4) ไม่ควรเปิดแก๊สเล่น นอกจากจะสิ้นเปลืองแล้วอาจจะเกิดอันตรายขึ้นได้

5) หันทางออกของแก๊สให้พ้นจากร่างกายเมื่อเปิดแก๊ส

6) อย่าโยนหรือให้ถังบรรจุแก๊สกระแทกกับสิ่งใด ๆ เพราะอาจทำให้ถังบรรจุแตกร้าวได้

7) เมื่อใช้แก๊สหมดแล้วต้องปิดวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส ให้เรียบร้อยทุกครั้ง

8) ห้ามกลิ้งถังบรรจุแก๊สในลักษณะนอนราบกับพื้น ถ้าจำเป็นต้องขนย้ายโดยไม่มีรถเข็นช่วยให้กลิ้งถังบรรจุแก๊สในลักษณะตั้งและจะต้องระมัดระวัง

9) ห้ามเก็บแก๊สออกซิเจนไว้ใกล้กับวัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงใด ๆ เด็ดขาด

10) ห้ามนำแก๊สออกซิเจนไปใช้กับเครื่องมือกลที่ใช้ลมดัน (Pneumatic)

11) ห้ามใช้คีม ประแจ หรือเครื่องมืออื่นใดกับวาล์วเปิด - ปิดแก๊สที่หัวถังบรรจุแก๊ส ซึ่งในการเปิด - ปิด ให้ใช้มือเปล่าเท่านั้น

2.4.3.2 ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน (Acetylene Cylinder)

แก๊สอะเซทิลีนสำเร็จรูป จะถูกบรรจุไว้ในถังบรรจุที่ผลิตจากแผ่นเหล็กกล้าขึ้นรูปโดยการม้วนแล้วนำมาเชื่อมประกอบ แก๊สอะเซทิลีนจะบรรจุที่ความดันต่ำกว่าแก๊สออกซิเจนมาก คือ ประมาณ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (70 องศาฟาเรนไฮต์) ดังนั้นรอยเชื่อมจึงสามารถรับแรงดันได้ ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนมีหลายขนาด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิตได้ออกแบบมาและขึ้นอยู่กับมาตรฐานของแต่ละประเทศ ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปจะมีขนาดสูงจากฐานถึงบริเวณคอถังประมาณ 1,028 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 304 มิลลิเมตร สามารถบรรจุแก๊สได้ถึง 275 ลูกบาศก์ฟุต ที่บริเวณหัวถังบรรจุแก๊สจะทำเป็นเกลียวไว้สำหรับต่อเข้ากับวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส ด้านนอกจะทำเป็นเกลียวตัวผู้ไว้สำหรับปิดฝาครอบวาล์วถัง ถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีนจะทาสีน้ำตาลเป็นสัญลักษณ์

ข้อควรระวังในการใช้ถังบรรจุอะเซทิลีน

แก๊สอะเซทิลีนเป็นแก๊สเชื้อเพลิงและไวไฟ การใช้งานเชื่อมโลหะจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษและปฏิบัติอย่างเคร่งครัด ดังนี้

1) ไม่ควรเปิดวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส ที่หัวถังบรรจุเกิน 1 รอบ เนื่องจากเมื่อเกิดอันตรายจะไม่สามารถปิดแก๊สได้ในทันที

2) ในขณะใช้งานจะต้องตั้งถังบรรจุแก๊สให้ตรง ยึดให้มั่นคง ถ้าไม่สามารถตั้งให้ตรงได้ให้วางกับพื้นโดยให้หัวถังบรรจุแก๊สสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันอะซีโตนไหลปนออกมากับแก๊ส

3) การขนย้ายห้ามกลิ้งราบกับพื้น ถ้าขนย้ายโดยไม่มีอุปกรณ์ให้เอียงถังบรรจุแก๊สเล็กน้อย โดยให้ขอบก้นถังด้านล่างวางบนพื้นแล้วหมุนกลิ้งไป ระวังอย่าให้ล้ม

4) ถังบรรจุแก๊สที่ไม่ได้ใช้งานต้องสวมฝาครอบวาล์วเปิด - ปิดแก๊สให้เรียบร้อย

5) ห้ามเก็บถังบรรจุแก๊สใกล้แหล่งความร้อนใด ๆ เช่น ตากแดดหรืออยู่ใกล้บริเวณที่บฏิบัติงานเชื่อม

6) ห้ามใช้ไขมันหรือน้ำมันทุกชนิดสัมผัสกับถังบรรจุแก๊ส หรืออุปกรณ์อื่น

7) หากแก๊สรั่วที่วาล์วเปิด - ปิดแก๊ส ให้รีบแก้ไข ถ้าไม่สามารถแก้ไขได้ให้นำถังบรรจุแก๊สออกนอกอาคารที่ไกลจากแหล่งความร้อน เปิดวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส เล็กน้อยเพื่อปล่อยแก๊สออกทิ้งไปจนหมดถัง

8) ห้ามใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ สลับกับอุปกรณ์แก๊สชนิดอื่น

9) ถ้าวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส เป็นชนิดก้าน 4 เหลี่ยม ที่ต้องใช้ประแจเปิดหรือปิด เมื่อทำการเปิดแก๊สให้คาประแจสวมทิ้งไว้ตลอดเวลาในขณะที่ใช้งาน เมื่อมีเหตุการณ์ฉุกเฉินจะได้ปิดแก๊สได้ทัน

2.4.3.3 อุปกรณ์คุมค่าความดัน (Regulator)

อุปกรณ์คุมค่าความดัน เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญชิ้นหนึ่งในงานเชื่อมแก๊ส เพราะถ้าขาดอุปกรณ์นี้ไปจะไม่สามารถทำการเชื่อมได้ อุปกรณ์คุมค่าความดันจะทำหน้าที่ควบคุมความดันของแก๊สในขณะที่ใช้งาน ซึ่งจะช่วยบอกให้ทราบถึงความดันของแก๊สที่มีอยู่ในถังบรรจุ และควบคุมความดันของแก๊สที่จะไหลออกไปใช้งาน ทำให้ความดันแก๊สในขณะใช้งานนั้นสม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าความดันภายในถังบรรจุจะเปลี่ยนไปก็ตาม อุปกรณ์คุมค่าความดันจะมีเกจวัดความดันสูงจะบอกให้ทราบถึงความดันภายในถังบรรจุและเกจวัดความดันต่ำที่จะต้องปรับออกไปใช้งานจะมี 2 สเกล คือ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร และปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งได้แสดงลักษณะของอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน ดังภาพที่ 2.20

**ภาพที่ 2.20** แสดงภาพอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สออกซิเจน (ซ้าย) และอะเซทิลีน (ขวา)

ข้อควรระวังในการใช้งานอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊ส

1) ห้ามใช้น้ำมัน ไขมันทุกชนิดสัมผัสกับอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊ส

2) ก่อนจะประกอบอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สเข้ากับวาล์วเปิด - ปิดแก๊สที่ถังบรรจุ ให้เปิดวาล์วเปิด - ปิดแก๊ส และปิดทันทีเพื่อเป็นการไล่ฝุ่นที่ติดอยู่บริเวณทางออกของแก๊สเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ละอองฝุ่นเข้าไปในอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊ส

3) การเปิดวาล์วเปิด - ปิดที่ถังบรรจุแก๊สควรเปิดช้า ๆ เพื่อไม่ให้ชิ้นส่วนภายในอุปกรณ์คุมค่าความดันได้รับแรงกระแทก เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งาน

4) ให้ใช้น้ำสบู่สำหรับหล่อลื่นสกรูปรับความดันเท่านั้น

5) ห้ามใช้อุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สสลับกันและ เลือกใช้ให้ถูกกับชนิดของแก๊ส

6) เมื่อเลิกใช้งานให้คลายสกรูปรับความดันออกทุกครั้ง

7) ห้ามใช้คีมต่าง ๆ ขันข้อต่อ ให้ใช้ปะแจปากตายขนาดเดียวกันกับข้อต่อเท่านั้น

8) การซ่อมแซมอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สที่ชำรุด ต้องใช้ช่างที่มีความรู้มีความชำนาญ และใช้ชิ้นส่วนที่ได้ขนาดเท่านั้น

2.4.3.4 สายเชื่อมแก๊ส (Hose)

สายเชื่อมแก๊ส มีหน้าที่ส่งแก๊สออกซิเจนและอะเซทิลีน ที่ต่อออกมาจากอุปกรณ์คุมค่าความดันของแก๊สทั้งสองไปยังหัวเชื่อม สายเชื่อมแก๊สจะต้องมีสมบัติในการทนความดันได้สูงถึง 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ผลิตขึ้นจากวัสดุสังเคราะห์หรือยางธรรมชาติ โครงสร้างภายในจะใช้เส้นใยไนลอนหรือลินินถักเสริมความแข็งแรง สายเชื่อมแก๊สที่ใช้งานจะต้องมีสมบัติ ดังนี้

1) ต้องสามารถทนต่อความดันได้สูง (ประมาณ 400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

2) ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับแก๊สที่ไหลผ่าน

3) ต้องมีความอ่อนตัวได้ดีเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ

4) ต้องมีความสามารถทนต่อความร้อนและการเผาไหม้ได้ดี

ซึ่งได้แสดงลักษณะของสายเชื่อมแก๊สแบบชนิดคู่ ดังภาพที่ 2.21

**ภาพที่ 2.21** แสดงสายเชื่อมแก๊สแบบชนิดคู่ ทั้งสายออกซิเจนและอะเซทิลีน

ข้อควรระวังในการใช้สายเชื่อมแก๊ส

1) สายเชื่อมแก๊สที่ผลิตออกมาจำหน่ายจะโรยด้วยฝุ่นแป้ง ดังนั้นก่อนการนำไปใช้งานควรทำความสะอาด หรือเป่าฝุ่นแป้งออกเสียก่อน

2) อย่าให้สายเชื่อมแก๊สถูกสะเก็ดไฟ ความร้อนหรือโดนของมีคมบาด เพราะถ้าหากเกิดขึ้นจะถือว่าสายเชื่อมได้ชำรุดเสียหายแล้ว

2.4.3.5 หัวเชื่อมแก๊ส (Welding Torch)

หัวเชื่อมแก๊ส เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการรวมแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีนเข้าด้วยกันในห้องผสม (Mixing Chamber) จากนั้น แก๊สผสมจะไหลผ่านไปสันดาปกันภายนอกที่บริเวณปลายหัวทิพเชื่อม โดยสามารถปรับอัตราการไหลของแก๊สทั้งสองได้ตามต้องการด้วยการปรับวาล์วทั้งสองที่หัวเชื่อม นอกจากนั้น หัวเชื่อมยังใช้จับหรือถือสำหรับทำการเชื่อมด้วย หัวเชื่อมแก๊สมีอยู่ 2 ชนิด คือ แบบสมดุลความดัน (Equl Pessure Typ) ใช้กับแก๊สอะเซทิลีนแบบบรรจุถังสำเร็จที่ให้ความดันแก๊สสูง และแบบหัวฉีด (Injector Typ) ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของหัวเชื่อม ซึ่งได้แสดงลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของหัวเชื่อม ดังภาพที่ 2.22

**ภาพที่ 2.22** แสดงลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของหัวเชื่อมแก๊ส

2.4.3.6 หัวทิพเชื่อม (Welding Tip)

หัวทิพเชื่อม คือ อุปกรณ์ที่จะประกอบเข้ากับหัวเชื่อมตรงบริเวณส่วนปลาย ซึ่งเป็นทางออกของแก๊สที่ผ่านการผสมตามอัตราส่วนก่อนการจุดเปลวไฟ หัวทิพเชื่อมผลิตขึ้นจากทองแดงที่เจาะรูไว้ตรงกลาง ขนาดของรูจะมีขนาดต่างกัน เช่น หัวทิพที่มีรูใหญ่จะให้เปลวไฟใหญ่ และหัวทิพที่มีรูขนาดเล็กก็จะให้เปลวไฟเล็ก ซึ่งได้แสดงลักษณะของหัวทิพเชื่อม ดังภาพที่ 2.23

**ภาพที่ 2.23** แสดงลักษณะของหัวทิพเชื่อม

การเลือกขนาดของหัวทิพเชื่อม จะต้องคำนึงถึงความหนาและชนิดของชิ้นงานที่จะเชื่อม เช่น ถ้าใช้ขนาดหัวทิพใหญ่เกินไปจะทำให้ได้ปริมาณของความร้อนมาก ชิ้นงานอาจจะทะลุได้ แต่ถ้าใช้ขนาดเล็กเกินไปจะทำให้เสียเวลามาก เพราะปริมาณความร้อนที่ได้จากเปลวไฟไม่เพียงพอสำหรับการหลอมชิ้นงาน

2.4.3.7 เข็มแยงหัวทิพเชื่อม (Tip Cleaner)

รูของหัวทิพเชื่อมจะสกปรกบ่อยครั้งในขณะที่ทำการเชื่อม ทำให้การเชื่อมได้ผลไม่ดี จะต้องหมั่นคอยทำความสะอาดรูของหัวทิพเชื่อมให้สะอาดอยู่เสมอ จึงจะสามารถปรับแต่งเปลวไฟเชื่อมได้ง่าย การทำความสะอาดรูหัวทิพเชื่อมจะต้องไม่ให้รูขยายโตขึ้น หรือเกิดรอยขึ้นภายใน ลักษณะของเข็มแยงหัวทิพเชื่อมประกอบด้วยลวดเส้นเล็ก ๆ มีผิวและลักษณะคล้ายกับตะไบกลม ความโตของเส้นลวดจะมีขนาดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวทิพ และมีหลายขนาด พับเก็บได้อยู่ในตลับ ใช้งานง่าย สะดวกและปลอดภัย ซึ่งได้แสดงลักษณะของเข็มแยงหัวทิพ ดังภาพที่ 2.24

**ภาพที่ 2.24** แสดงลักษณะของเข็มแยงหัวทิพเชื่อม

**ภาพที่ 2.25** แสดงการทำความสะอาดรูหัวทิพเชื่อมด้วยเข็มแยงหัวทิพเชื่อม

2.4.3.8 อุปกรณ์จุดเปลวไฟ (Spark Lighter)

อุปกรณ์จุดเปลวไฟ เป็นอุปกรณ์เฉพาะที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการจุดเปลวไฟเชื่อมแก๊สโดยเฉพาะ การใช้ไม้ขีดไฟ ไฟเช็กหรือกระดาษที่ติดไฟไว้มาจุดเปลวไฟเชื่อมไม่ควรปฏิบัติเป็นอันขาด เพราะอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น อาจเกิดไฟลวกหรือเกิดการระเบิดได้ อุปกรณ์จุดเปลวไฟจะมีลักษณะคล้ายถ้วยประกอบติดอยู่ที่ปลายขาข้างหนึ่ง ซึ่งมีแกนเหล็กมีลักษณะคล้ายตะไบติดอยู่ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งจะมีแกนถ่าน เมื่อใช้มือบีบให้แกนถ่านถูกกับแกนตะไบเหล็กก็จะเกิดประกายไฟ และในขณะจุดเปลวไฟควรให้ปลายหัวทิพอยู่ห่างจากถ้วยพอประมาณ ซึ่งได้แสดงลักษณะของอุปกรณ์จุดเปลวไฟพร้อมถ่าน ดังภาพที่ 2.26

**ภาพที่ 2.26** แสดงลักษณะของอุปกรณ์จุดเปลวไฟพร้อมถ่าน

**ภาพที่ 2.27** แสดงการจุดเปลวไฟเชื่อมด้วยอุปกรณ์จุดเปลวไฟ

2.4.3.9 แว่นตาเชื่อมแก๊ส (Gas Goggles)

แว่นตาเชื่อมแก๊ส เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันดวงตาจากแสงเชื่อมและสะเก็ดไฟกระเด็นในขณะเชื่อม การสวมแว่นตาเชื่อมจะทำให้ช่างเชื่อมสามารถมองเห็นแอ่งหลอมเหลว เพื่อให้เห็นทิศทางในการเชื่อมและสังเกตการณ์หลอมเหลวของชิ้นงานและลวดเติม ในการปฏิบัติงานเชื่อมทุกครั้งจะต้องสวมแว่นตาเชื่อม การใช้ตาเปล่ามองไปที่แอ่งหลอมเหลวจะทำให้ม่านตาเกิดการอักเสบเป็นสาเหตุให้ตาเสีย เพื่อเป็นการถนอมสายตาช่างเชื่อมควรสวมแว่นตาเชื่อมที่มีกระจกกรองแสงด้วยเบอร์ที่เหมาะสม ซึ่งได้แสดงลักษณะของแว่นตาเชื่อมแก๊ส ดังภาพที่ 2.28

**ภาพที่ 2.28** แสดงลักษณะของแว่นตาเชื่อมแก๊ส

2.4.3.10 ประแจ (Wrench)

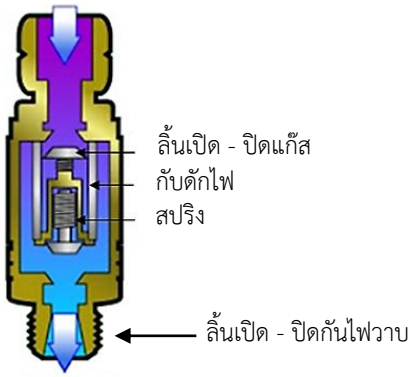
ประแจ ที่ใช้กับอุปกรณ์เชื่อมแก๊สเป็นประแจพิเศษที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์การเชื่อมจะมีขนาดพอดีกับอุปกรณ์การเชื่อม การถอดประกอบอุปกรณ์การเชื่อมทุกครั้งควรใช้ประแจประจำเครื่องอย่าใช้ประแจอื่น ซึ่งได้แสดงลักษณะของประแจ ดังภาพที่ 2.29

**ภาพที่ 2.29** แสดงลักษณะประแจใช้กับอุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส

(ที่มา : สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ, ม.ป.ป. หน้า 42)

2.4.3.11 ชุดกันไฟวาบย้อนกลับ (Flashback Arrestors)

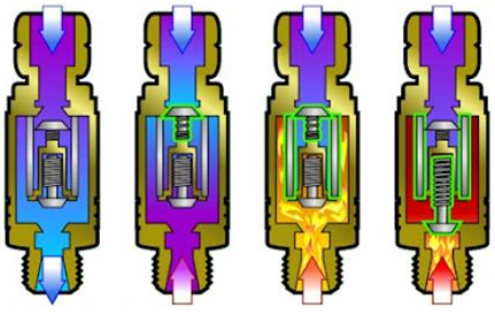
ไฟวาบย้อนกลับ เป็นปรากฏการณ์ที่เปลวไฟลุกไหม้ย้อนกลับจากหัวเชื่อมเข้าไปในสายแก๊ส ผ่านอุปกรณ์คุมค่าความดันแก๊สไปยังถังบรรจุแก๊สเชื้อเพลิง ขณะเดียวกันออกซิเจนก็จะไหลตามเข้าไปด้วยเพื่อเพิ่มปฏิกิริยาการลุกไหม้ ถ้าหากไม่ติดตั้งอุปกรณ์กันไฟวาบย้อนกลับในช่วงนี้อาจจะทำให้เกิดการระเบิดที่ถังออกซิเจนหรือถังแก๊สเชื้อเพลิงขึ้นได้ การเกิดไฟวาบย้อนกลับจะเกิดขึ้นเร็วมาก อาจสูงถึง 2 เท่าของความเร็วของเสียงหรือประมาณ 2,000 ฟุตต่อวินาที หรือ 1,400 ไมล์ต่อชั่วโมง ซึ่งได้แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ ดังภาพที่ 2.30




**ภาพที่ 2.30** แสดงโครงสร้างภายในของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ

(ที่มา : http://www.eu.harrisproductsgroup.com/Flashback-Arrestors.aspx (Online))

หลักการทำงานของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ เมื่อมีเปลวไฟวาบย้อนกลับเข้าไปภายในชุดกันไฟวาบย้อนกลับ ชุดสปริงจะทำการปิดลิ้นเปิด - ปิดแก๊สอัตโนมัติ ทำให้แก๊สหยุดไหล เมื่ออุณหภูมิภายในสูงขึ้นเกินกว่าที่ตั้งไว้ จะทำให้สปริงทำการปิดลิ้นเปิด - ปิดไฟวาบ และเปลวไฟจะถูกกับดักไฟดับลง โดยชั้นกรองไฟ (Flame Arrestors) ซึ่งทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมอัดแน่น ที่ผ่านขั้นตอนการผลิตให้มีลักษณะเป็นรูพรุน (ฉัตรทอง ใสแสง, 2559 : 112 - 113) ซึ่งได้แสดงหลักการทำงานของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ ดังภาพที่ 2.31



**ภาพที่ 2.31** แสดงขั้นตอนการทำงานของชุดกันไฟวาบย้อนกลับ

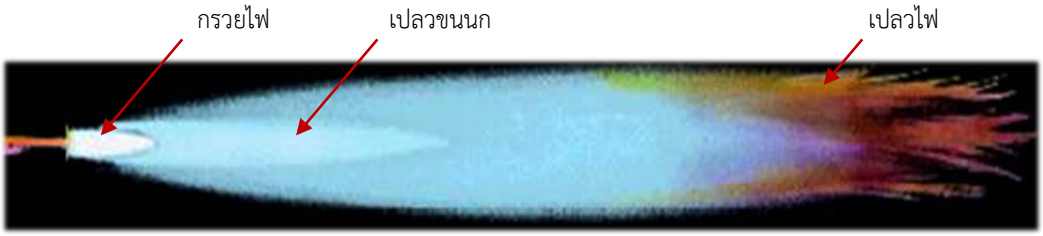
(ที่มา : http://www.eu.harrisproductsgroup.com/Flashback-Arrestors.aspx (Online))

2.4.4 เปลวไฟเชื่อม

เปลวไฟเชื่อม เกิดขึ้นจากส่วนผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน มีหลายชนิดและอุณหภูมิที่ได้ก็แตกต่างกันไปด้วยตามอัตราส่วนผสมระหว่างแก๊สทั้ง 2 ชนิด เปลวไฟจะใช้ประโยชน์เพื่อการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจนกระทั่งโลหะที่ต่อกันหลอมเหลวรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ในการเชื่อมจะเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ เมื่อเย็นตัวลงก็จะได้รอยเชื่อมเกิดขึ้น เปลวไฟของการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด (ฉัตรทอง ใสแสง, 2559 : 113 - 115) ดังนี้

2.4.4.1 เปลวคาร์บอนมาก (Carburizing Flame)

เมื่อจุดเปลวแก๊สติดและปรับปริมาณอะเซทิลีนเหมาะสมได้ที่แล้ว ในขณะเปิดออกซิเจนเข้าผสมเล็กน้อยก็จะได้เปลวคาร์บอนมาก เป็นเปลวที่มีแก๊สอะเซทิลีนมากกว่าแก๊สออกซิเจนในอัตรา 2 : 1 ลักษณะโครงสร้างของเปลวไฟจะยาวมี 3 ชั้น เปลวไฟมีลักษณะเป็นเปลวยาวสีส้มอ่อนล้อมรอบกรวยไฟและเปลวขนนกเอาไว้ ส่วนเปลวขนนกจะมีสีฟ้าและกรวยไฟจะมีสีขาว ในระยะที่ห่างจากกรวยไฟประมาณ 3 มิลลิเมตร จะมีอุณหภูมิประมาณ 2,800 องศาเซลเซียส (5,700 องศาฟาเรนไฮต์) เปลวคาร์บอนมากการเผาไหม้จะทำให้มีคาร์บอนบางส่วนหลงเหลืออยู่บางส่วน เหมาะสำหรับเชื่อมงานที่ต้องการเติมคาร์บอนที่ผิวโลหะ หรือเชื่อมโลหะที่ไม่ใช่เหล็กที่ต้องใช้อุณหภูมิในการหลอมไม่สูงมากนัก เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม และใช้ในการแล่นประสาน ซึ่งได้แสดงลักษณะโครสร้างและเปลวคาร์บอนมาก ดังภาพที่ 2.32 - 2.33

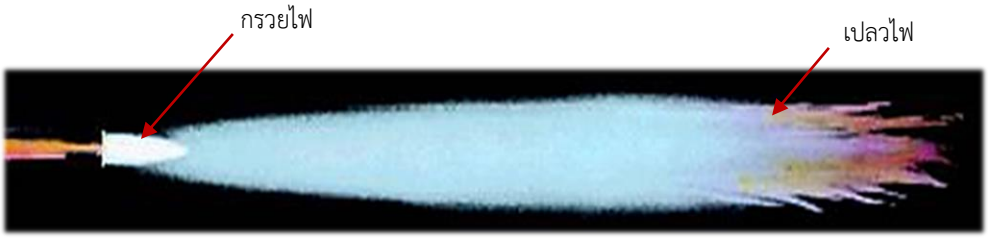



**ภาพที่ 2.32** แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลวคาร์บอนมาก
(ที่มา : http://www.mechanicalwalkins.in/2015/03/lighting-adjustment-of-oxyacetylene.html (Online))

**ภาพที่ 2.33** แสดงลักษณะของเปลวคาร์บอนมาก

2.4.4.2 เปลวกลาง (Neutral Flame)

เป็นเปลวที่ได้มาจากการผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน ในอัตราส่วน 1 : 1 การเผาไหม้เกิดขึ้นสมบูรณ์ โครงสร้างของเปลวกลางประกอบด้วยเปลวไฟ 2 ชั้น ชั้นในเป็นกรวยไฟปลายมน ระยะห่างจากปลายกรวยไฟประมาณ 3 มิลลิเมตร จะมีอุณหภูมิประมาณ 3,150 องศาเซลเซียส (6,000 องศาฟาเรนไฮต์) เปลวกลางจะให้รอยเชื่อมสะอาด มีความแข็งแรง เปลวไฟชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับการเชื่อมและตัดโลหะโดยเฉพาะเหล็ก เนื่องจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์จึงไม่เกิดการเติมธาตุคาร์บอนลงในรอยเชื่อม ซึ่งได้แสดงลักษณะโครสร้างและเปลวกลาง ดังภาพที่ 2.34 - 2.35

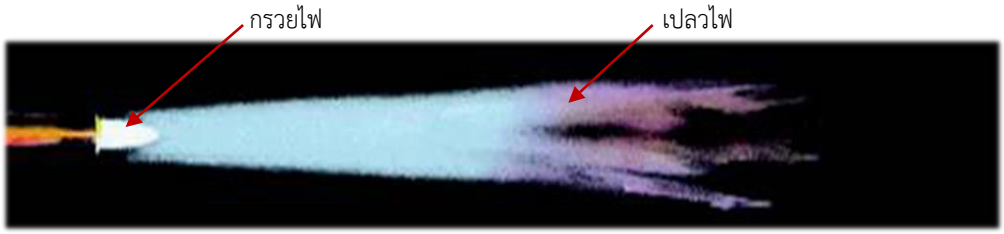



**ภาพที่ 2.34** แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลวกลาง
(ที่มา : http://www.mechanicalwalkins.in/2015/03/lighting-adjustment-of-oxyacetylene.html (Online))

**ภาพที่ 2.35** แสดงลักษณะของเปลวกลาง

2.4.4.3 เปลวออกซิเจนมากหรือเปลวเพิ่ม (Oxidizing Flame)

เป็นเปลวไฟที่ได้มาจากการผสมกันระหว่างแก๊สออกซิเจนกับแก๊สอะเซทิลีน โดยปรับให้ออกซิเจนมากกว่าอะเซทิลีน ลักษณะเปลวไฟจะมี 2 ชั้น ชั้นในเป็นรูปกรวยไฟแหลมสั้น เปลวนี้มีอุณหภูมิสูงกว่าเปลวอีก 2 ชนิด ที่กล่าวมาคือ มีอุณหภูมิประมาณ 3,480 องศาเซลเซียส (6,300 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อทำการเชื่อมจะเกิดประกายไฟ หรือสะเก็ดไฟกระเด็นออกมาจากแอ่งหลอมเหลว ทำให้เกิดฟองอากาศไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เชื่อมเหล็ก เพราะการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จะมีออกซิเจนหลงเหลืออยู่และจะถูกเติมลงในเนื้อเหล็กทำให้รอยเชื่อมเปราะ แต่นิยมนำไปใช้ในการตัดโลหะแผ่นบาง ซึ่งได้แสดงลักษณะโครสร้าง และเปลวออกซิเจนมากหรือเปลวเพิ่ม ดังภาพที่ 2.36 - 2.37




**ภาพที่ 2.36** แสดงลักษณะโครงสร้างของเปลวออกซิเจนมากหรือเปลวเพิ่ม
(ที่มา : http://www.mechanicalwalkins.in/2015/03/lighting-adjustment-of-oxyacetylene.html (Online))

**ภาพที่ 2.37** แสดงลักษณะของเปลวออกซิเจนมากหรือเปลวเพิ่ม

2.4.5 ลวดเชื่อม

ลวดเชื่อมแก๊สโดยทั่วไปรู้จักกันว่า “ลวดเติม” (Filler Rod) มีหน้าที่เติมเข้าไปในรอยต่อเพื่อให้ได้รอยเชื่อม ไม่ได้มีหน้าที่อาร์กหรือทำให้เกิดความร้อน แต่ในการเติมเนื้อเชื่อมจะต้องใช้ความร้อนจากเปลวไฟมาหลอมลวดเชื่อมและชิ้นงานในเวลาเดียวกัน ลวดเชื่อมแก๊สมีลักษณะเป็นเส้นกลมเปลือยตัน

พื้นฐานและสมรรถนะการใช้งาน (ฉัตรทอง ใสแสง, 2559 : 115 - 117)

ลวดเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำ สำหรับกระบวนการเชื่อมออกซิอะเซทิลีน ตามมาตรฐาน AWS A 5.2 ดังนี้

1) R 45 เป็นลวดเชื่อมที่ใช้ได้กับงานทั่ว ๆ ไป มีค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุดในบรรดาลวดเชื่อมในกลุ่มเดียวกัน มีคาร์บอนต่ำเป็นองค์ประกอบหลัก เหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กเหนียว เช่น งานเชื่อมตัวถังรถยนต์ ปลายท่อไอเสียรถยนต์ เป็นต้น

2) R 60 เป็นลวดเชื่อมที่ใช้ได้กับงานทั่ว ๆ ไป มีปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและยังมีซิลิคอนและแมงกานีสเจือมาด้วย ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้น คือ 60,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เหมาะกับการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสมต่ำ

3) R 65 เป็นลวดเชื่อมชนิดเหล็กกล้าผสมต่ำ มีคาร์บอนซิลิคอนและแมงกานีสเจือในปริมาณสูง ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย คือ 65,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เหมาะกับการนำไปใช้ในงานเชื่อมเหล็กแผ่นบางและหนา ที่ทำมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าผสมต่ำ

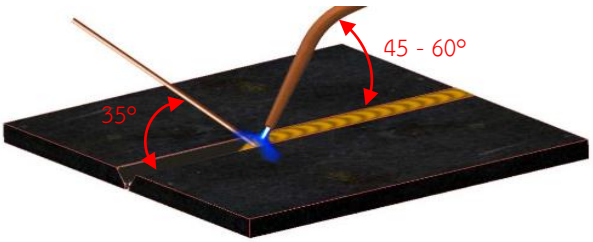
4) R 100 เป็นลวดเชื่อมชนิดเหล็กกล้าผสมต่ำที่มีคาร์บอน ซิลิคอนและแมงกานีสเจือในปริมาณกว่าทุกชั้นคุณภาพ ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นมาก คือ 100,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.4.6 องค์ประกอบของการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน

ฤทธิเดช ทองวรรณ์, (2556 : 35 - 37) กล่าวว่า องค์ประกอบในการเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ดังนี้

2.4.6.1 หัวทิพเชื่อมทำมุมที่ถูกต้อง

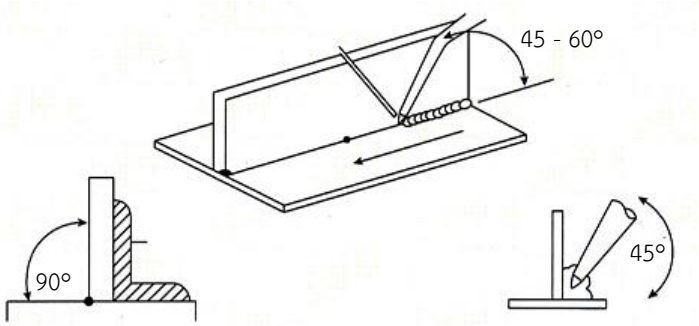
1) การเชื่อมในตำแหน่งท่าราบ ท่าเหนือศีรษะ หัวทิพเชื่อมทำมุมเดินกับชิ้นงาน 45 - 60 องศา มุมงาน 90 องศา กับชิ้นงานทั้งสองข้าง ส่วนลวดเชื่อมทำมุม 30 องศา กับชิ้นงาน ในการปฏิบัติงานช่างเชื่อมต้องรักษามุมตามที่กำหนดไว้ตลอดจนกว่าจะเสร็จงาน ซึ่งได้แสดงลักษณะมุมหัวทิพเชื่อมที่ถูกต้องในตำแหน่งท่าราบ ท่าเหนือศีรษะ ดังภาพที่ 2.38




**ภาพที่ 2.38** แสดงมุมหัวทิพ มุมลวดเชื่อมในการเชื่อมตำแหน่งท่าราบ

(ที่มา : http://www.km.sukhothaitc.ac.th/files/10101910105625_1010200001814.pdf : (Online))

2) งานเชื่อมต่อตัวทีตำแหน่งท่าราบ ท่าระดับ ผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องให้หัวทิพเชื่อมทำมุมเดินกับชิ้นงานประมาณ 45 - 60 องศา มุมงาน 45 องศา กับชิ้นงานทั้งสองข้าง ลวดเติมทำมุมประมาณ 30 องศา และต้องรักษามุมตามที่กำหนดไว้ตลอดจนกว่าจะเสร็จงาน ซึ่งได้แสดงลักษณะมุมหัวทิพเชื่อมที่ถูกต้องในงานเชื่อมต่อตัวทีตำแหน่งท่าราบ ท่าระดับ ดังภาพที่ 2.39




**ภาพที่ 2.39** แสดงมุมเดินลวด มุมลวดเชื่อมในการเชื่อมตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

(ที่มา : ฉัตรทอง ใสแสง, 2557 หน้า 133)

2.4.6.2 ระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับชิ้นงานที่เหมาะสม

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก เพราะหากในการเชื่อมผู้ปฏิบัติงานใช้ระยะห่างของกรวยไฟไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมแล้ว เช่น ถ้าใช้ระยะที่ห่างกันมากจะทำให้ใช้เวลาในการหลอมชิ้นงานมากกว่าปกติ เนื่องจากความร้อนไม่เพียงพอทำให้สูญเสียเวลาและเป็นการสิ้นเปลือง ระยะห่างที่เหมาะสม คือ ประมาณ 3 มิลลิเมตร

2.4.6.3 การใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพเชื่อมถูกต้องและสม่ำเสมอ

ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพเชื่อมเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งเช่นกัน เพราะถ้าผู้ปฏิบัติงานใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพเชื่อมช้าเกินไป ชิ้นงานจะหลอมมาก รอยเชื่อมจะใหญ่และเกิดรอยยุบได้ แต่ถ้าใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพเชื่อมเร็วเกินไป ก็อาจทำให้ชิ้นงานหลอมไม่สมบูรณ์ รอยเชื่อมจะมีขนาดเล็กจนไม่มีความแข็งแรง การเคลื่อนหัวทิพจะต้องควบคุมความเร็วให้คงที่สม่ำเสมอตลอดของการเชื่อม ซึ่งได้แสดงลักษณะการใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพเชื่อมที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 2.40

**ภาพที่ 2.40** แสดงการใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง
(ที่มา : ฤทธิเดช ทองวรรณ์, 2556 หน้า 35)

## 2.5 การสอนทักษะปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนปฏิบัติ หรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางการปฏิบัติงานมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ ให้ผู้เรียนมีความรู้และมีทักษะฝีมือควบคู่กันไป เพื่อใช้ในการทำงานจริงเมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติก็คือ จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานกันจริง ๆ ในเวลาที่เพียงพอเหมาะสม ส่วนเนื้อหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนปฏิบัตินั้น จะจำกัดอยู่แต่สิ่งที่จำเป็นสำหรับการทำงานหนึ่ง ๆ เท่านั้น

2.5.1 หลักและวิธีการสอนทักษะปฏิบัติ

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า การสอนแต่ละครั้งจะมีองค์ประกอบผสมผสานกันทั้งในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย แต่การสอนทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการสื่อสารเป็นการสอนที่มุ่งเน้นในด้านทักษะพิสัย ซึ่งต้องอาศัยการสร้างให้เกิดความชัดเจนในตัวทักษะให้เห็นเป็นขั้นตอนที่

ปฏิบัติได้ง่ายและผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ใกล้ตัว เมื่อดูจากองค์ประกอบทั่วไปทั้ง 4 ประการของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การสอนทักษะจึงควรมีลักษณะเฉพาะตัว ดังต่อไปนี้ (ประยูร บุญใช้ และคณะ, (2546 : 37 - 39)

1) องค์ประกอบเรียนรู้ คือ ประสบการณ์ ลักษณะเฉพาะตัว คือ เหตุการณ์ที่ตรงกับชีวิตจริงในการเรียนรู้ทักษะ

2) องค์ประกอบการเรียนรู้ คือ การสะท้อนความคิดและถกเถียงลักษณะเฉพาะตัว คือ ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันในการหากฎเกณฑ์และประเมินผลการฝึกทักษะ

3) องค์ประกอบการเรียนรู้ คือ การสรุปความคิดรวบยอด ลักษณะเฉพาะตัว คือ ได้ความคิดรวบยอดหลายขั้นตอน ทั้งจากการฟังบรรยาย จากการสังเกต การสาธิต การประเมินผลในกลุ่ม และการประเมินผลรวม

4) องค์ประกอบการเรียนรู้ คือ การทดลองหรือประยุกต์แนวคิดลักษณะเฉพาะตัว คือ ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกซ้ำ ๆ โดยการแสดงบทบาทสมมติตามสถานการณ์ต่าง ๆ

ทักษะ เป็นความสามารถที่คนเราไม่เคยมีมาก่อน แต่ได้เรียนรู้จนกระทั่งทำได้อย่างชำนาญ ดังนั้น การสอนทักษะจึงมีขั้นตอน คือ

1) ขั้นรู้ชัดเห็นจริง เป็นขั้นตอนที่มุ่งให้ผู้เรียนรับรู้ว่า ทักษะเหล่านั้น มีความสำคัญและฝึกฝนให้ทำเป็นหรือทำได้เป็นอย่างไร ในขั้นนี้จะใช้การบรรยายนำประกอบ การยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนร่วมอภิปรายถึงความสำคัญและวิธีการฝึกทักษะนั้น ๆ แล้วจึงใช้สถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนคิดใช้ทักษะดังกล่าวหรือการสาธิต ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมได้ การสาธิตจะทำให้ผู้เรียนเห็นจริงเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน

2) ขั้นลงมือกระทำ เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตามที่ได้เรียนรู้มาจากขั้นแรก ในขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยการใช้บทบาทสมมติ (Role Play) หรือการซ้อมบท (Rehearsal Play) เป็นกิจกรรมหลัก ดังนั้น การฝึกอบรมนี้จึงต้องฝึกให้มีทักษะในการใช้สถานการณ์จำลองและการสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนเห็นจริง ขณะเดียวกันก็มีทักษะในการนำมาฝึกบทบาทสมมติหรือการซ้อมบทและประเมินผลการฝึกได้

2.5.2 กิจกรรมในการสอนทักษะ

2.5.2.1 ขั้นรู้ชัดเห็นจริง กิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่

1) การบรรยายนำ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนให้เกิดความน่าสนใจและให้ข้อมูลหรือความรู้ที่จำเป็น ควรใช้เวลาสั้น ๆ และดึงการมีส่วนร่วมจากผู้เรียน เช่น การตั้งคำถามหรือยกตัวอย่างที่ใกล้ตัวและให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น

2) สถานการณ์จำลอง แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

(1) กรณีศึกษา คือ วิทยากรเสนอสถานการณ์ ข้อเท็จจริง ตั้งเป็นโจทย์และแสดงการสนทนาตอบโต้กับผู้เรียนทั้งห้อง ซึ่งสมมติเป็นคู่สนทนา

(2) กรณีจำลอง คือ วิทยากรตั้งเป็นโจทย์และแสดงการสนทนาตอบโต้กับผู้เรียนทั้งห้อง ซึ่งสมมติเป็นคู่สนทนา

3) การสาธิต มักให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเป็นคู่สนทนาคนใดคนหนึ่งหรือเป็นทั้ง 2 คน โดยจะซ้อมบทกับผู้เรียนที่ขึ้นมาร่วมสาธิตก่อน หลังจากนั้น วิทยากรจะนำบทสนทนาขึ้นกระดานหรือแผ่นใส เพื่ออภิปรายและประกอบการสนทนา

2.5.2.2 ขั้นลงมือกระทำ กิจกรรมการฝึกอบรมแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) การฝึกปฏิบัติ ทำได้โดยการฝึกบทบาทสมมติ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการฝึกทักษะโดยสมมติตัวละครและสถานการณ์ขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสมมติตนเองเป็นตัวละครตามโจทย์ ดังนั้น ต้องกำหนดโจทย์ให้ชัดเจน คือ สถานการณ์ บทบาทของตัวละคร 2 ฝ่ายและบทบาทของผู้สังเกตการณ์ การฝึกบทบาทสมมติแบ่งเป็นกลุ่ม 2 - 3 กลุ่ม หรือ กลุ่มย่อย 5 - 6 คน ยิ่งกลุ่มมีคนจำนวนมากขึ้นก็จะมีการเรียนรู้กันเองมากขึ้นจากการอภิปรายกลุ่ม แต่จะใช้เวลามากกว่าจะฝึกได้ ทั่วถึง

2) การประเมินการฝึก เป็นการช่วยกันสะท้อนความคิดว่าสิ่งที่ผู้ฝึกทักษะได้ทำไปนั้น ตรงตามขั้นตอนที่ควรจะเป็นหรือไม่ การประเมินการฝึกสามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนประเมินกันเองในกลุ่ม หรือวิทยากรกับผู้เรียนช่วยกันประเมินในชั้นเรียนหรือทั้ง 2 แบบ ในกรณีแรกผู้เรียนประเมินเอง วิทยากรควรกำหนดใบงานให้ชัดเจนว่า จะประเมินอย่างไร เช่น “หลังการฝึกให้ผู้เรียนช่วยกันอภิปรายว่า ผู้ที่แสดงเป็นผู้ให้การปรึกษาทำได้ตามขั้นตอนหรือไม่ ผู้รับการปรึกษาตอบสนองอย่างไร ขั้นตอนไหนที่มีความยุ่งยากในการฝึก”

กระบวนการปฏิบัติ มีแนวทางการจัดกิจกรรม ดังนี้

1) การสังเกตรับรู้ เช่น ครูนำผลงานจริงแล้วสาธิตพร้อมอธิบายความสำคัญวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนและวิธีการทำสิ่งนั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน อาจใช้วีดิทัศน์ สไลด์หรืออื่น ๆ ประกอบ

2) ทำตามแบบ ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนดให้ หรือพานักเรียนฝึกงานย่อย ๆ ทีละอย่าง โดยทำตามครู

3) ทำเองโดยไม่มีแบบ ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยไม่ต้องพึ่งพาครูหรือสิ่งอื่น ๆ

4) ฝึกให้ชำนาญ ให้นักเรียนฝึกฝนสิ่งนั้นบ่อย ๆ จนเกิดความคล่องแคล่ว ปฏิบัติการกระทำนั้นโดยอัตโนมัติ (ประยูร บุญใช้ และคณะ, 2546 : 39 - 42)

2.5.3 รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะปฏิบัติ

2.5.3.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติสำหรับครูวิชาชีพ

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี 2545 : 294) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้ขึ้นเป็นผลงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งต่อมาได้รับพิจารณาให้ได้รับรางวัลชมเชยด้านงานวิจัยทางการศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2536 นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ ได้พัฒนารูปแบบนี้เพื่อการเรียนการสอนวิชาสายอาชีพต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นทักษะปฏิบัติโดยอาศัยแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะปฏิบัติ 9 ประการ ซึ่งมีสาระโดยสรุปว่า การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะปฏิบัติที่ดีนั้น ผู้สอนควรเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์งานที่จะให้ผู้เรียนทำ โดยแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ และลำดับงานง่ายไปสู่ยาก แล้วให้ผู้เรียนได้ฝึกทำงานย่อย ๆ แต่ละส่วนให้ได้ แต่ก่อนที่จะลงมือทำงาน ควรให้ผู้เรียนมีความรู้ในงานถึงขั้นเข้าใจในงานนั้นเป็นอย่างน้อย รวมทั้งได้เรียนรู้ลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วย แล้วจึงให้ผู้เรียนฝึกทำงานด้วยตัวเองในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการทำงานจริง โดยจัดลำดับการเรียนรู้ตามลำดับตั้งแต่ง่ายไปยาก คือ เริ่มจากการให้ผู้รับรู้งานปรับตัวให้พร้อม ลองทำโดยการเลียนแบบ ลองผิดลองถูก (ถ้าไม่เกิดอันตราย) แล้วจึงให้ฝึกทำเองและทำหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งชำนาญ สามารถทำได้เป็นอัตโนมัติ ขณะฝึกผู้เรียนควรได้รับข้อมูลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงงานเป็นระยะ ๆ และผู้เรียนควรได้รับการประเมินทั้งทางด้านความถูกต้องของผลงาน ความชำนาญในงาน (ทักษะ) และลักษณะนิสัยในการทำงานด้วย

1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้ มุ่งพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานที่ทำและเกิดทักษะสามารถที่จะทำงานนั้น ได้อย่างชำนาญตามเกณฑ์ รวมทั้ง มีเจตคติที่ดีและลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วย

2) กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนนี้ กำหนดยุทธวิธีย่อยไว้ 3 ยุทธวิธี เพื่อให้ผู้สอนได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง ได้ให้ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการที่เหมาะสมกับแต่ละยุทธวิธีด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ยุทธวิธีที่ 1 การสอนทฤษฎีก่อนสอนงานปฏิบัติ

การดำเนินการมีขั้นตอน ดังนี้

ก. ขั้นนำ เป็นขั้นแนะนำงาน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเห็นคุณค่าในงานนั้น

ข. ขั้นให้ความรู้ เป็นขั้นให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับงานที่จะทำ ซึ่งครูสามารถใช้วิธีการใด ๆ ก็ได้ แต่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม จนกระทั่งผู้เรียนเข้าใจ

ค. ขั้นให้ฝึกปฏิบัติ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนลงมือทำงาน ซึ่งเริ่มจากการให้ผู้เรียนทำตามหรือเลียนแบบหรือให้ลองผิดลองถูก (ถ้าไม่เกิดอันตราย) ต่อไปจึงให้ลองทำเอง โดยครูคอยสังเกตและให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นระยะ ๆ จนกระทั่งทำได้ถูกต้องแล้ว จึงให้ฝึกทำหลาย ๆ ครั้ง จนทำได้ชำนาญ

ง. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนประเมินทักษะปฏิบัติและลักษณะนิสัยในการทำงานของผู้เรียน

จ. ขั้นประเมินผลความคงทนของการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะรู้ว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความยั่งยืนหรือไม่ หากผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างชำนาญ ผู้เรียนก็ควรจะจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดีและนาน

(2) ยุทธวิธีที่ 2 การสอนงานปฏิบัติก่อนสอนทฤษฎี

มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ก. ขั้นนำ ปฏิบัติเช่นเดียวกับยุทธวิธีที่ 1

ข. ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติและสังเกตการณ์ ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานและมีการสังเกตการณ์ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ มีการสังเกตการณ์ปฏิบัติและจดบันทึกข้อมูลไว้

ค. ขั้นวิเคราะห์การปฏิบัติและสังเกตการณ์ ร่วมกันวิเคราะห์พฤติกรรมการปฏิบัติ และอภิปรายผลการวิเคราะห์

ง. ขั้นเสริมความรู้ จากผลการวิเคราะห์และอภิปรายการปฏิบัติผู้สอนจะทราบว่า ควรเสริมความรู้อะไรให้แก่ผู้เรียนจึงจะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนในการปฏิบัติ

จ. ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานใหม่ เมื่อรู้จุดบกพร่องและได้ความรู้เสริมที่จะใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว จึงให้ผู้เรียนปฏิบัติงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ฉ. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ ปฏิบัติเช่นเดียวกับยุทธวิธีที่ 1

ช. ขั้นประเมินผลความคงทนการเรียนรู้ปฏิบัติเช่นเดียวกับยุทธวิธีที่ 1

(3) ยุทธวิธีที่ 3 การสอนทฤษฎีและปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน

มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ก. ขั้นนำ

ข. ขั้นให้ความรู้ให้ปฏิบัติและให้ข้อมูลย้อนกลับไปพร้อม ๆ กัน

ค. ขั้นให้ปฏิบัติงานตามลำพัง

ง. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้

จ. ขั้นประเมินผลความคงทนของการเรียนรู้งานปฏิบัติ

เงื่อนไขที่ใช้ในการพิจารณาเลือกยุทธวิธีสอน ดังนี้

1) ยุทธวิธีที่ 1 เหมาะสำหรับการสอนเนื้อหาของงานปฏิบัติที่มีลักษณะซับซ้อนหรือเสี่ยงอันตราย และลักษณะของเนื้อหาสามารถแยกส่วนภาคทฤษฎีและปฏิบัติได้อย่างชัดเจน

2) ยุทธวิธีที่ 2 เหมาะสำหรับเนื้อหางานปฏิบัติที่มีลักษณะไม่ซับซ้อนหรือเป็นงานปฏิบัติที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาบ้างแล้ว เป็นงานที่มีอัตราการเสี่ยงต่ออันตรายกับชีวิตน้อย

3) ยุทธวิธีที่ 3 เหมาะสำหรับบทเรียนที่มีลักษณะของเนื้อหาภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ที่ไม่สามารถแยกจากกันได้เด็ดขาด

3) ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ ได้ทดลองใช้รูปแบบนี้กับอาจารย์และนักศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล 5 วิทยาเขต เป็นเวลา 1 ภาคเรียน ในปีการศึกษา 2534 ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านทฤษฎีถึงขั้นความเข้าใจ คือ ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 60% และประสบผลสำเร็จในด้านการพัฒนาทักษะในระดับที่สามารถปฏิบัติงานให้มีคุณภาพได้ถึงเกณฑ์ที่ต้องการ รวมทั้ง ได้แสดงพฤติกรรมของการมีลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วย

2.5.3.2 รูปแบบการเรียนการสอนพัฒนาทักษะปฏิบัติตามแนวคิดของ ซิมพ์ซั่น

ซิมพ์ซั่น (Simpson 1972 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี 2545 : 242) กล่าวว่า ทักษะเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางกายของผู้เรียน เป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อหลาย ๆ ส่วน การทำงานดังกล่าว เป็นการสั่งการของสมอง ซึ่งต้องมีปฏิสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทักษะปฏิบัติสามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน หากได้รับการฝึกฝนแล้วจะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญ ชำนาญการและความคงทน ผลของพฤติกรรมสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็ว ความแม่นยำ ความแรงหรือความราบรื่นในการจัดการ สามารถสรุปขั้นตอนได้ 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับรู้ (Perception) เป็นขั้นให้ผู้เรียนรับรู้ในสิ่งที่จะทำ

ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียมความพร้อม (Readiness) เป็นขั้นการปรับตัวให้พร้อมเพื่อทำงานหรือแสดงพฤติกรรมทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจและอารมณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม (Guided Response) เป็นขั้นให้โอกาสผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้ หรือให้ผู้เรียนลองผิดลองถูก จนกระทั่งสนองตอบได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นการให้ลงมือปฏิบัติจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำได้ (Mechanism) เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จและเกิดความเชื่อมั่น

ขั้นที่ 5 ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ (Complex Over Response) เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนการกระทำนั้น ๆ จนทำได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ เป็นไปอย่างอัตโนมัติ

ขั้นที่ 6 ขั้นการปรับปรุงและการประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงทักษะการปฏิบัติให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 7 ขั้นการคิดริเริ่ม เมื่อผู้เรียนปฏิบัติได้อย่างชำนาญแล้ว จะสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย แล้วผู้เรียนจะเกิดแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อปรับใช้ตามความต้องการได้

2.5.3.3 รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติตามแนวคิดของ แฮร์โรว์

แฮร์โรว์ (Harrow, 1972 : 96 - 99 อ้างอิงใน ทิศนา แขมมณี 2545 : 243) ได้จัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ทางด้านทักษะปฏิบัติไว้ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการเลียนแบบ เป็นขั้นให้ผู้เรียนสังเกตการกระทำ ที่ต้องการให้ผู้เรียนทำได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการลงมือกระทำตามคำสั่ง เมื่อผู้เรียนได้เห็นและบอกขั้นตอนการกระทำได้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถกระทำตามคำสั่งได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องสมบูรณ์ (Precision) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องกระทำสิ่งนั้น ๆ อย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ขั้นการแสดงออก (Articulation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนมากขึ้น จนสามารถกระทำสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว ราบรื่นและด้วยความมั่นใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นการกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ (Naturalization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งนั้น ๆ อย่างสบาย ๆ เป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2.5.3.4 รูปแบบการเรียนการสอนทักษะ ปฏิบัติตามแนวคิดของ เดวีส์

เดวีส์ (Davies, 1971 : 50 - 56 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี 2545 : 244) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะปฏิบัติว่า ทักษะส่วนใหญ่ประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ จำนวนมาก มีกระบวนการเรียนการสอน 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสาธิตหรือการกระทำ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้เห็นทักษะ หรือการกระทำในภาพรวม โดยการสาธิตให้ผู้เรียนดูทั้งหมดตั้งแต่เริ่มจนจบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสาธิตและให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย เมื่อผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของการปฏิบัติทั้งหมดแล้ว ผู้สอนควรแตกทักษะทั้งหมดให้เป็นทักษะย่อย และสาธิตแต่ละส่วนย่อยให้ผู้เรียนได้สังเกตและทำตามไปทีละส่วนช้า ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย เป็นขั้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยไม่มีการสาธิต หากผู้เรียนติดขัดครูผู้สอนจะคอยชี้แนะ

ขั้นที่ 4 ขั้นให้เทคนิควิธีการ เมื่อผู้เรียนได้ปฏิบัติได้ดีแล้ว ผู้สอนอาจแนะนำเทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทักษะย่อย ๆ เป็นทักษะที่สมบูรณ์เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามทักษะย่อยได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปจนครบกระบวนการอย่างสมบูรณ์

2.5.3.5 วิธีสอนภาคปฏิบัติ ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2542 : 61 - 73) ได้แบ่งประเภทของวิธีสอนภาคปฏิบัติ 8 วิธี ดังนี้

1) วิธีสอนแบบควบคุมทุกขั้นตอน เป็นการสอนภาคปฏิบัติภายใต้การควบคุมทุกขั้นตอน คือ การสอนโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติงานโดยตรง ต้องทำงานเป็นขั้น ๆ ตามที่ผู้สอนกำหนดภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด การที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือทำงานในโรงฝึกงานภายใต้สภาพที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม การกระทำ การเคลื่อนไหวและทักษะ เป็นต้น การเรียนแบบนี้มีความสำคัญต่อการสอนภาคปฏิบัติอย่างมาก ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

(1) สอนสิ่งที่จะต้องทำด้วยมือเพื่อให้เกิดทักษะ

(2) สอนควบคุมและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

(3) สอนทักษะในการทำงานร่วมกัน

(4) สอนขั้นตอนในการรักษาความปลอดภัย

2) วิธีสอนแบบสาธิตก่อนปฏิบัติ การสาธิตการทำงานก่อนการปฏิบัติเป็นการสาธิตกระบวนการทำงานให้ผู้เรียนได้เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้แล้ว จึงให้ลงมือปฏิบัติต่อไป โดยในการสาธิตนั้น ผู้สอนจะต้องทำการศึกษาคู่มือครูให้เข้าใจ และต้องศึกษาเอกสารเนื้อหาที่จะทำการฝึกนี้ให้กับผู้เรียนก่อนการสาธิต และผู้เรียนก็สามารถที่จะทำการทบทวนหรือศึกษาเพิ่มเติมจากที่เรียนมาแล้ว เพื่อให้แม่นยำในเนื้อหายิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลในการทำงานต่อผู้ที่ทำการฝึกให้มีการทำงานที่ถูกต้องและปลอดภัย

3) วิธีสอนแบบบรรยายก่อนปฏิบัติ เป็นการสอนโดยการอธิบายทฤษฎี หลักการ และวิธีการที่เกี่ยวกับงานที่จะปฏิบัติให้ฟังพอสังเขป แล้วจึงให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ผู้สอนควรยึดหลัก ดังนี้

(1) ผู้สอนควรศึกษาคู่มือครูเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ก่อนสอน แล้วจึงศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอน

(2) ผู้สอนอาจจะมอบคู่มือผู้เรียนให้แก่นักศึกษาก่อนหรือหลังการบรรยาย

(3) ควรจะมอบเนื้อหาให้พร้อม ๆ กับคู่มือผู้เรียนให้กับผู้เรียน หากจะให้ดีควรมอบก่อนสอนล่วงหน้า 1 สัปดาห์

(4) จัดทำแบบฟอร์มการตรวจสอบและประเมินผล โดยต้องศึกษารายละเอียดให้เข้าใจ

4) วิธีสอนแบบปฏิบัติตามใบงาน เป็นการให้ปฏิบัติโดยตรง มักจะใช้กับผู้เรียนที่มีประสบการณ์เรียนปฏิบัติมาแล้ว และเป็นการเรียนที่ต่อเนื่องกับการเรียนที่ผ่านมา ในการสอนแบบนี้ ผู้ควบคุมหรือผู้สอนจะต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับคู่มือครูให้เข้าใจว่า สิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดลงไปนั้น จะเหมาะสมกับทักษะหรือผลงานของนักเรียนหรือไม่

5) วิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม เป็นการติดตามผลจากผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงข้อเสียของทักษะที่ฝึก รวมทั้งการวิจารณ์เสนอแนะในแนวประยุกต์ต่อไปด้วย การสอนแบบนี้ ควรมีการเตรียมการเป็นอย่างดี โดยการศึกษาคู่มือครูและการมอบเอกสารสำหรับผู้เรียน

6) วิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน เป็นการติดตามผลการปฏิบัติในรูปแบบของลายลักษณ์อักษร สามารถเก็บไว้อ้างอิงต่อไปในภายหลังได้ มีแนวปฏิบัติ คือ

(1) ผู้สอนจะแจกเอกสารสำหรับผู้เรียนก่อน โดยอาจจะแจกล่วงหน้า 2 - 3 วัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบแนวปฏิบัติและสามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้

(2) เมื่อถึงชั่วโมงปฏิบัติ ผู้สอนจะใช้เอกสารของผู้สอนในการบรรยายเน้นหรือบอกกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานและการประเมินผล

(3) ผู้เรียนจะปฏิบัติตามเอกสารของผู้เรียน และจากการแนะนำของครูผู้สอน การส่งรายงานการปฏิบัติงานนั้น จะส่งตามที่ผู้สอนกำหนด

(4) ผู้สอนจะใช้แบบฟอร์มการประเมินผลทำการประเมินงานของผู้เรียน

7) วิธีสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูป เป็นการสอนติดตามผลการปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งนับวันจะมีจำนวนมากขึ้นในการสอนแบบนี้ เอกสารต่าง ๆ มีความสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย คู่มือผู้เรียน คู่มือผู้สอนและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยผู้เรียนต้องศึกษาอ่านบทเรียนด้วยตนเองและปฏิบัติตามบทเรียนอย่างเคร่งครัด ผู้สอนต้องทำความเข้าใจคู่มือและต้องทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนในบทเรียนก่อนผู้เรียนล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความแม่นยำและความปลอดภัยแก่ผู้เรียน

8) วิธีสอนแบบปฏิบัติตามโครงงาน ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียน นักศึกษาขาดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ การแจกแจงปัญหาและรู้คุณค่าในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ด้าน ขาดการมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของผู้เรียน การให้ความร่วมมือ การยอมรับฟังความคิดเห็นคนอื่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เสนอให้ใช้รูปแบบวิธีการสอนแบบโครงงาน (Project Method) โดยสรุปขั้นตอน ดังนี้

(1) ครูสอนศึกษา ทำความเข้าใจคู่มือครู

(2) เมื่อสอนในสัปดาห์ที่ 1 แล้วให้แจกคู่มือสำหรับผู้เรียน

(3) ผู้เรียนปฏิบัติงานตามคู่มือ

(4) ผู้สอนประเมินผลผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนประเมินตนเองด้วย

(5) ผู้เรียนส่งชิ้นงาน และรายงานผลการปฏิบัติงาน

จากแนวคิดรูปแบบการเรียนการสอนพัฒนาทักษะทั้ง 5 รูปแบบนี้ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนเป็นขั้นในการสอนทักษะปฏิบัติ ดังนี้

1) ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญจนเกิดความสนใจและต้องการที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ

2) ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่ครูและผู้เรียนร่วมกันเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน

3) ขั้นสาธิตและเสริมความรู้ให้เทคนิคที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ครูสาธิตการใช้เครื่องมือและสาธิตการปฏิบัติงานตามขั้นตอน ให้ผู้เรียนได้เห็นเป็นลำดับขั้นตอนก่อนหลังตามลักษณะของงาน พร้อมระบุข้อความระมัดระวัง เทคนิคการใช้เครื่องมือ และทักษะการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

4) ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นตอนการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ หลังจากได้เรียนรู้จากการสาธิตของครูและการเสริมความรู้ และเทคนิคที่ถูกต้องแล้ว ปฏิบัติต่อเนื่องจนกระทั่งได้ผลงาน โดยครูจะคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในขณะปฏิบัติงาน

5) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนการประเมินผลการปฏิบัติงาน ทั้งด้านกระบวนการและคุณภาพของผลงาน โดยครูบันทึกผลจากการสังเกตการทำงาน แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบข้อบกพร่องหรือสิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง

## 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดฝึกทักษะ

2.6.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

สนิท สัตโยภาส (2529 : 15 - 16) กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ เครื่องมือหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่ครูใช้เป็นเครื่องมือในการให้นักเรียนได้ฝึกฝนให้เกิดทักษะในการเรียนรู้ของแขนงวิชาต่าง ๆ ซึ่งทักษะจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อได้ทำซ้ำ ๆ

ฝึกซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่ว ว่องไวและถูกต้อง สอดคล้องกับ สุกัญญา โพธิสุวรรณ์ (2541 : 20) ที่กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีทางการศึกษา สร้างขึ้นเพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะในการเรียนรู้ในแขนงวิชาต่าง ๆ ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นรูปเล่ม บัตรงาน ชิ้นงาน เครื่อง หรือรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ วรสุดา บัญยะไวโรจน์ (2537 : 3) ยังได้กล่าวไว้ว่า ชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการสอนที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ และฝึกฝนจนเกิดแนวคิดที่ถูกต้องและเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2.6.2 คุณค่าและประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ

ในปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบให้ทันกับความต้องการทางเทคโนโลยีและความต้องการของสังคม ทำให้ได้มีการนำนวัตกรรมทางการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ชุดฝึกทักษะ ชุดสาธิต และอื่น ๆ โดยอาศัยแนวคิดจิตวิทยาการเรียนรู้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ นับว่าชุดฝึกทักษะมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมาก

สำลี รักสุทธี (2553 : 15) กล่าวถึงคุณค่าและประโยชน์ของชุดฝึกทักษะ ดังนี้

1) เป็นเครื่องอำนวยความสะดวกให้ครูสอนเนื้อหาให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น
2) เป็นเครื่องช่วยร่นเวลาการสอนให้สั้นลง
3) ช่วยให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น
4) ช่วยทำเรื่องที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม
5) ช่วยทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย
6) ช่วยกระตุ้นและเร้าความสนใจให้กับนักเรียนมากขึ้น
7) นักเรียนประสบความสำเร็จจากการเรียนมากขึ้น
8) ช่วยให้นักเรียนไม่เบื่อในการเรียน
9) ช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการเรียนโดยรวม
10) เป็นเครื่องยืนยันถึงการพัฒนาตนเองของครู
11) เป็นเกราะกำบังตนเองของครูได้อย่างดี
12) เป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพของครูได้เป็นอย่างดี

2.6.3 หลักการสร้างชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะจัดเป็นกิจกรรม หรือสื่อการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการฝึกทักษะตามจุดมุ่งหมาย ลักษณะของชุดฝึกทักษะพัฒนาขึ้นจะต้องมีรูปแบบหรือลักษณะของชุดฝึกทักษะที่สนองตอบกับจุดมุ่งหมายและเหมาะสมกับผู้ใช้ รวมทั้ง ทำให้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นต้องมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ

พรรณี ชูทัยเจนจิต (2528 : 165) กล่าวว่า การสร้างชุดฝึกทักษะควรสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการทางจิตวิทยาว่าด้วยทฤษฎีการเรียนรู้ คือ

1) การจูงใจ (Motivation) โดยการสร้างชุดฝึกที่สั้น ง่าย เรียงลำดับไปจนถึงเรื่องที่ยาก และใช้รูปภาพประกอบเพื่อเร้าความสนใจ

2) ชุดฝึกทักษะ (Practice) โดยการฝึกทำซ้ำ ๆ เพื่อช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจและมีพฤติกรรมที่สมบูรณ์

3) ความใกล้ชิด (Contiguity) คือ การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจนสร้างความพอใจให้ผู้เรียน

4) กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนรู้ผลการทำงานของตนเองอย่างรวดเร็วจะเป็นการสร้างความพอใจให้ผู้เรียน และไชยศ เรืองสุวรรณ (2522 : 196) ก็กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่ดี มีความสอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการเรียนการสอนดีขึ้น หลักการในการผลิตสื่อเพื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะสื่อในวิชาฝึกปฏิบัติ เช่น ชุดสาธิต ชุดฝึกทักษะ นอกจากจะพิจารณาถึงแบบและวิธีการสอนที่จะต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ

(1) เทคนิคการผลิต

(2) ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

(3) การออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอน และลักษณะที่จะนำไปใช้ เป็นต้น

2.6.4 การทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะที่สร้างขึ้นมาก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริง จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพเสียก่อน เพื่อดูว่าชุดฝึกทักษะจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนกับชุดฝึกทักษะในระดับใด ดังนั้น ผู้ผลิตชุดฝึกทักษะจำเป็นจะต้องนำไปหาคุณภาพเสียก่อน เรียกว่า “การทดสอบประสิทธิภาพ”

2.6.4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531 : 490 - 492) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ หมายถึง การหาระดับประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นระดับที่ผู้สร้างชุดฝึกทักษะจะพึงพอใจ หากชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ก็จะมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะก็คือการนำไปทดลองใช้ (Try Out ) โดยการนำไปใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงนำไปสอนจริง (Trial Run ) ผู้สร้างชุดฝึกทักษะจำเป็นต้องหาประสิทธิภาพเพราะสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าชุดฝึกทักษะสร้างขึ้นมีคุณภาพ

2) เพื่อให้แน่ใจได้ว่าชุดฝึกทักษะสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 127) ที่กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ หมายถึง การประเมินหรือพิจารณาคุณค่าด้านต่าง ๆ ของชุดฝึกทักษะ เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้ได้ผลตามจุดมุ่งหมายก่อนที่จะนำไปใช้ในระบบการเรียนการสอนและเผยแพร่ ต่อไป

2.6.4.2 ความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531 : 490 - 492) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

1) สำหรับหน่วยงานผลิตชุดฝึกทักษะ การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของชุดฝึกทักษะว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่ เป็นการสิ้นเปลือง ทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

2) สำหรับผู้ใช้ชุดฝึกทักษะ ชุดฝึกทักษะที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้นก่อนนำชุดฝึกทักษะไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดฝึกทักษะนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้ชุดฝึกทักษะที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3) สำหรับผู้ผลิตชุดฝึกทักษะ การทดสอบประสิทธิภาพ จะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่าได้ชุดฝึกทักษะที่มีคุณภาพ

2.6.4.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531 : 490 - 492) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1$=Efficiency of Process (ประสิทธิภาพกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2$=Efficiency of Product (ประสิทธิภาพผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2$ = ประสิทธิภาพกระบวนการ/ประสิทธิภาพผลลัพธ์ ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากชุดฝึก

ทักษะนี้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80 เปอร์เซ็นต์ และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80 เปอร์เซ็นต์ การที่จะกำหนดเกณฑ์ $E_1/E_2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนที่จำแนกเป็นวิทยพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายวิทยพิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย ซึ่งคำว่า พุทธิ เป็นคำในพระพุทธศาสนา แปลว่า ความรู้แจ้ง ครอบคลุมทั้งความรู้ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม จึงมีความหมายใหญ่กว่าคำว่า Cognitive ที่หมายถึง ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy) เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมา คือ 90/90, 85/85, 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

2.6.4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 10) กล่าวว่า การคำนวณหาประสิทธิภาพกระทำได้โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 $E_1 = \frac{\sum X_1}{NxA} x100$

เมื่อ $E_1$ คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X_1$ คือ คะแนนรวมของกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดฝึกทักษะ

A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดฝึกทักษะ

N คือ จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2 $E_2 = \frac{\sum X_2}{NxB} x100$

เมื่อ $E_2$ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X_2$ คือ คะแนนรวมการทดสอบเชื่อมนอกชุดฝึก (เชื่อมมือเปล่า)

B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบเชื่อมนอกชุดฝึก (เชื่อมด้วยมือเปล่า)

N คือ จำนวนนักเรียน

2.6.4.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 11 - 12) กล่าวว่า เมื่อสร้างชุดฝึกทักษะเป็นต้นแบบแล้วจะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วแก้ไขปรับปรุงชุดฝึกทักษะให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก คือ ประมาณ 60/60

2) ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียน 6-10 คน (คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วแก้ไขปรับปรุงชุดฝึกทักษะให้ดีขึ้น ในขั้นนี้ คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/70

3) ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียนทั้งชั้น (40 - 100 คน) คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้แก้ไขปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์

## 2.7 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

กาญจนา อรุณสุขรุจี (2546 : 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง การแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้น การสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น และพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน (2525 : 455) ก็กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สมใจ ชอบใจ และพึงใจ และฟ้ามุ่ย สุกัณศีล (2548 : 25) ก็ยังกล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี หรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักจะเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนองความพึงพอใจก็จะไม่เกิดขึ้น

2.7.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างความพึงพอใจ

อารี พันธ์มณี (2546 : 86 - 87) กล่าวว่า ทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี แต่ที่ยอมรับและมีชื่อเสียง คือ ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของ มาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Need) ที่กล่าวว่า ทุกคนมีความต้องการเหมือนกัน แต่ความต้องการนั้นเป็นลำดับขั้น เขาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ไว้ ดังนี้

1) มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอและไม่มีที่สิ้นสุด ขณะที่ความต้องการสิ่งใดได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นก็จะเกิดขึ้นอีกไม่มีวันจบสิ้น

2) ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้ว จะไม่เป็นสิ่งจูงใจสำหรับพฤติกรรมอื่นต่อไป ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองเท่านั้น ที่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม

3) ความต้องการของมนุษย์จะเรียงเป็นลำดับขั้นตามลำดับความสำคัญ กล่าวคือ เมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนอง ซึ่งลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ขั้นตอน ตามลำดับจากขั้นต่ำไปขั้นสูง ดังนี้

(1) ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการในเรื่องของอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัยและความต้องการทางเพศ ความต้องการด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ก็ต่อเมื่อ ความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้รับการตอบสนอง

(2) ความต้องการด้านความปลอดภัยหรือความมั่นคง (Security of Safety Needs) ถ้าความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์จะต้องการในขั้นสูงต่อไป คือ เป็นความรู้สึกปลอดภัย หรือความมั่นคงในปัจจุบัน และอนาคต รวมถึงความก้าวหน้า และอบอุ่นใจ

(3) ความต้องการทางด้านสังคม(Social or Belonging Needs) หลังจากที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองในสองขั้นดังกล่าวแล้ว จะมีความต้องการสูงขึ้นอีก คือ ความต้องการทางด้านสังคม เป็นความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

(4) ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับนับถือ (Esteem Needs) เป็นความต้องการให้คนอื่นยกย่อง ให้เกียรติและเห็นความสำคัญของตนเอง อยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ

(5) ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization) เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการอยากจะเป็น อยากจะได้ตามความคิดของตน หรือต้องการจะเป็นมากกว่าที่ตัวเองเป็นอยู่ในขณะนั้น

2.7.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อความพึงพอใจ

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2525 : 136) กล่าวว่า ความพึงพอใจจะต้องมีองค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบเข้าด้วยกัน 3 ด้าน ดังนี้

1) องค์ประกอบทางความรู้หรือความเข้าใจ ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการคิด ตอบสนอง รับรู้และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ ซึ่งมีขอบเขตครอบคลุมไปถึงความคิดเห็น ความเชื่อมั่นที่มีต่อสิ่งแวดล้อมหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2) องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก เป็นลักษณะทางอารมณ์ที่คล้อยตามความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น จะแสดงออกมาในรูปของความรัก ความโกรธ ความชอบ ความไม่ชอบ ความเกลียดและความชิงชังต่อสิ่งต่าง ๆ

3) องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม คือ ความพร้อมที่จะกระทำอันเป็นผลเนื่องมาจากความคิด ความรู้สึก ซึ่งออกมาในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ เป็นการแสดงออกในทางปฏิบัติในทางพฤติกรรมที่แสดงออกนั้น สามารถที่จะสังเกตได้

2.7.4 การวัดความพึงพอใจ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 3 - 4) กล่าวว่า วิธีการวัดความพึงพอใจดังนี้

1) การสังเกต (Observation) เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่าบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งนั้น ๆ อย่างไร

2) การรายงานตนเอง (Self-Report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา จากการเล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพึงพอใจ

3) วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างอาจไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง

4) เทคนิคจินตนาการ (Projective Techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้านักเรียน เมื่อนักเรียนเห็นภาพแปลกๆ ก็จะเกิดจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมายจากการตอบนั้น ๆ ก็พอจะวัดเจตคติได้ว่าพอใจหรือไม่

5) วิธีการวัดทางสรีระ คือ ใช้เครื่องมือเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย การวัดทางสรีระนี้สามารถกระทำได้โดยการวัดการต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6) การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายอีกวิธีหนึ่ง

2.7.5 การสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจ

เชิดศักดิ์ โฆวาสินทร์ (2525 : 146) และประพาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 45 - 46) กล่าวว่า การสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจ ดังนี้

1) รวบรวมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการวัด

2) พิจารณาว่าต้องการวัดความพึงพอใจใคร ที่มีต่ออะไรและให้ความหมายของความพึงพอใจและสิ่งที่จะวัดนั้นให้แน่นอน

3) เมื่อตีความหมายของสิ่งที่ต้องการวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละข้อนั้น ๆ ให้ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้นซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

(1) ต้องเป็นข้อความที่เขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อหรือความตั้งใจที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

(2) ข้อความที่บรรจุในสเกล จะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นบวกและลบคละกันไป

(3) ข้อความในแต่ละข้อต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม

4) เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วก็บรรจุลงในสเกล โดยมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก ดังนี้ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด

5) การกำหนดน้ำหนักในการตอบตัวเลือกต่าง ๆ แต่ละข้อ ซึ่งในการกำหนดน้ำหนักว่าตัวเลือกใดจะมีน้ำหนักเท่าใดนั้น มีวิธีการอยู่ 3 วิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ Arbitrary Weighting Method ซึ่งกำหนดให้แต่ละตัวเลือกมีน้ำหนักเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ถ้าข้อความเป็นบวก และ 1, 2, 3, 4 และ 5 ถ้าชนิดของข้อความเป็นลบ

6) ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ให้เขาระบุข้อบกพร่องการใช้ภาษา ความเข้าใจตรงกัน นำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง เพื่อประเมินความสอดคล้องเป็นรายข้อ

7) ปรับปรุงข้อความและเลือกข้อความที่มีคุณภาพ

8) นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณรงค์ อินทรโฆษิต (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติงานกลึง โดยทดลองกับนักเรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 (ปวช.2) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 10 คน ใช้ชุดฝึกปฏิบัติกับเครื่องกลึงที่สร้างขึ้น และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม ให้ฝึกกับเครื่องกลึงของวิทยาลัย

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติงานกลึงมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89/88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

อุดม สัญญา (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 (ปวช. 1) แผนกวิชาช่างยนต์ จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์มีประสิทธิภาพ 86.13/81.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

วีระพล ทับแก่น (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการประกันคุณภาพงานเชื่อมไฟฟ้า นำชุดฝึกอบรมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมการประกันคุณภาพงานเชื่อมไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ 82.58/83.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุเทพ อริยพฤกษ์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกร์จำลองสถานการณ์ เพื่อฝึกทักษะในการควบคุมหัวเชื่อมและลวดเชื่อมในงานเชื่อมแก๊ส

ผลการวิจัยพบว่า

1) อุปกรณ์จำลองสถานการณ์ เพื่อฝึกทักษะในการควบคุมหัวเชื่อมและลวดเติมในงานเชื่อมแก๊สมีประสิทธิภาพ 83.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะในการควบคุมหัวเชื่อมและลวดเติมในงานเชื่อมแก๊สไม่แตกต่างกับการสอนปกติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สุรินทร์ สุขเจริญ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยชุดฝึกกับเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน ในรายวิชามอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุม เรื่อง การต่อวงจรควบคุมไฟฟ้าสามเฟส นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มทดลองใช้หาประสิทธิภาพของชุดฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ส่วนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรายุทธ แก้วอาสา (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง สร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ในระบบควบคุมทางไฟฟ้าวิชไมโครคอนโทรลเลอร์ (3104-2011) สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ผลการวิจัยพบว่า

1) ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.06/82.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดทดลองที่สร้างขึ้นเท่ากับ 0.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ .60 ซึ่งหมายถึง หลังเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 76

4) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ประเสริฐ กลมภพตระกูล (2555 : 8) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18f458 เพื่อใช้ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานเทคนิคคอมพิวเตอร์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า

1) การพัฒนาชุดทดลองและใบงานมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

2) การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบจากคะแนนที่ได้จากก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) ผลของคะแนนทดสอบที่ใช้ใบงานร่วมกับชุดทดลอง เมื่อพิจารณาทางด้านประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

วิชาญ โชติกลาง (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103 - 2005) นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 16 คน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครู นักเรียน ที่จะนำชุดฝึกเชื่อมทิกมาใช้ฝึกเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103 - 2005)

2) ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกเชื่อมทิก

3) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกเชื่อมทิก

4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะการเชื่อมระหว่างใช้ชุดฝึกเชื่อมทิกกับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

5) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึกเชื่อมทิก

6) ประเมินรับรองผล และความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อการดำเนินการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึกในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103 - 2005)

ผลการวิจัยพบว่า

1) ครู นักเรียนมีความเห็นด้วยที่จะนำชุดฝึกเชื่อมทิกมาใช้ในการฝึกเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103 - 2005) โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

2) ชุดฝึกเชื่อมทิกมีความเหมาะสมโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

3) การทดสอบประสิทธิภาพได้ผล ดังนี้

(1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) มีประสิทธิภาพ 66.49/65.54

(2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) มีประสิทธิภาพ 73.93/73.27

(3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) มีประสิทธิภาพ 82.33/80.83

4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านทักษะการเชื่อมของนักเรียนที่ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกเชื่อมทิกสูงกว่าที่ฝึกเชื่อมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกเชื่อมทิก โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

6) การประเมินรับรองผล และความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการดำเนินการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึกเชื่อมทิก ในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103 - 2005) โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึก ฯ

3.3 ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

รายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

## 3.1 สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

3.1.1 วัตถุประสงค์

สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ทั้งนี้เพื่อ

3.1.1.1 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

3.1.1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

3.1.2.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

กลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษา และสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน จำนวน 5 คน คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีเฉพาะเจาะจง (รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ข - 1 หน้า 181 - 185)

3.1.2.2 กลุ่มนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ ได้แก่

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 9 คัดเลือกนักเรียน

กลุ่มเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 3 คน (รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในภาคผนวก ข - 2.1 หน้า 186)

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 2 คัดเลือกนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 3 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 10 คน (รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในภาคผนวก ข - 2.2 หน้า 187)

3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 7 - 8 จัดกลุ่มนักเรียนโดยใช้เทคนิค 27% คำนวณค่าได้ 6 คน จากนั้น ผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนทุกคนมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คัดเลือกกลุ่มเก่งจากคะแนนนักเรียนคนที่ 1 นับลงไปอีก 6 ลำดับ กลุ่มอ่อนจากนักเรียนคนสุดท้ายนับขึ้นมา 6 ลำดับ นักเรียนที่เหลือตรงกลางจัดเป็นกลุ่มปานกลาง รวมทั้งสิ้นจำนวน 24 คน (รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในภาคผนวก ข - 2.3 หน้า 188 - 189)

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการสร้าง

3.1.3.1 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการสร้างชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ตามลำดับ ดังนี้

1) ศึกษาปัญหาการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

2) ศึกษาหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

3) ออกแบบ เขียนแบบ กำหนดวัสดุและอุปกรณ์

4) สร้างชุดฝึก ฯ

5) การประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

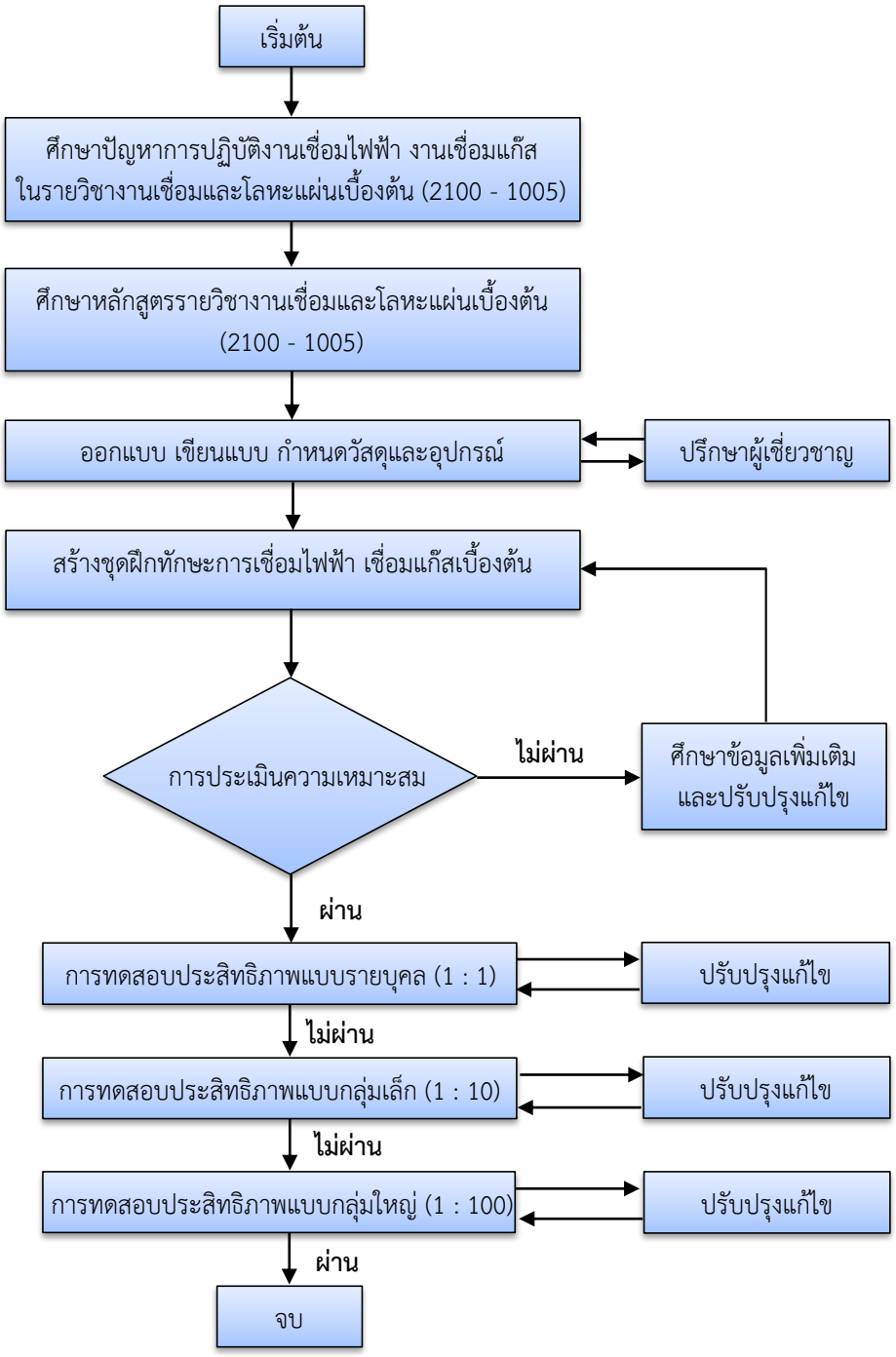
6) การทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ ดังนี้

(1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคล (1 : 1)

(2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

(3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

โดยมีแผนผังการดำเนินงาน ดังนี้




**ภาพที่ 3.1** แสดงแผนผังขั้นตอนการสร้างชุดฝึก ฯ

รายละเอียดการดำเนินการสร้างชุดฝึก ฯ ดังนี้

1) ศึกษาปัญหาการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาสภาพและปัญหาการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าและงานเชื่อมแก๊ส ของนักเรียนตามองค์ประกอบของการเชื่อม ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังรายงานการวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ของนักเรียนตามองค์ประกอบของการเชื่อม ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ผลการวิจัยในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อมโดยรวมทุกด้าน ร้อยละ 52.66 และ 55.98 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 80 ขึ้นไป (รายละเอียดแสดงในเอกสารประกอบ) และจากรายงานการวิจัยในชั้นเรียนดังกล่าว ได้มีข้อเสนอแนะจากนักเรียนส่วนใหญ่เห็นสมควรให้ผู้วิจัยสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สขึ้นมา เพื่อใช้ในการฝึกทักษะการเชื่อมในการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตัดสินใจดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นขึ้น จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในชั้นเรียน ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา

2) ศึกษาหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างชุดฝึก ฯ ซึ่งชุดฝึกที่จะสร้างขึ้นจะต้องสามารถปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊สได้ หลักการทำงานของชุดฝึก ฯ จะต้องสามารถเชื่อมชิ้นงานในตำแหน่งท่าเชื่อมต่าง ๆ ได้ และมีความสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชาที่กำหนดไว้

3) ออกแบบ เขียนแบบ กำหนดวัสดุและอุปกรณ์

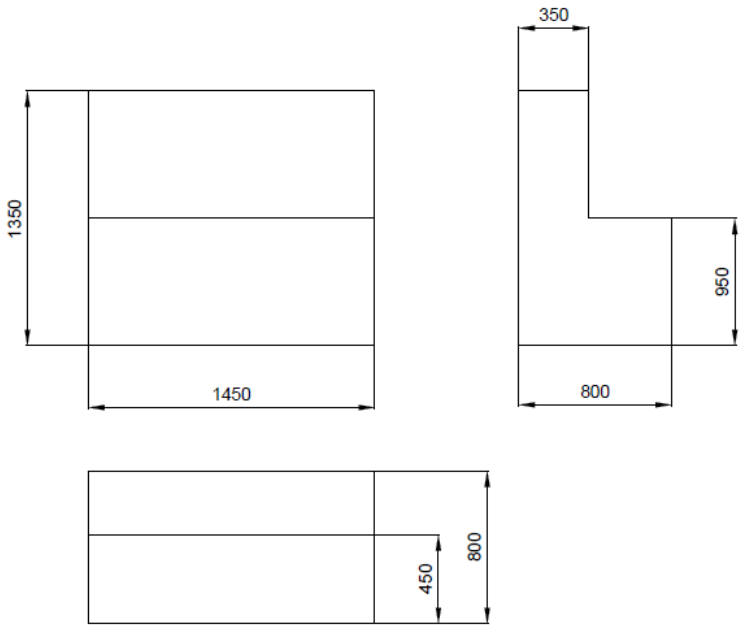
ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ เขียนแบบ กำหนดวัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการสร้างชุดฝึก ฯ กำหนดการใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ จากนั้น นำเสนอปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ผู้วิจัยได้ใช้วัสดุที่หาง่ายราคาถูก มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป และเหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน

4) สร้างชุดฝึก ฯ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึก ฯ ดังนี้

(1) เขียนแบบโครงสร้างของชุดฝึก ฯ

แบบของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังภาพที่ 3.2




**ภาพที่ 3.2** แสดงแบบโครงสร้างของชุดฝึก ฯ

(2) ตัดเหล็กตามแบบ เชื่อมประกอบขึ้นโครง

ผู้วิจัยดำเนินการตัดเหล็กชิ้นส่วนของโครงสร้างชุดฝึก ฯ ตามแบบโครงสร้างของชุดฝึก ฯ ใช้เหล็กกล่องขนาด 1 ¼ x 1 ¼ นิ้ว หนา 2.3 มม. จากนั้นทำการเชื่อมประกอบขึ้นโครงจนสำเร็จเป็นรูปร่างของชุดฝึก ฯ ตามขนาด 800 x 1,450 x 1,350 มม. โดยได้ให้นักเรียนช่วยจัดทำ ดังภาพที่ 3.3

**ภาพที่ 3.3** แสดงภาพการตัดเหล็กตามแบบ และการเชื่อมประกอบขึ้นโครงชุดฝึก ฯ

(3) เจียระไนตกแต่งรอยเชื่อม

เมื่อเชื่อมประกอบขึ้นโครงชุดฝึก ฯ เสร็จเรียบร้อย ลำดับต่อไป คือ การเจียระไนตกแต่งรอยเชื่อม เพื่อความเรียบร้อยของโครงชุดฝึก ฯ โดยได้ให้นักเรียนช่วยจัดทำ ดังภาพที่ 3.4

**ภาพที่ 3.4** แสดงภาพการเจียระไนตกแต่งรอยเชื่อมโครงชุดฝึก ฯ

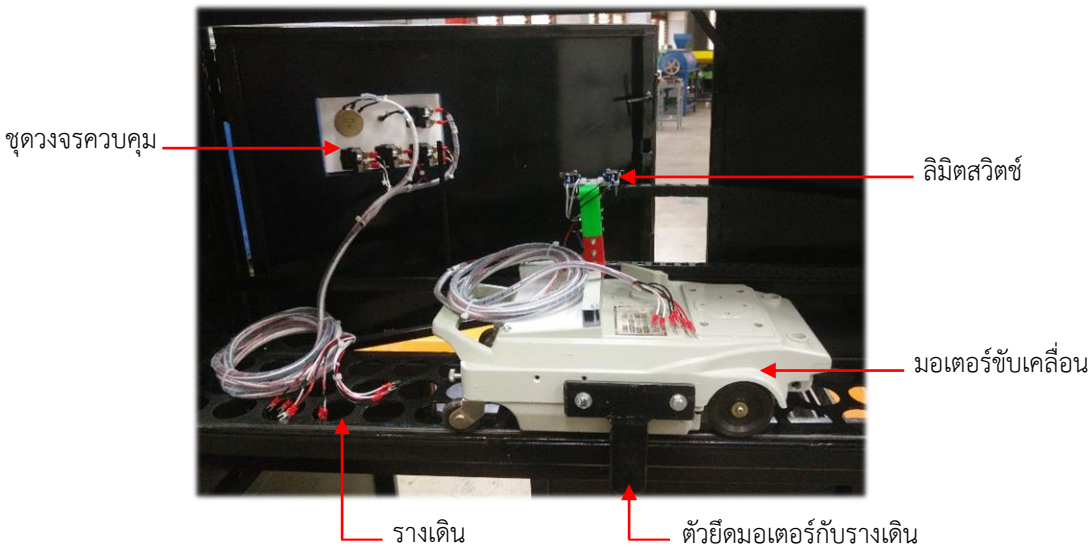
(4) เตรียมผิวงานและการทำสี

เมื่อผู้วิจัยได้ประกอบโครงชุดฝึก ฯ และเจียระไนตกแต่งรอยเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไป คือ กระบวนการของการทำความสะอาดผิวของงาน กำจัดสนิมเหล็ก เม็ดโลหะกระเด็น ขัดสีโป้ว และสิ่งสกปรกอื่น ๆ ออกให้หมด และพร้อมที่จะทำสีในขั้นตอนต่อไป โดยได้ให้นักเรียนช่วยจัดทำ ดังภาพที่ 3.5

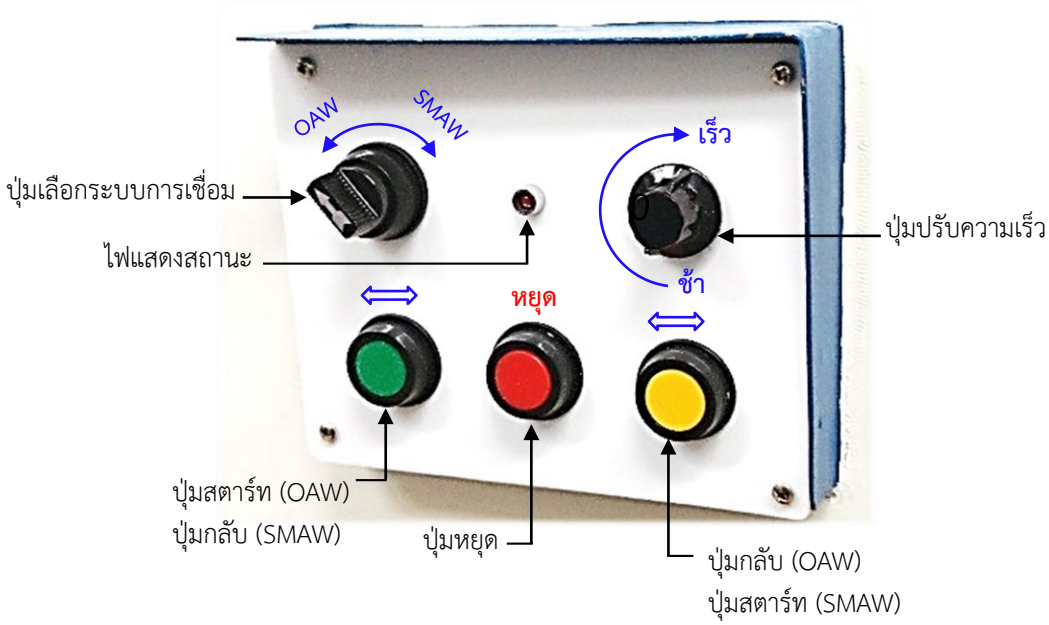
**ภาพที่ 3.5** แสดงภาพการเตรียมผิวงานและการทำสี

(5) การประกอบชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนและวงจรควบคุมการทำงาน

ชุดขับเคลื่อนผู้วิจัยได้ใช้เครื่องตัดแก๊สตามรางมาดัดแปลง เพื่อทำหน้าที่พาตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สเคลื่อนที่ สามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ โดยต่อวงจรควบคุมการทำงานของชุดขับเคลื่อนออกมาไว้ภายนอก ประกอบเข้ากับตัวโครงของชุดฝึก ฯ ยึดชุดขับเคลื่อนเข้ากับรางเดินด้วยอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการตกราง และการกระดกของชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน ดังภาพที่ 3.6




**ภาพที่ 3.6** แสดงภาพการประกอบมอเตอร์เข้ากับตัวโครงของชุดฝึก ฯ




**ภาพที่ 3.7** แสดงภาพอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของชุดฝึก ฯ บนแผงควบคุม

การเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ชุดฝึก ฯ เดินเชื่อมจากซ้ายไปขวา ซึ่งวงจรการทำงานมีดังนี้

ก. ปรับปุ่มเลือกระบบการเชื่อมเป็น SMAW

ข. ปรับระดับความเร็วการเดินของชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน

ค. สวิตช์เริ่มต้น (Start) จะเป็นสวิตช์แบบกดสีเหลือง หรือใช้สวิตช์แบบกดที่ต่อไปควบคุมที่ตัวจับหัวลวดเชื่อมก็ได้

ง. สวิตช์หยุดการทำงาน (Stop) ของชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นสวิตช์แบบกดสีแดง (หากต้องการหยุด) หรือปล่อยให้ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเดินไปชนลิมิตสวิตช์

จ. สวิตช์แบบกดสีเขียวเป็นสวิตช์สั่งการ เพื่อให้ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้น ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เดินกลับมาด้วยความเร็วสูงสุดของการทำงานของมอเตอร์

การเชื่อมแก๊ส (OAW) ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ชุดฝึก ฯ เดินเชื่อมจากขวาไปซ้าย ซึ่งวงจรการทำงานมีดังนี้

ก. ปรับปุ่มเลือกระบบการเชื่อมเป็น OAW

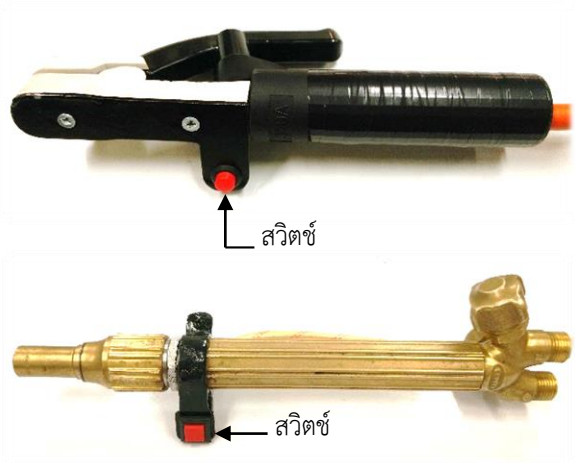
ข. ปรับระดับความเร็วการเดินของชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน

ค. สวิตช์เริ่มต้น (Start) จะเป็นสวิตช์แบบกดสีเขียว หรือใช้สวิตช์แบบกดที่ต่อไปควบคุมที่หัวเชื่อมก็ได้

ง. สวิตช์หยุดการทำงาน (Stop) ของชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นสวิตช์แบบกดสีแดง (หากต้องการหยุด) หรือปล่อยให้ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเดินไปชนลิมิตสวิตช์

จ. สวิตช์แบบกดสีเหลืองเป็นสวิตช์สั่งการ เพื่อให้ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้น ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เดินกลับมาด้วยความเร็วสูงสุดของการทำงานของมอเตอร์

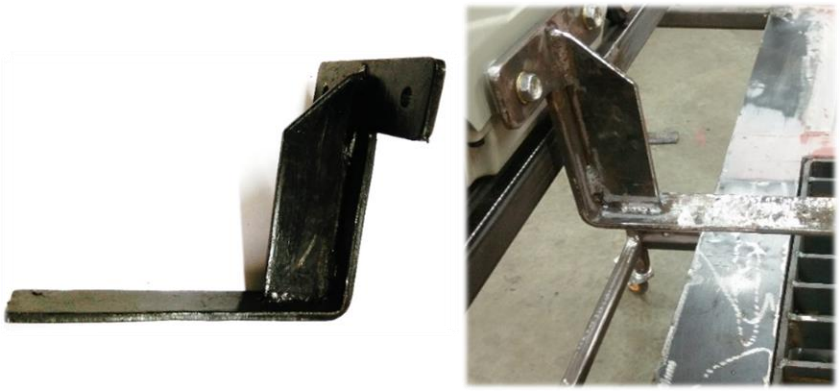
**ภาพที่ 3.8** แสดงภาพการต่อวงจรชุดฝึก ฯ




**ภาพที่ 3.9** แสดงภาพสวิตช์ควบคุมการเปิด - ปิด มอเตอร์ที่ตัวจับลวดเชื่อม และหัวเชื่อมแก๊ส

(6) จัดทำชุดแขนยึ่นจากมอเตอร์ เพื่อยัดตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และหัวเชื่อมแก๊ส

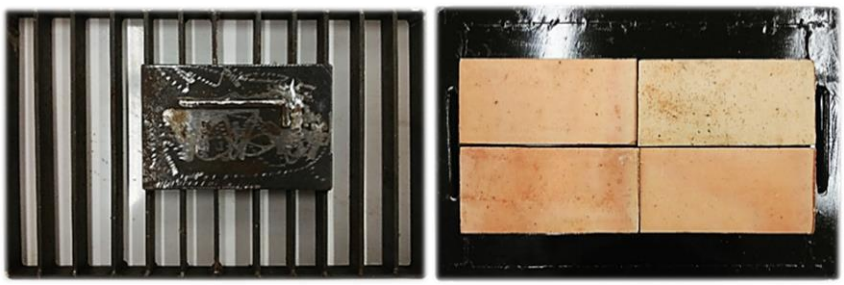
แขนยึ่นจากมอเตอร์จะใช้ทำหน้าที่ยึดเข้ากับมอเตอร์ อีกด้านหนึ่งจะใช้ยึดเข้ากับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส เพื่อให้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และหัวเชื่อมแก๊สได้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของการเชื่อม ผลิตขึ้นจากเหล็กกล้ามีความมั่นคงและแข็งแรง ดังภาพที่ 3.10



**ภาพที่ 3.10** แสดงภาพชุดแขนยึ่นจากมอเตอร์ เพื่อยึดกับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ หัวเชื่อมแก๊ส

(7) จัดทำที่วางชิ้นงานเชื่อม

ที่วางชิ้นงานเชื่อมไฟฟ้า ทำขึ้นจากเหล็กกล้าเชื่อมประกอบขึ้นเป็นตะแกรง ส่วนที่วางชิ้นงานเชื่อมแก๊ส ตัวโครงทำจากเหล็กกล้า เพื่อให้มีความแข็งแรงเพียงพอในการรองรับอิฐทนไฟ ลักษณะของที่วางชิ้นงานเชื่อมไฟฟ้าและที่วางชิ้นงานเชื่อมแก๊ส ดังภาพที่ 3.11



**ภาพที่ 3.11** แสดงที่วางชิ้นงานเชื่อมไฟฟ้า (ซ้าย) ที่วางชิ้นงานเชื่อมแก๊ส (ขวา)

(8) การจัดทำตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส

ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ในแต่ละใบงาน ทำขึ้นจากเหล็กกล้าขึ้นรูปให้มีความเหมาะสมตามลักษณะของการเชื่อมในแต่ละใบงาน สำหรับวัสดุที่จะต้องใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์แทงผ่านทำจากเซรามิกชนิดทนความร้อนและมีสมบัติเป็นฉนวน สวมเข้ากับตัวโครงของตัวประคองลวดเชื่อมด้วยสกรู ดังภาพที่ 3.12 (ซ้าย)

ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สทำขึ้นจากเหล็กกล้า ออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของการเชื่อมในแต่ละใบงาน ส่วนปลายทำเป็นท่อขนาดเหมาะสมกับขนาดของหัวทิพเชื่อม สำหรับสวมหัวทิพเชื่อมยึดด้วยสกรูให้แน่น ดังภาพที่ 3.12 (ขวา)

**ภาพที่ 3.12** แสดงตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ซ้าย) หัวเชื่อมแก๊ส (ขวา)

5) การประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

การประเมินความเหมาสมของชุดฝึก ฯ มีขั้นตอน ดังนี้

(1) สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ มีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

ก. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการตั้งประเด็นคำถาม

ข. ร่างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ กำหนดหัวข้อหลักที่จะถาม กำหนดรายละเอียดของแบบประเมินความเหมาะสม และสร้างแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (รายละเอียดของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ แสดงในภาคผนวก ข - 3 หน้า 190 - 205)

ค. นำร่างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขในประเด็นคำถาม

ง. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง เพื่อประเมินความสอดคล้องโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) เป็นการให้คะแนนการตอบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เห็นว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน -1 เห็นว่าไม่สอดคล้อง

การวิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 248 - 249)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
$N$ คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC= 0.99 (รายละเอียดของแบบประเมินความสอดคล้องแสดงในภาคผนวก ข - 4 หน้า 206 - 221 และรายละเอียดของค่าความสอดคล้อง แสดงในภาคผนวก ข - 5 หน้า 222 - 227)

(2) สถิติวิเคราะห์ความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

สถิติสำหรับวิเคราะห์ความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ ได้แก่

ก. ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

สูตร $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

ข. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 79)

สูตร $S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{n(n-1)}}$

เมื่อ S.D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$\left(\sum \times\right)^2$ คือ กำลังสองของคะแนนรวม

n คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ เป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายในแต่ละข้อคำถาม ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2540 : 229)

4.50 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

(รายละเอียดการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ ของผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ข - 6 หน้า 228 - 307)

6) การทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึก ฯ

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ โดยใช้กลุ่มนักเรียนที่ผ่านการเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) มาแล้วในภาคเรียนที่ 2/2559 และใช้ผลคะแนนของวิชาดังกล่าวในการจัดกลุ่มนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ กลุ่มเก่ง มีระดับคะแนน 70 ขึ้นไป กลุ่มปานกลาง มีระดับคะแนน 60 - 69 และกลุ่มอ่อน มีระดับคะแนน 0 - 59

1) ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

(1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1)

กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ได้แก่ นักเรียน สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ระดับชั้น ปวช. 2 กลุ่มที่ 9 ผู้วิจัยได้เรียกนักเรียนมาทดสอบ โดยได้บันทึกข้อความขออนุญาตวิทยาลัย ฯ เพื่อขอดำเนินการนอกเวลาเรียน ในวันที่ 4 - 6 กันยายน 2560 (รายละเอียดของบันทึกข้อความ แสดงในภาคผนวก ข - 7 หน้า 308) คัดเลือกนักเรียน กลุ่มเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน (รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในภาคผนวก ข - 2.1 หน้า 186) เกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80

ก. วิธีดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ

ในแต่ละใบงานมีวิธีการดำเนินงานเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ให้กับกลุ่มตัวอย่างให้พร้อม

2. อธิบายการทำงานของชุดฝึก ฯ (ตามคู่มือการใช้งาน ดังแสดงในภาคผนวก ง - 1 หน้า 384 - 392) พร้อมทั้งสาธิตวิธีการเชื่อมแบบไม่อาร์ก การเชื่อมแบบอาร์ก การเชื่อมแบบไม่ติดเปลวแก๊สและการเชื่อมแบบติดเปลวแก๊ส

3. กลุ่มตัวอย่างฝึกปฏิบัติการเชื่อมแบบไม่อาร์ก ปฏิบัติการเชื่อมแก๊สแบบไม่ติดเปลวไฟแก๊ส เพื่อเป็นการฝึกความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และความเร็วในการเคลื่อนมือ

4. กลุ่มตัวอย่างเริ่มฝึกปฏิบัติการเชื่อมแบบอาร์ก และการเชื่อมแก๊สแบบติดเปลวไฟแก๊ส ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน เชื่อมเสร็จทำความสะอาดรอยเชื่อม ส่งตรวจบันทึกข้อมูลเก็บไว้วิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการ ($E_1$)

5. กลุ่มตัวอย่างทดสอบเชื่อมนอกชุดฝึก ฯ ด้วยมือเปล่า ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน เชื่อมเสร็จทำความสะอาดรอยเชื่อม ส่งตรวจบันทึกข้อมูลเก็บไว้วิเคราะห์ประสิทธิภาพผลลัพธ์ ($E_2$)

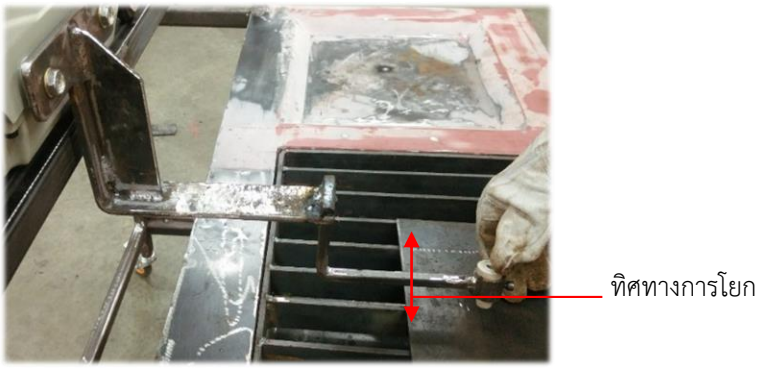
6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$

ข. การปรับปรุงชุดฝึก ฯ

การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ของชุดฝึก ฯ ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องต่าง ๆ และได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ในระหว่างวันที่ 7 - 10 กันยายน 2560 ให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป เช่น

1. ชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ยึดเข้ากับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สไม่แข็งแรง เกิดการโยกไปมาในระหว่างของการเชื่อม

ทำให้รอยเชื่อมที่ได้ไม่เป็นเส้นตรง ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการสร้างขึ้นมาใหม่ให้มีความแข็งแรงขึ้นกว่าเดิม ดังภาพที่ 3.13 - 15




**ภาพที่ 3.13** แสดงภาพทิศทางการโยกของตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ที่ยึดเข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ไม่แข็งแรง

**ภาพที่ 3.14** แสดงภาพลักษณะของรอยเชื่อมที่ไม่เป็นแนวตรง ซึ่งเกิดจากสาเหตุของตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สที่ยึดเข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ไม่แข็งแรง

**ภาพที่ 3.15** แสดงชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ที่ยึดเข้ากับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ที่สร้างขึ้นใหม่

2. ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เกิดการอาร์กกับตัวประคองลวดเชื่อม ในขณะที่แทงลวดเชื่อมเข้าไปในรูของตัวประคองลวดเชื่อมเพื่อทำการเชื่อม เนื่องจากตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ทำมาจากโลหะจึงสามารถนำไฟฟ้าได้ ดังภาพที่ 3.16 ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการเปลี่ยนมาใช้ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่ทำจากเซรามิกซึ่งเป็นฉนวนไม่นำไฟฟ้า ดังภาพที่ 3.17

**ภาพที่ 3.16** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่ทำจากโลหะ

**ภาพที่ 3.17** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่เปลี่ยนมาเป็นเซรามิก

3. ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สมีปัญหา กล่าวคือ ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเหล็กเพลา ตรงกลางเจาะรูให้พอดีกับขนาดของหัวทิพเชื่อมสำหรับใช้สวมหัวทิพเชื่อมแล้วยึดหัวทิพเชื่อมให้แน่นด้วยสกรู แต่ในระหว่างการเชื่อมจะเกิดปัญหาเวลา

ยกหัวเชื่อมแก๊สเข้า - ออกจากตัวประคอง ซึ่งจะต้องคลายสกรูทุกครั้ง มักจะเกิดปัญหาจากความร้อนที่สะสมอยู่ และในกรณีที่ติดเปลวไฟเชื่อมได้แล้วเวลาเอาหัวเชื่อมสวมเข้ารูของตัวประคอง เพื่อทำการเชื่อม การปรับระยะห่างของกรวยไฟกับชิ้นงานก็ทำได้ยาก เพราะมีความร้อนจากเปลวไฟเชื่อมอยู่ ดังภาพที่ 3.18 ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยทำตัวล๊อคที่หัวทิพเชื่อมยึดให้แน่นด้วยสกรู โดยปรับตำแหน่งให้พอดีกับระยะห่างของกรวยไฟเชื่อมกับชิ้นงาน ดังภาพที่ 3.19

**ภาพที่ 3.18** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สแบบเดิม

**ภาพที่ 3.19** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สแบบที่ได้ปรับปรุงแล้ว

หลังจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขชุดฝึก ฯ จากปัญหาที่พบในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) เสร็จเรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปจึงนำชุดฝึก ฯ ไปทดสอบประสิทธิของชุดฝึกแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) เป็นลำดับต่อไป

(2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ได้แก่ นักเรียน สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ระดับชั้น ปวช. 2 กลุ่มที่ 2 ผู้วิจัยได้เรียกนักเรียนมาทดสอบ โดยได้บันทึกข้อความขออนุญาตวิทยาลัย ฯ เพื่อขอดำเนินการนอกเวลาเรียน ในวันที่ 11 - 14 กันยายน 2560 (รายละเอียดของบันทึกข้อความ แสดงในภาคผนวก ข - 7 หน้า 308) คัดเลือกนักเรียนกลุ่มเก่ง 3 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 3 คน (รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ข - 2.2 หน้า 187) เกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80

ก. วิธีดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ

ในแต่ละใบงานมีวิธีการดำเนินงานเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ให้กับกลุ่มตัวอย่างให้พร้อม

2. อธิบายการทำงานของชุดฝึก ฯ (ตามคู่มือการใช้งาน ดังแสดงในภาคผนวก ง - 1 หน้า 384 - 392) พร้อมทั้งสาธิตวิธีการเชื่อมแบบไม่อาร์ก การเชื่อมแบบอาร์ก การเชื่อมแบบไม่ติดเปลวแก๊ส และการเชื่อมแบบติดเปลวแก๊ส

3. กลุ่มตัวอย่างฝึกปฏิบัติการเชื่อมแบบไม่อาร์ก ปฏิบัติการเชื่อมแก๊สแบบไม่ติดเปลวไฟแก๊ส เพื่อเป็นการฝึกความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และความเร็วในการเคลื่อนมือ

4. กลุ่มตัวอย่างเริ่มฝึกปฏิบัติการเชื่อมแบบอาร์ก และการเชื่อมแก๊สแบบติดเปลวไฟแก๊ส ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน เชื่อมเสร็จทำความสะอาดรอยเชื่อม ส่งตรวจบันทึกข้อมูลเก็บไว้วิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการ ($E_1$)

5. กลุ่มตัวอย่างทดสอบเชื่อมนอกชุดฝึกด้วยมือเปล่า ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน เชื่อมเสร็จทำความสะอาดรอยเชื่อม ส่งตรวจบันทึกข้อมูลเก็บไว้วิเคราะห์ประสิทธิภาพผลลัพธ์ ($E_2$)

6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$

ข. การปรับปรุงชุดฝึก ฯ

การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ของชุดฝึก ฯ ทำให้ผู้วิจัยยังพบข้อบกพร่องต่าง ๆ และได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในระหว่างวันที่ 15 - 17 กันยายน 2560 ให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป เช่น

1. ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ยังมีข้อบกพร่องอยู่ คือ รูสำหรับแทงลวดเชื่อมมีขนาดเล็ก ทำให้การแทงลวดเชื่อมต้องใช้แรงกดมาก ไม่ราบรื่นสม่ำเสมอ ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการเพิ่มขนาดของตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ให้มีขนาดของรูโตขึ้นและเพิ่มองศาของมุมเดิน เพื่อลดแรงเสียดทานในระหว่างการป้อนลวดเชื่อม ดังภาพที่ 3.20

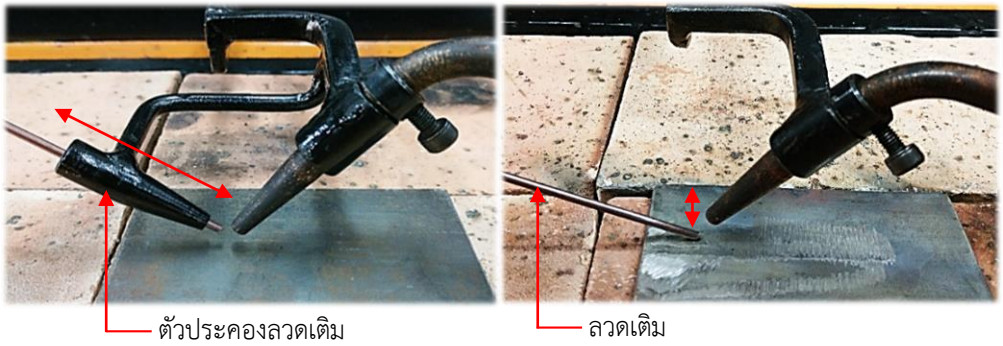
**ภาพที่ 3.20** แสดงภาพตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่มีขนาดของรูแทงลวดเชื่อมที่โตขึ้น

2. การเกิดอาร์กติดในขณะเริ่มต้นเชื่อม (ในกรณีเชื่อมไฟฟ้า) ซึ่งในขณะที่ปลายลวดเชื่อมไฟฟ้าติดอยู่กับชิ้นงานอยู่นั้น เครื่องเชื่อมและชุดขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้ายังทำงานอยู่ ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาโดยการติดตั้งปุ่มฉุกเฉินเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อหากเกิดปัญหาดังกล่าว ผู้ใช้งานจะสามารถใช้ปุ่มฉุกเฉินได้ทันทีเมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น เพื่อตัดวงจรการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า และตัดกระแสไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับเครื่องเชื่อมได้ทันที ดังภาพที่ 3.21

**ภาพที่ 3.21** แสดงภาพปุ่มฉุกเฉิน เพื่อตัดวงจรการทำงานของชุดขับเคลื่อน และกระแสไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อม

3. สำหรับการเชื่อมแก๊สจากการทดสอบยังพบปัญหา ดังนี้

1. การป้อนลวดเติมลงในแอ่งหลอมเหลวผ่านตัวประคองลวดเติมมักพบปัญหา คือ เมื่อแทงลวดเติมผ่านรูของตัวประคองลวดเติมลงไปยังแอ่งหลอมเหลวมักเกิดปัญหาปลายของลวดเติมหลอมเป็นปมคล้ายหัวไม้ขีดไฟ ทั้งนี้ เนื่องจากกรวยไฟเชื่อมได้หลอมปลายลวดเติมก่อนที่จะถึงแอ่งหลอมเหลว ดังภาพที่ 3.22 (ซ้าย) ดังนั้น ผู้วิจัยได้แก้ไขโดยการเอาตัวประคองลวดเติมออก และใช้วิธีการป้อนลวดเติมด้วยมือเปล่าเข้ามาแทน เพราะสามารถยกปลายของลวดเติมขึ้น - ลงแตะกับแอ่งหลอมเหลวได้ ซึ่งเป็นเทคนิคการป้อนเติมลวดโดยทั่ว ๆ ไปของงานเชื่อมแก๊ส ดังภาพที่ 3.22 (ขวา)




**ภาพที่ 3.22** แสดงภาพตัวประคองลวดเติม (ซ้าย) ภาพการป้อนลวดเติมด้วยมือ (ขาว)

2. เรื่องการปรับเปลวไฟเชื่อม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถปรับเปลวไฟเชื่อมให้เหมาะสมกับการเชื่อมได้ จึงทำให้ได้รอยเชื่อมไม่ดี มีข้อบกพร่องอยู่บ้าง เพราะนักเรียนยังขาดความชำนาญ ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาโดยการกำหนดตำแหน่งการเปิดแก๊สไว้ที่วาล์วทั้งสองของหัวเชื่อมแก๊สไว้เป็นสัญลักษณ์ โดยกำหนดเป็นเปลวกลางในการเชื่อม

(3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ได้แก่ นักเรียน สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ระดับชั้น ปวช. 2 กลุ่มที่ 7 - 8 ผู้วิจัยได้เรียกนักเรียนมาทดสอบโดยได้บันทึกข้อความขออนุญาตวิทยาลัย ฯ เพื่อขอดำเนินการนอกเวลาเรียน ในวันที่ 18 - 22 กันยายน 2560 (รายละเอียดของบันทึกข้อความ แสดงในภาคผนวก ข - 7 หน้า 308) จัดกลุ่มนักเรียนโดยใช้เทคนิค 27% คำนวณค่าได้ 6 คน จากนั้น ผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนทุกคนมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คัดเลือกกลุ่มเก่งจากคะแนนนักเรียนคนที่ 1 นับลงไปอีก 6 ลำดับ กลุ่มอ่อนจากนักเรียนคนสุดท้ายนับขึ้นมา 6 ลำดับ นักเรียนที่เหลือตรงกลางจัดเป็นกลุ่มปานกลาง (รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในภาคผนวก ข - 2.3 หน้า 188 - 189) เกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80

ก. วิธีดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ

ในแต่ละใบงานมีวิธีการดำเนินงานเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ให้กับกลุ่มตัวอย่างให้พร้อม

2. อธิบายการทำงานของชุดฝึก ฯ (ตามคู่มือการใช้งาน ดังแสดงในภาคผนวก ง - 1 หน้า 384 - 392) พร้อมทั้งสาธิตวิธีการเชื่อมแบบไม่อาร์ก การเชื่อมแบบอาร์ก การเชื่อมแบบไม่ติดเปลวแก๊ส และการเชื่อมแบบติดเปลวแก๊ส

3. กลุ่มตัวอย่างฝึกปฏิบัติการเชื่อมแบบไม่อาร์ก ปฏิบัติการเชื่อมแก๊สแบบไม่ติดเปลวไฟแก๊ส เพื่อเป็นการฝึกความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และความเร็วในการเคลื่อนมือ

4. กลุ่มตัวอย่างเริ่มฝึกปฏิบัติการเชื่อมแบบอาร์ก และการเชื่อมแก๊สแบบติดเปลวไฟแก๊ส ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน เชื่อมเสร็จทำความสะอาดรอยเชื่อม ส่งตรวจบันทึกข้อมูลเก็บไว้วิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการ ($E_1$)

5. กลุ่มตัวอย่างทดสอบเชื่อมนอกชุดฝึกด้วยมือเปล่า ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน เชื่อมเสร็จทำความสะอาดรอยเชื่อม ส่งตรวจบันทึกข้อมูลเก็บไว้วิเคราะห์ประสิทธิภาพผลลัพธ์ ($E_2$)

6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$

ข. การปรับปรุงชุดฝึก ฯ

การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ของชุดฝึก ฯ ไม่พบข้อบกพร่องใด ๆ และจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพก็ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 82.15/84.20 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพทำให้ทราบว่าชุดฝึกดังกล่าวได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ดังนั้น จึงสามารถนำชุดฝึก ฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ต่อไป

**ภาพที่ 3.23** แสดงชุดฝึก ฯ ที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงจนสมบูรณ์

2) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ คำนวณค่าตามสูตร ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

(1) ประสิทธิภาพกระบวนการ

สูตร $E_1 = \frac{\sum X_1}{NxA} x100$

เมื่อ $E_1$ คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X_1$ คือ คะแนนรวมจากการปฏิบัติงานฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ

A คือ คะแนนเต็มที่ได้จากการปฏิบัติงานฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ

N คือ จำนวนนักเรียน

(2) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

สูตร $E_2 = \frac{\sum X_2}{NxB} x100$

เมื่อ $E_2$ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X_2$ คือ คะแนนรวมจากการปฏิบัติงานเชื่อมด้วยมือเปล่านอกชุดฝึก ฯ

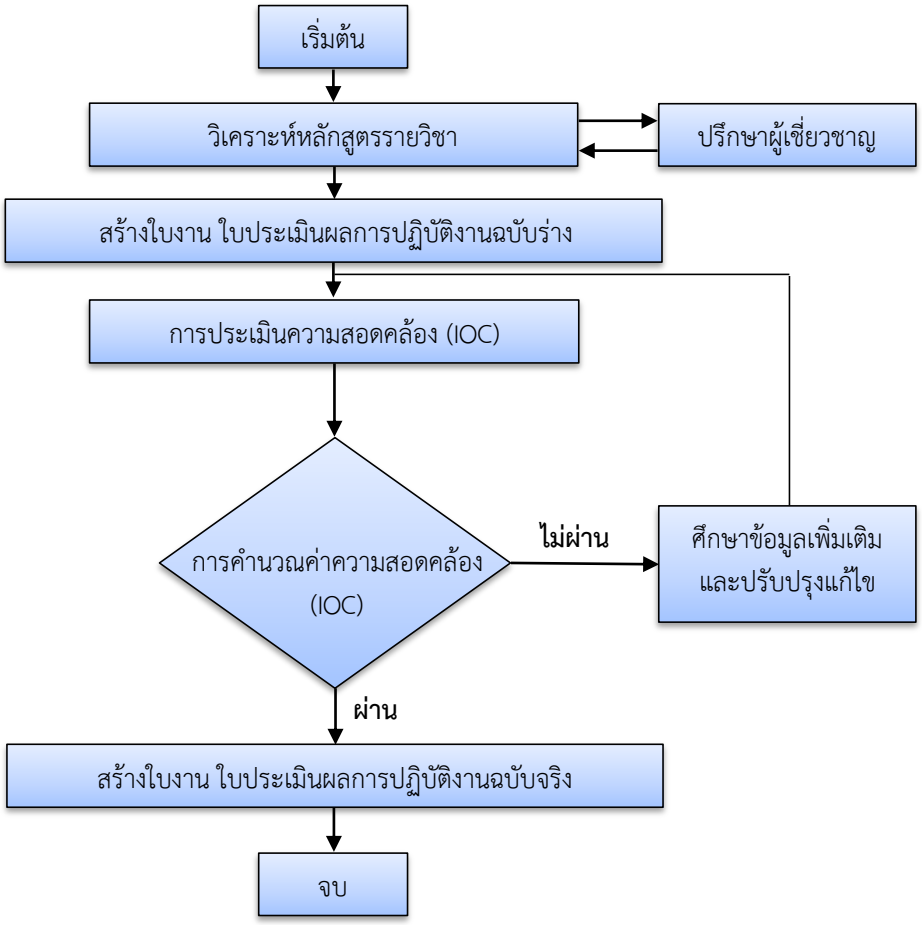
B คือ คะแนนเต็มที่ได้จากการปฏิบัติเชื่อมด้วยมือเปล่านอกชุดฝึก ฯ

N คือ จำนวนนักเรียน

3.1.3.2 ใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

ใบงาน คือ เอกสารสั่งงานที่กำหนดรายละเอียดของงาน ลำดับขั้นการปฏิบัติงานตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย ส่วนใบประเมินผลการปฏิบัติงาน คือ เอกสารที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการสร้างพร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

โดยมีแผนผังการดำเนินงาน ดังนี้




**ภาพที่ 3.24** แสดงแผนผังขั้นตอนการสร้างใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของการสร้างใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ดังนี้

1) วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ผู้วิจัยได้พิจารณาจากจุดประสงค์ รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา เพื่อออกแบบและกำหนดใบงาน ใบงานจะต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชาที่กำหนด

2) สร้างใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงานฉบับร่าง

(1) ใบงาน ประกอบด้วย ชื่องาน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เวลาในการปฏิบัติงาน รูปภาพงาน วัสดุ เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ลำดับขั้นการปฏิบัติงานตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย ที่อยู่ในรูปของเอกสารเพียงหน้าเดียว ใบงานจะใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง คือ ใช้ประกอบกับชุดฝึก ฯ และใช้ฝึกเชื่อมสำหรับวิธีการสอนแบบปกติ

(2) ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นเอกสารที่ผู้วิจัยใช้สำหรับตรวจงานการประเมินผลการปฏิบัติงาน มีเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

10 คะแนน ผลการปฏิบัติ/ผลงานดีมาก

7 คะแนน ผลการปฏิบัติ/ผลงานดี

5 คะแนน ผลการปฏิบัติ/ผลงานพอใช้

3 คะแนน ผลการปฏิบัติ/ผลงานต้องปรับปรุง

0 คะแนน ไม่มีผลการปฏิบัติ/ไม่มีผลงานออกมา

3) การประเมินความสอดคล้อง (IOC)

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) เป็นการตรวจสอบคุณภาพของใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน (รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ข - 1 หน้า 181 - 185) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) เป็นการให้คะแนนการประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เห็นว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน -1 เห็นว่าไม่สอดคล้อง

4) การคำนวณค่าความสอดคล้อง

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 248 - 249)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยมีค่า IOC= 1.00 และ 1.00 (รายละเอียดของแบบประเมินความสอดคล้องของใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน แสดงในภาคผนวก ข - 8 หน้า 309 - 310 และรายละเอียดของค่าความสอดคล้อง แสดงในภาคผนวก ข - 9.1 หน้า 311, ข - 9.2 หน้า 312)

5) สร้างใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงานฉบับจริง

เป็นการนำค่าความสอดคล้องที่ได้จากการคำนวณมาวิเคราะห์ผลว่าอยู่ในเกณฑ์หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในเกณฑ์ผู้วิจัยจะได้ปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งเพื่อประเมินความสอดคล้อง แต่ถ้าหากอยู่ในเกณฑ์ผู้วิจัยจะได้ดำเนินการสร้างใบงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงานฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับในการดำเนินการวิจัยต่อไป (รายละเอียดของใบงาน แสดงในภาคผนวก ข - 10 หน้า 313 - 322 และใบประเมินผลการปฏิบัติงาน แสดงในภาคผนวก ข - 11 หน้า 323 - 332)

**3.2 ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น**

3.2.1 วัตถุประสงค์

ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ทั้งนี้เพื่อ

3.2.1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

3.2.1.2 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ในการทดลองจัดการเรียนการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) คือ นักเรียน สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา จำนวน 4 กลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม ตามตารางสอนภาคเรียนที่ 2/2560 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข - 12 หน้า 333) โดยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งก่อนการแบ่งกลุ่มนักเรียน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพื้นฐานความรู้ (ด้านทักษะการเชื่อม) กับนักเรียนทั้งหมด จำนวน 4 กลุ่ม โดยให้นักเรียนทุกคนทดสอบงานเชื่อม 2 ใบงาน คือ งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ และงานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในพื้นฐานความรู้ของนักเรียน จากนั้น ผู้วิจัยนำผลคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t - test แบบ Independent ซึ่งปรากฏว่า พื้นฐานความรู้ (ด้านทักษะการเชื่อม) ของนักเรียนไม่มีความแตกต่างกัน (รายละเอียดของการทดสอบพื้นฐานความรู้แสดงในภาคผนวก ข - 13 หน้า 334) จากนั้น จึงได้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ดังนี้

3.2.2.1 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียน สาขาวิชา เมคคาทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 - 2 จำนวน 37 คน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ ข - 14 หน้า 335 - 336)

3.2.2.2 กลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียน สาขาวิชา เมคคาทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 3 - 4 จำนวน 37 คน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ ข - 15 หน้า 337 - 338)

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ได้แก่

3.2.3.1 ชุดฝึก ฯ

3.2.3.2 ใบงาน

3.2.3.3 ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

3.2.3.4 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

3.2.4 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

1) แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแท้จริง (True Experimental Design) โดยมีแผนการทดลองแบบสองกลุ่มวัดหลังการทดลอง (Posttest - Only Control Group Design) ดังนี้ (กาญจนา วัฒนายุ, 2548 : 188)

**ตารางที่ 3.1** แสดงแบบแผนการทดลอง

| กลุ่มตัวอย่าง | การทดลอง | ทดสอบเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊ส |
|---|---|---|
| E | X | O2 |
| C | - | O2 |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E คือ กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

C คือ กลุ่มควบคุม (Control Group)

X คือ การฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ

- คือ การฝึกเชื่อมแบบปกติ

O2 คือ การทดสอบเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สหลังทดลอง (นอกชุดฝึก ฯ)

วิธีการทดลองจัดการเรียนการสอน วิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) กับนักเรียนในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

(1) กลุ่มทดลอง จัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น มีขั้นตอนในทดลองดังนี้

ก. จัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ในการฝึก รวมทั้งชุดฝึก ฯ ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้า และงานเชื่อมแก๊ส ให้กับกลุ่มทดลองในแต่ละใบงานให้พร้อม

ข. อธิบายขั้นตอนการใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และอธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ค. อธิบายขั้นตอนการทำงานของชุดฝึก ฯ (ตามคู่มือการใช้งานดังแสดงในภาคผนวก ง - 1 หน้า 384 - 392) พร้อมทั้งสาธิตวิธีการเชื่อมแบบไม่อาร์ก การเชื่อมแบบอาร์ก การเชื่อมแบบไม่ติดเปลวแก๊ส และการเชื่อมแบบติดเปลวแก๊ส ในแต่ละใบงานให้กลุ่มทดลองดูจนเข้าใจ

ง. กลุ่มทดลองฝึกเชื่อมแบบไม่อาร์ก เชื่อมแก๊สแบบไม่ติดเปลวไฟเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ เพื่อเป็นการฝึกความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และความเร็วในการเคลื่อนมือ ในระหว่างที่กลุ่มทดลองฝึกเชื่อมในแต่ละใบงานนั้น ผู้วิจัยจะอยู่ควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

จ. กลุ่มทดลองเริ่มฝึกเชื่อมแบบอาร์ก และการเชื่อมแก๊สแบบติดเปลวไฟเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ในแต่ละใบงาน ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองฝึกเชื่อม ผู้วิจัยได้ควบคุม ดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เมื่อเชื่อมเสร็จกลุ่มทดลองแต่ละคนทำความสะอาดรอยเชื่อมของตนเอง นำผลงานรอยเชื่อมส่งตรวจ เพื่อให้ผู้วิจัยชี้แนะ และปรับปรุงแก้ไข

ฉ. กลุ่มทดลองทดสอบเชื่อมนอกชุดฝึก ฯ ด้วยมือเปล่า โดยใช้ทักษะการเชื่อมที่เกิดจากการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ในระหว่างการทดสอบ ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า และงานเชื่อมแก๊ส ตามองค์ประกอบของการเชื่อมของกลุ่มทดลองทุกคนโดยไม่ให้นักเรียนรู้ตัว จากนั้น บันทึกผลลงในแบบสังเกต ฯ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ ค - 5 หน้า 381) เมื่อเชื่อมเสร็จจะได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน จากนั้น ทำความสะอาดรอยเชื่อมเพื่อส่งตรวจ

ช. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยวิธีพินิจ บันทึกผลการตรวจสอบลงในแบบประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละใบงาน

ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นต้นแบบมีเพียง 1 เครื่อง ดังนั้น ในการดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อม

และโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) กับกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยจึงได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มย่อย โดยใช้วิธีการสลับกลุ่มเข้าฝึก ซึ่งกลุ่มทดลองลำดับที่ 1 - 19 จัดอยู่ในกลุ่มย่อยที่ 1 จะดำเนินการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 - 9 และกลุ่มทดลองลำดับที่ 20 - 37 จัดอยู่ในกลุ่มย่อยที่ 2 จะดำเนินการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 - 18 (รายละเอียดแสดงในกำหนดการทดลอง) ซึ่งในขณะที่กลุ่มทดลองกลุ่มย่อยสลับไปปฏิบัติงานอื่นนั้น จะมีครูผู้สอนที่ได้รับมอบหมายในตารางสอนในช่วงเวลาเดียวกันกับผู้วิจัย เป็นผู้ช่วยควบคุมดูแล ซึ่งจากการได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มย่อย สลับกลุ่มเข้าฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ เป็นผลทำให้นักเรียนแต่ละคนไม่ต้องเสียเวลาในการรอเข้าฝึกนาน จึงทำให้นักเรียนสามารถฝึกปฏิบัติการเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ได้อย่างเต็มที่ และมีเวลามากพอที่จะสามารถกลับมาฝึกใหม่ในหลาย ๆ รอบ

(2) กลุ่มควบคุม จัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ฝึกเชื่อมแบบปกติ มีขั้นตอนในแต่ละใบงาน ดังนี้

ก. จัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ในการฝึก ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้าและงานเชื่อมแก๊ส ให้กับกลุ่มควบคุมในแต่ละใบงานให้พร้อม

ข. อธิบายขั้นตอนการใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และอธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ค. กลุ่มควบคุมดูการสาธิตการเชื่อมชิ้นงานในแต่ละใบงานจากผู้วิจัย

ง. กลุ่มควบคุมฝึกเชื่อมชิ้นงานตามใบงาน ซึ่งเป็นการฝึกเชื่อมแบบปกติ ในระหว่างที่กลุ่มควบคุมปฏิบัติงานผู้วิจัยได้ควบคุม ดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

จ. กลุ่มควบคุมทดสอบเชื่อม ได้ผลงานรอยเชื่อมในแต่ละใบงาน ในระหว่างการทดสอบ ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า และงานเชื่อมแก๊สตามองค์ประกอบของการเชื่อมของกลุ่มควบคุมทุกคน โดยไม่ให้นักเรียนรู้ตัว จากนั้น บันทึกผลลงในแบบสังเกต ฯ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ ค - 6 หน้า 382) เมื่อเชื่อมเสร็จกลุ่มควบคุมแต่ละคนทำความสะอาดรอยเชื่อมเพื่อส่งตรวจ

ฉ. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยวิธีพินิจ บันทึกผลการตรวจสอบลงในแบบประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละใบงาน

2) กำหนดการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) กับกลุ่มทดลอง โดยใช้ชุดฝึก ฯ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) และการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ และกลุ่มควบคุม โดยมีกำหนดการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ตั้งแต่วันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2560 จนถึงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ดังนี้

**ตารางที่ 3.2** แสดงกำหนดการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) งานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

| ที่ | กิจกรรม | วัน/เวลา | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 1 | ปฐมนิเทศ 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- ทดสอบพื้นฐานความรู้ (ด้านทักษะการเชื่อม)<br>- งานฝึกเริ่มต้นอาร์ก (นอกขอบเขตการวิจัย) | 24 ต.ค. 2560/08.30-12.30 น.<br>27 ต.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 37 คน |
| 2 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 31 ต.ค. 2560/08.30-12.30 น.<br>3 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานตัดตรง<br>- งานตัดโค้ง (นอกขอบเขตการวิจัย) | 3 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 3 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 7 พ.ย. 2560/08.30-12.30 น.<br>10 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานพับขอบ<br>- งานเข้าตะเข็นขอเกี่ยว<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 10 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 4 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 14 พ.ย. 2560 08.30-12.30 น.<br>17 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานเข้าขอบลวด<br>- งานพับตะเข็บสองชั้น<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 17 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 5 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 21 พ.ย. 2560/08.30-12.30 น.<br>24 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานเขียนแบบแผ่นคลี่<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 24 พ.ย. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |

**ตารางที่ 3.2** (ต่อ)

| ที่ | กิจกรรม | วัน/เวลา | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 6 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 28 พ.ย. 2560/08.30-12.30 น.<br>1 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานกล่องสี่เหลี่ยม<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 1 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 7 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 12 ธ.ค. 2560/08.30-12.30 น.<br>8 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานย้ำหมุด<br>- งานบัดกรี<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 8 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 8 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าราบ | 19 ธ.ค. 2560/08.30-12.30 น.<br>15 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง<br>- งานแล่นประสาน (นอกขอบเขตการวิจัย) | 15 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 9 | สอบกลางภาค 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ<br>- งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าราบ | 26 ธ.ค. 2560 08.30-12.30 น.<br>22 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| | ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง<br>- งานตัดโลหะด้วยแก๊ส<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 22 ธ.ค. 2560/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| 10 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 29 ธ.ค. 2560/08.30-12.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานตัดตรง<br>- งานตัดโค้ง (นอกขอบเขตการวิจัย) | 9 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น.<br>29 ธ.ค. 2560/08.30-12.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |

**ตารางที่ 3.2** (ต่อ)

| ที่ | กิจกรรม | วัน/เวลา | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 11 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 5 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานพับขอบ<br>- งานเข้าตะเข็นขอเกี่ยว<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 16 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น.<br>5 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| 12 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 12 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานเข้าขอบลวด<br>- งานพับตะเข็บสองชั้น<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 23 ม.ค. 2561/13.30-17.30 น.<br>12 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| 13 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ<br>- งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 19 ม.ค. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานเขียนแบบแผ่นคลี่<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 30 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น.<br>19 ม.ค. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| 14 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 26 ม.ค. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงานโลหะแผ่น 3 ชั่วโมง<br>- งานกล่องสี่เหลี่ยม<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 26 ม.ค. 2561/08.30-12.30 น.<br>6 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| 15 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 2 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง<br>- งานย้ำหมุด<br>- งานบัดกรี (นอกขอบเขตการวิจัย) | 13 ก.พ. 2561/08.30-12.30 น.<br>2 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |

**ตารางที่ 3.2** (ต่อ)

| ที่ | กิจกรรม | วัน/เวลา | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 16 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าราบ | 9 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง<br>- งานแล่นประสาน<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 20 ก.พ. 2561/08.30-12.30 น.<br>9 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| 17 | ทฤษฎี 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ<br>- งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าราบ | 16 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง<br>- งานตัดโลหะด้วยแก๊ส<br>(นอกขอบเขตการวิจัย) | 26 ก.พ. 2561/08.30-12.30 น.<br>(นัดชดเชยที่ตรงกับวันหยุด)<br>16 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |
| 18 | สอบปลายภาค 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงานเชื่อมแก๊ส (OAW) 3 ชั่วโมง<br>- สรุปผลการเรียน | 23 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มทดลอง 18 คน |
| | สอบปลายภาค 1 ชั่วโมง<br>ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง<br>- สรุปผลการเรียน | 27 ก.พ. 2561/08.30-12.30 น.<br>(นัดชดเชยที่ตรงกับวันหยุด)<br>23 ก.พ. 2561/13.30-17.30 น. | กลุ่มควบคุม 37 คน<br>กลุ่มทดลอง 19 คน |

3) สถิติที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม)

สถิติที่ใช้วิเคราะห์การเปรียบเทียบผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) คือ ใช้การทดสอบค่าวิกฤตที (t - test) แบบ Independent คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}}$$

โดยที่ $df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ $\bar{X}_1$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{X}_2$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

$S_1^2$ = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$S_2^2$ = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

$n_1$ = จำนวนผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

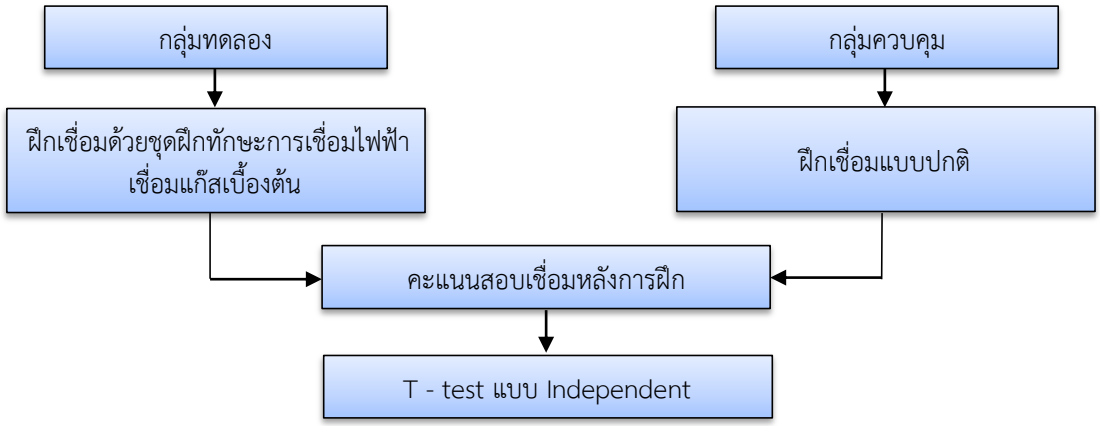
$n_2$ = จำนวนผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

การหาค่าความแปรปรวน

$$S^2 = \frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}$$

4) วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล คือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าวิกฤตที (t - test) แบบ Independent (รายละเอียดคะแนนการทดสอบเชื่อมงานไฟฟ้า และงานเชื่อมแก๊ส ในแต่ละใบงานของกลุ่มทดลอง แสดงในภาคผนวกที่ ค - 1 หน้า 375 และกลุ่มควบคุม แสดงในภาคผนวกที่ ค - 3 หน้า 378)




**รูปที่ 3.27** แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม)

3.2.4.2 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ ดังนี้

1) การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

(1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยเกี่ยวและเอกสารอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการตั้งประเด็นคำถาม

(2) ร่างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ กำหนดหัวข้อหลักที่จะถาม กำหนดรายละเอียดของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ และสร้างแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (รายละเอียดของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ แสดงในภาคผนวก ข - 16 หน้า 339 - 340)

(3) นำร่างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขในประเด็นคำถาม

(4) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งเพื่อประเมินความสอดคล้องโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) เป็นการให้คะแนนการตอบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เห็นว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน -1 เห็นว่าไม่สอดคล้อง

การวิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 248-249)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
$N$ คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC= 0.96 (รายละเอียดของแบบประเมินความสอดคล้อง แสดงในภาคผนวก ข - 17 หน้า 341 - 343 และรายละเอียดของค่าความสอดคล้อง แสดงในภาคผนวก ข - 18 หน้า 344 - 345)

2) สถิติวิเคราะห์ความความพึงพอใจ

สถิติสำหรับวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ ได้แก่

(1) ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

สูตร $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย
$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนน
$n$ คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

(2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 79)

สูตร $S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{n(n-1)}}$

เมื่อ S.D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$\left(\sum \times\right)^2$ คือ กำลังสองของคะแนนรวม

n คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ เป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายในแต่ละข้อคำถาม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2540 : 229) ดังนี้

4.50 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

**3.3 ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)**

3.3.1 วัตถุประสงค์

ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษา และสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน จำนวน 5 คน คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีเฉพาะเจาะจง (รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ข - 19 หน้า 346 - 350)

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการสร้าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยเกี่ยวและเอกสารอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการตั้งประเด็นคำถาม

3.3.3.2 ร่างแบบประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ กำหนดหัวข้อหลักที่จะถาม กำหนดรายละเอียดของแบบประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ สร้างแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (รายละเอียดของแบบประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ แสดงในภาคผนวก ข - 20 หน้า 351 - 353)

3.3.3.3 นำร่างแบบประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขในประเด็นคำถาม

3.3.3.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบประเมินรับรองความเป็นไปได้ ความเป็นประโยชน์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง เพื่อประเมินความสอดคล้องโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) เป็นการให้คะแนนการตอบประเมินของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ให้คะแนน +1 เห็นว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
ให้คะแนน -1 เห็นว่าไม่สอดคล้อง

การวิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 248-249)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
$N$ คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง โดยมีค่า IOC= 0.97 (รายละเอียดของแบบประเมินความสอดคล้องแสดงในภาคผนวก ข - 21 หน้า 354 - 356 และรายละเอียดของค่าความสอดคล้องแสดงในภาคผนวก ข - 22 หน้า 357 - 358)

3.3.4 สถิติวิเคราะห์การรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์

สถิติสำหรับวิเคราะห์การประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ ได้แก่

3.3.4.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 73)

สูตร $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนน

n คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

3.3.4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คำนวณค่าตามสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 79)

สูตร $S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{n(n-1)}}$

เมื่อ S.D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$\left(\sum X\right)^2$ คือ กำลังสองของคะแนนรวม

n คือ จำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูลการรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายในแต่ละข้อคำถาม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2540 : 229) ดังนี้

4.50 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

(รายละเอียดการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของผู้เชี่ยวชาญ แสดงในภาคผนวก ข - 23 หน้า 359 - 373)

# บทที่ 4
# การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ

4.1.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1)

4.1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

4.1.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึก ฯ

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

## 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ เป็นการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง โดยจำแนกรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

**ตารางที่ 4.1** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความหมายความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ ก. ด้านการออกแบบ

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | ความหมาย |
| **อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)** | | | |
| 1. หลักการทำงานสามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวจับลวดเชื่อม มุมลวดเชื่อม แยกตามใบงาน ดังนี้ | | | |
| 1.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 1.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 1.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 1.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 1.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2. อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสม | | | |
| 2.1 ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และมุมลวดเชื่อม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 2.1.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.1.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.1.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.1.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.1.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.2 ตัวจับลวดเชื่อม | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.3 ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.4 ชิ้นงาน | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.5 อุปกรณ์วางชิ้นงานเชื่อม | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.6 โต๊ะเชื่อม | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.7 ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (กรณีอาร์กติดชิ้นงาน) | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 2.8 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วตัวจับลวดเชื่อม ลวดเชื่อม สามารถปรับระดับความเร็วได้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. สามารถกำหนดความเร็วในการเชื่อมเสมือนการเชื่อมปกติได้ แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 3.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 3.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 3.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 3.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 3.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 4. ความคล้ายคลึงระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้ากับการฝึกเชื่อมไฟฟ้าแบบปกติ | | | |
| 4.1 ขนาดและรูปร่างชิ้นงาน | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.1** (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 4.2 ตำแหน่งการวางชิ้นงาน | 4.40 | 0.89 | มาก |
| 4.3 มุมลวดเชื่อม | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 4.4 ความเร็วในการเคลื่อนลวดเชื่อมสามารถปรับระดับความเร็วได้ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 4.5 ทักษะที่ได้คล้ายคลึงกับการเชื่อมปกติ แยกตามใบงาน ดังนี้ | | | |
| 4.5.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 4.5.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 4.5.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 4.5.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 4.5.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| **อุปกรณ์การเชื่อมแก๊ส (OAW)** | | | |
| 5. หลักการทำงาน สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมแก๊ส มุมหัวทิพเชื่อมและมุมลวดเติม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 5.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 5.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 5.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 5.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 6. อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสม | | | |
| 6.1 ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สและมุมลวดเติม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 6.1.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 6.1.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.1.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.1.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.1.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.2 หัวเชื่อมแก๊ส | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.3 ลวดเติม | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.4 ชิ้นงาน | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.5 อุปกรณ์วางชิ้นงานเชื่อม | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.6 โต๊ะเชื่อม | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.7 ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.8 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วหัวเชื่อมแก๊ส สามารถปรับระดับความเร็วได้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.1** (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 7. สามารถกำหนดความเร็วในการเชื่อมเสมือนการเชื่อมปกติได้ แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 7.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.40 | 0.54 | มาก |
| 7.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 7.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 7.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 7.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 8. ความคล้ายคลึงระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมแก๊สกับการฝึกเชื่อมแก๊สแบบปกติ | | | |
| 8.1 ขนาดและรูปร่างชิ้นงาน | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 8.2 ตำแหน่งการวางชิ้นงาน | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 8.3 มุมลวดเติม | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 8.4 ความเร็วในการเคลื่อนหัวเชื่อมแก๊สสามารถปรับระดับความเร็วได้ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 8.5 ทักษะที่ได้คล้ายคลึงกับการเชื่อมปกติ แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 8.5.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 8.5.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 8.5.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 8.5.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 8.5.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| **ความเหมาะสมด้านการออกแบบโดยเฉลี่ย** | **4.73** | **0.44** | **มากที่สุด** |

**ตารางที่ 4.1** (ต่อ)

ข. ด้านการใช้งาน

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| **อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)** | | | |
| 1. การประกอบอุปกรณ์มีความเหมาะสม | | | |
| 1.1 การประกอบตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์เพื่อควบคุมมุมลวดเชื่อมและนำการเคลื่อนที่ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2. การจัดวางและประกอบชิ้นงานสะดวก มีความเหมาะสม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 2.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 2.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 3. การใช้อุปกรณ์ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้ามีความเหมาะสม | | | |
| 3.1 การเปิด-ปิดมอเตอร์ขับเคลื่อนทำได้สะดวก | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.2 สามารถให้เกิดทักษะในการเคลื่อนที่ การกำหนดมุมลวดเชื่อม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 3.2.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.2.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.2.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.2.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.2.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.3 ทัศนวิสัยขณะฝึกเชื่อมกับชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าในการควบคุมตัวจับลวดเชื่อมและลวดเชื่อม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 3.3.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.3.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.3.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.3.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3.3.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.4 ปรับความเร็วของตัวจับลวดเชื่อมเพื่อใช้ในการฝึกเชื่อมได้ง่าย สะดวก | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.5 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้ามีความปลอดภัยในด้านการใช้งาน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.6 ความคงทนถาวรในการใช้งาน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.7 ความสวยงาม เหมาะสมน่าใช้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.1** (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 3.8 การเก็บรักษา | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมแก๊ส (OAW)** | | | |
| 4. การประกอบอุปกรณ์มีความเหมาะสม | | | |
| 4.1 การประกอบตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ลวดเติมเข้ากับชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ เพื่อควบคุมมุมหัวทิพเชื่อมและลวดเชื่อมเติมและนำการเคลื่อนที่ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 5. การจัดวางและประกอบชิ้นงานสะดวก มีความเหมาะสม แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 5.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6. การใช้อุปกรณ์ชุดฝึกทักษะการเชื่อมแก๊ส | | | |
| 6.1 การเปิด-ปิดมอเตอร์ขับเคลื่อนทำได้สะดวก | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.2 สามารถให้เกิดทักษะในการเคลื่อนการเชื่อม การกำหนดมุมลวดเติม ระยะห่างของกรวยไฟ แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 6.2.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.2.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.2.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 6.2.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.2.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.3 ทัศนวิสัยขณะฝึกเชื่อมกับชุดฝึกทักษะการเชื่อมแก๊สในการควบคุมหัวเชื่อม ลวดเติมและระยะห่างของกรวยไฟ แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ | | | |
| 6.3.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.60 | 0.54 | มากที่สุด |
| 6.3.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.3.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.3.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.3.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.4 ปรับความเร็วของหัวเชื่อมแก๊สเพื่อใช้ในการฝึกเชื่อมได้ง่าย สะดวก | 4.80 | 0.44 | มากที่สุด |
| 6.5 ชุดฝึกทักษะการเชื่อมแก๊สมีความปลอดภัยในด้านการใช้งาน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.6 ความคงทนถาวรในการใช้งาน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.1** (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 6.7 ความสวยงาม เหมาะสมน่าใช้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.8 การเก็บรักษา | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **ความเหมาะสมด้านการใช้งานโดยเฉลี่ย** | **4.85** | **0.25** | **มากที่สุด** |
| **ความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ โดยรวม** | **4.79** | **0.35** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น พบว่า โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79, S.D.= 0.35) มื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.85, S.D.= 0.25) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านการออกแบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.73, S.D.= 0.44)

4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ

4.1.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1)

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ในรูปแบบของตาราง ดังนี้

**ตารางที่ 4.2** แสดงค่าประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1)

ก. การเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 6.50 | 6.60 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.30 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 6.00 | 6.00 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.27** | **63.00** |
| 2 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 6.60 | 6.90 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.10 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 6.00 | 6.10 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.33** | **64.33** |

**ตารางที่ 4.2** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 3 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 7.60 | 7.80 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.10 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.00 | 5.50 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.33** | **65.33** |
| 4 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 6.90 | 7.00 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.00 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.90 | 6.00 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.66** | **64.33** |
| 5 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 7.00 | 7.40 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.00 | 6.10 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.60 | 5.90 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.00** | **64.66** |
| | **ประสิทธิภาพการเชื่อมไฟฟ้าโดยเฉลี่ย** | **62.31** | **64.33** |

**ตารางที่ 4.2** (ต่อ)

ข. การเชื่อมแก๊ส (OAW)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 7.00 | 7.20 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.10 | 6.10 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.90 | 6.10 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **63.33** | **64.67** |
| 2 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 7.20 | 7.20 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.10 | 6.20 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.50 | 5.90 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.67** | **64.33** |
| 3 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 6.70 | 7.20 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.10 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.90 | 6.10 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.33** | **65.33** |

**ตารางที่ 4.2** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 4 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 7.00 | 7.20 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.10 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 5.50 | 6.10 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.00** | **65.33** |
| 5 | 1. นายสายฟ้า ปิดตาฝ้าย (เก่ง) | 6.30 | 6.70 |
| | 2. นายเอกรินทร์ แบ่งจะโป๊ะ (ปานกลาง) | 6.20 | 6.30 |
| | 3. นายต้าร์ คำอ่อน (อ่อน) | 6.10 | 6.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **62.00** | **64.00** |
| | **ประสิทธิภาพการเชื่อมแก๊สโดยเฉลี่ย** | **62.46** | **64.73** |
| | **ประสิทธิภาพชุดฝึก ฯ โดยรวม** | **62.38** | **64.80** |

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ของชุดฝึก ฯ พบว่า โดยรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.38/64.80 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพทำให้ทราบว่าชุดฝึก ฯ ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

4.1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ในรูปแบบของตาราง ดังนี้

**ตารางที่ 4.3** แสดงค่าประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

ก. การเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 8.40 | 8.80 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 8.00 | 8.40 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.30 | 7.80 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.20 | 7.30 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.20 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.30 | 6.80 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.30 | 7.30 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 6.00 | 6.50 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 6.00 | 6.70 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.30 | 6.50 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **71.00** | **73.30** |
| 2 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 8.00 | 8.20 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 7.90 | 8.20 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.70 | 7.90 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.10 | 7.20 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.50 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.20 | 7.50 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.20 | 7.50 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 7.10 | 7.20 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 6.60 | 7.10 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.30 | 6.60 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.30** | **74.90** |

**ตารางที่ 4.3** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 3 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 8.20 | 8.40 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 8.10 | 8.20 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 8.00 | 8.10 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.20 | 7.30 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.30 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.10 | 7.20 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 6.70 | 7.20 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 6.90 | 7.10 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 6.90 | 7.10 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.60 | 6.90 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.80** | **74.80** |
| 4 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 7.60 | 8.00 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 8.00 | 8.20 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.40 | 7.60 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.20 | 7.20 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.40 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.20 | 7.60 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.00 | 7.40 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 7.00 | 7.20 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 6.60 | 7.00 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.80 | 7.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.00** | **74.80** |

**ตารางที่ 4.3** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 5 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 7.80 | 8.00 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 8.00 | 8.20 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.40 | 7.80 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.40 | 7.40 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.40 | 7.60 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.20 | 7.40 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.20 | 7.20 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 7.00 | 7.40 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 7.00 | 7.40 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.80 | 7.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **73.20** | **75.60** |
| | **ประสิทธิภาพการเชื่อมไฟฟ้าโดยเฉลี่ย** | **72.26** | **74.68** |

**ตารางที่ 4.3** (ต่อ)

ข. การเชื่อมแก๊ส

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 8.20 | 8.80 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 8.20 | 7.60 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.20 | 7.60 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.20 | 7.60 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.20 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.00 | 7.20 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.20 | 7.60 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 7.00 | 7.00 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 7.00 | 7.00 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.70 | 7.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.90** | **74.80** |

**ตารางที่ 4.3** (ต่อ)

| ใบงาน | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 2 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 7.60 | 8.00 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 7.60 | 7.80 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.30 | 7.30 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.30 | 7.30 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.30 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.20 | 7.60 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.20 | 7.30 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 6.70 | 7.20 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 7.20 | 7.20 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.70 | 6.70 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.00** | **73.70** |
| 3 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 8.00 | 8.20 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 8.20 | 8.40 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.20 | 7.30 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.20 | 7.30 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.30 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 7.00 | 7.20 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.00 | 7.30 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 7.00 | 7.20 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 7.00 | 7.00 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.30 | 6.70 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.80** | **73.90** |

**ตารางที่ 4.3** (ต่อ)

| ใบงาน | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 4 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 7.90 | 8.00 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 7.90 | 8.00 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.20 | 7.40 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.10 | 7.40 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.40 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 6.80 | 7.60 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.10 | 7.20 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 7.10 | 7.20 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 6.80 | 7.40 |
| | 10. นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 7.10 | 7.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.20** | **74.80** |
| 5 | 1. นายณัฐวุฒิ เทียบคำ | 7.60 | 8.00 |
| | 2. นายวิลาส แซ่จ้าว (เก่ง) | 7.90 | 8.00 |
| | 3. นายคมกฤษ หกขุนทด | 7.20 | 7.60 |
| | 4. นางสาวพิมพิศา นาชัยฤทธิ์ | 7.60 | 7.60 |
| | 5. นางสาวพัชรินทร์ ชัยชะ | 7.20 | 7.30 |
| | 6. นายธนกร โต๊ะมาก (ปานกลาง) | 6.70 | 7.20 |
| | 7. นายภัทรกร ทองแม้น | 7.20 | 7.30 |
| | 8. นายณัฐวุฒิ สาระปัญญา | 6.70 | 7.20 |
| | 9. นายพุฒิพงศ์ เมืองกลม (อ่อน) | 7.20 | 7.30 |
| | 10 นายชัยยารักษ์ เดสันเทียะ | 6.70 | 7.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **72.00** | **74.70** |
| | **ประสิทธิภาพการเชื่อมแก๊สโดยเฉลี่ย** | **72.38** | **74.38** |
| | **ประสิทธิภาพชุดฝึก ฯ โดยรวม** | **72.32** | **74.53** |

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ของชุดฝึก ฯ พบว่า โดยรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.32/74.53 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพทำให้ทราบว่าชุดฝึก ฯ ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

4.1.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ในรูปแบบของตาราง ดังนี้

**ตารางที่ 4.4** แสดงค่าประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

ก. การเชื่อมไฟฟ้า

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.40 | 9.10 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 9.10 | 9.40 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.40 | 8.50 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.80 | 8.80 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.80 | 9.10 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.10 | 8.40 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.40 | 8.80 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.40 | 8.60 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.40 | 8.40 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.00 | 8.40 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.80 | 8.80 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.50 | 8.60 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.40 | 8.40 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.40 | 8.60 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.40 | 8.60 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.50 | 8.50 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.40 | 8.50 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.00 | 8.40 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.00 | 8.00 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.00 | 8.40 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.00 | 8.40 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.40 | 8.40 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 7.80 | 8.40 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **83.71** | **85.95** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 2 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.80 | 9.10 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.50 | 8.80 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.20 | 8.50 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.40 | 8.50 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.40 | 8.50 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.20 | 8.40 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.40 | 8.50 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.20 | 8.50 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.40 | 8.80 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.50 | 8.50 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.40 | 8.50 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.20 | 8.40 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.40 | 8.50 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.20 | 8.50 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.20 | 8.50 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.50 | 8.80 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.00 | 8.40 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.20 | 8.40 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.30 | 8.50 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.00 | 8.20 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.00 | 8.40 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.20 | 8.40 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **83.04** | **85.37** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 3 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.60 | 8.80 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.40 | 8.60 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.50 | 8.80 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.30 | 8.60 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.10 | 8.50 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.30 | 8.50 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.00 | 8.10 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.10 | 8.30 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.30 | 8.50 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.30 | 8.60 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.10 | 8.50 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.30 | 8.60 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.50 | 8.60 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.10 | 8.30 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.10 | 8.30 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.40 | 8.60 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.10 | 8.30 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.30 | 8.50 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.10 | 8.30 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 7.90 | 8.00 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.00 | 8.10 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.10 | 8.30 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.00 | 8.10 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.10 | 8.30 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **82.08** | **84.20** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 4 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 9.10 | 9.20 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.60 | 8.80 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.40 | 8.80 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.30 | 8.40 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.40 | 8.60 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.20 | 8.40 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.40 | 8.60 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.60 | 8.80 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.40 | 8.60 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.60 | 8.80 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.40 | 8.60 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.40 | 8.60 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.20 | 8.60 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.40 | 8.60 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.60 | 8.80 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.40 | 8.60 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.40 | 8.60 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.30 | 8.60 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.00 | 8.20 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.00 | 8.20 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.20 | 8.40 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.00 | 8.20 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.00 | 8.30 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.00 | 8.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **83.45** | **85.62** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 5 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.20 | 8.50 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.20 | 8.20 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.20 | 8.50 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.50 | 9.10 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.50 | 8.60 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.40 | 8.50 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.40 | 8.60 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.40 | 8.60 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.50 | 8.60 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.10 | 8.40 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.10 | 8.40 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.30 | 8.50 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.10 | 8.50 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.50 | 8.60 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.40 | 8.60 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.40 | 8.60 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.00 | 8.30 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.10 | 8.40 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.00 | 8.30 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.40 | 8.50 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.00 | 8.40 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.10 | 8.40 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **82.70** | **85.16** |
| | **ประสิทธิภาพการเชื่อมไฟฟ้าโดยเฉลี่ย** | **82.99** | **85.26** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

ข. การเชื่อมแก๊ส

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.50 | 8.80 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.80 | 9.10 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.70 | 8.80 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.70 | 8.80 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.20 | 8.20 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.20 | 8.50 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.50 | 8.70 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.20 | 8.50 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.50 | 8.70 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.20 | 8.20 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.50 | 8.70 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.70 | 8.80 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.20 | 8.50 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 17.นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.20 | 8.50 |
| | 18.นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.20 | 8.70 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 7.80 | 8.20 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 7.80 | 8.20 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.20 | 8.20 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.20 | 8.50 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.20 | 8.50 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.20 | 8.70 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **83.29** | **85.79** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 2 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.80 | 9.10 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.50 | 8.50 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.50 | 8.50 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.20 | 8.50 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.80 | 8.80 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.20 | 8.50 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.50 | 8.80 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.20 | 8.50 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.20 | 8.50 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.20 | 8.00 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 7.90 | 8.00 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 7.80 | 8.00 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.00 | 8.10 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.00 | 8.10 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.20 | 8.40 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.20 | 8.50 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.50 | 8.80 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.00 | 8.10 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.00 | 8.10 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.20 | 8.20 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 7.80 | 8.00 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 7.80 | 8.00 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.20 | 8.50 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **82.04** | **83.75** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 3 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.80 | 9.10 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.50 | 8.20 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.20 | 8.50 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.50 | 8.80 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.50 | 8.50 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.00 | 8.50 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.50 | 8.50 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.20 | 8.20 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.00 | 8.20 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.20 | 8.50 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.00 | 8.00 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.20 | 8.50 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.00 | 8.20 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.00 | 8.00 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.20 | 8.20 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 7.60 | 8.00 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.00 | 8.20 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 7.90 | 8.20 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.00 | 8.50 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.20 | 8.50 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.00 | 8.20 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **82.13** | **84.00** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 4 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.40 | 9.10 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.50 | 9.40 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.40 | 9.10 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.40 | 8.50 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.40 | 8.80 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.40 | 8.50 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.20 | 8.20 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.20 | 8.40 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.20 | 8.20 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.10 | 8.20 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.20 | 8.40 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.10 | 8.20 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.00 | 8.10 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.10 | 8.20 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.20 | 8.40 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.10 | 8.20 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.20 | 8.40 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.20 | 8.20 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.10 | 8.20 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.10 | 8.10 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.10 | 8.20 |
| | 22.นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 8.10 | 8.40 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.20 | 8.40 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 8.20 | 8.40 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **82.13** | **84.13** |

**ตารางที่ 4.4** (ต่อ)

| ใบงานที่ | ชื่อ - สกุล | ประสิทธิภาพกระบวนการ (10 คะแนน) | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (10 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 5 | 1. นายอนุศาสตร์ ระไหวกลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 2. นายศักรินทร์ โฉสูงเนิน | 8.00 | 8.20 |
| | 3. นายชาคริต สุขสูงเนิน | 8.30 | 8.50 |
| | 4. นายลักษวุธ ขวบสันเทียะ (เก่ง) | 8.00 | 8.20 |
| | 5. นายพันธกานต์ ชะม้ายกลาง | 8.20 | 8.30 |
| | 6. นายพิรุณ รักไร่กลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 7. นายอดุลย์วิทย์ ไขพันดุง | 8.00 | 8.20 |
| | 8. นายเสฏฐวุฒิ วรรณรักษ์ | 8.00 | 8.50 |
| | 9. นายธนากร ปราบงูเหลือม | 8.20 | 8.30 |
| | 10. นายสุภกิณห์ อินทรา | 8.00 | 8.30 |
| | 11. นายบุญญากร โฉมใหม่ | 8.20 | 8.50 |
| | 12. นางสาวกาญจณา เป้าตะลุมปุ๊ก | 8.20 | 8.30 |
| | 13. นายทัศน์พล ใบโพธิ์ (ปานกลาง) | 8.20 | 8.50 |
| | 14. นายเมธี พื้นทะเล | 8.30 | 8.50 |
| | 15. นายธีระภัทร ชอบทดลอง | 8.20 | 8.30 |
| | 16. นายธนากร ระไหวกลาง | 8.20 | 8.50 |
| | 17. นายปกรณ์เกียรติ แดงสีดา | 8.00 | 8.30 |
| | 18. นายภูวเดช กลอมกล่อม | 8.20 | 8.50 |
| | 19. นายธีรภัทร สายเพ็ชร | 8.00 | 8.20 |
| | 20. นายคณิตนันท์ แนวบุตร | 8.00 | 8.30 |
| | 21. นายณรงค์ จากโคกสูง | 8.20 | 8.20 |
| | 22. นายภูวนัย จงกลาง (อ่อน) | 7.90 | 8.20 |
| | 23. นายวีระพล มลณี | 8.40 | 8.50 |
| | 24. นายโรจน์ เชิบกลาง | 7.90 | 8.50 |
| | **ประสิทธิภาพ** | **81.25** | **83.67** |
| | **ประสิทธิภาพการเชื่อมแก๊สโดยเฉลี่ย** | **82.17** | **84.27** |
| | **ประสิทธิภาพชุดฝึก ฯ โดยรวม** | **82.15** | **84.20** |

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ของชุดฝึก ฯ พบว่า โดยรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20 จากผลการทดสอบทำให้ทราบว่าชุดฝึก ฯ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

## 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึก ฯ

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

4.2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW))

1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีทางสถิติ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าวิกฤตที (t - test) แบบ Independent ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง โดยจำแนกรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

**ตารางที่ 4.5** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 1 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

| นักเรียน | n | $\bar{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.76 | 0.36 | 19.09* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.50 | 0.62 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 1 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ($\bar{X}$ = 8.76, S.D.= 0.36) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ = 6.50, S.D.= 0.62) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.6** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 2 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ

| นักเรียน | n | $\bar{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.46 | 0.44 | 20.36* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.41 | 0.41 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 2 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ($\overline{X}$ = 8.46, S.D.= 0.44) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ = 6.41, S.D.= 0.41) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.7** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ

| นักเรียน | n | $\overline{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.70 | 0.44 | 21.75* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.42 | 0.45 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ($\overline{X}$ = 8.70, S.D.= 0.44) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ = 6.42, S.D.= 0.45) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.8** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ

| นักเรียน | n | $\overline{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.67 | 0.48 | 21.66* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.50 | 0.37 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ($\overline{X}$ = 8.67, S.D.= 0.48) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ = 6.50, S.D.= 0.37) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.9** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

| นักเรียน | n | $\overline{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.40 | 0.28 | 26.57* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.34 | 0.37 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW)) ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ( $\overline{X}$ = 8.40, S.D.= 0.28) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ( $\overline{X}$ = 6.34, S.D.= 0.37) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) การเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ

การเปรียบเทียบผลงานด้วยวิธีพินิจ ผู้วิจัยได้นำผลงานเชื่อมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่มีระดับคะแนนสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละใบงาน ดังนี้

(1) ใบงานที่ 1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.10** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายจักรพันธ์ เจ็กนอก | ผลงานของ นายธนากร เพ้ยจันทึก |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.11** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายชัยทัต พรหมพันใจ | ผลงานของ นางสาวเพ็ญพิชา พนมหอม |

(2) ใบงานที่ 2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.12** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายธนาการ พุดลา | ผลงานของ นายทัตพงศ์ งามจันอัด |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.13** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายณัฐพล จันทร์สุข | ผลงานของ นายณัฐพงศ์ กุลโรจน์วรกุล |

(3) ใบงานที่ 3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.14** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายณัฐภัทร อินทร์ใหม่ | ผลงานของ นายทัตพงศ์ งามจันอัด |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.15** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายเกศศักดิ์ สุขเรือน | ผลงานของ นางสาวเพ็ญพิชา พนมหอม |

(4) ใบงานที่ 4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อมุมตำแหน่งท่าราบ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.16** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายโชติเกษม สุระสังข์ | ผลงานของ นายเดชสิทธิ์ เสาวโร |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.17** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายโชตินนท์ เชื้อวงค์ | ผลงานของ นายภิชาคริตส์ กวดขุนทด |

(5) ใบงานที่ 5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.18** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายณัฐวัฒน์ ประกอบผล | ผลงานของ นายสิรวิชญ์ ปัทนาถา |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.19** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายเกศศักดิ์ สุขเรือน | ผลงานของ นายเทพพร สุดกระโทก |

4.2.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW))

1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีทางสถิติ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

และค่าวิกฤตที (t - test) แบบ Independent ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง โดยจำแนกรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

**ตารางที่ 4.20** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 1 เรื่อง งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว

| นักเรียน | n | $\bar{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.94 | 0.33 | 29.24* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.39 | 0.41 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.20 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 1 เรื่อง งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ($\bar{X}$ = 8.94, S.D.= 0.33) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ = 6.39, S.D.= 0.41) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.21** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 2 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

| นักเรียน | n | $\bar{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.61 | 0.50 | 17.09* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.39 | 0.60 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 2 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ($\bar{X}$ = 8.61, S.D.= 0.50) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ = 6.39, S.D.= 0.60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.22** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ

| นักเรียน | n | $\bar{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.87 | 0.35 | 21.51* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 40 | 6.40 | 0.60 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 3 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ( $\overline{X}$ = 8.87, S.D.= 0.35) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ( $\overline{X}$ = 6.40, S.D.= 0.60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.23** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ

| นักเรียน | n | $\overline{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.44 | 0.45 | 18.59* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.43 | 0.47 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.23 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 4 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ( $\overline{X}$ = 8.44, S.D.= 0.45) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ( $\overline{X}$ = 6.43, S.D.= 0.47) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 4.24** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ

| นักเรียน | n | $\overline{X}$ | S.D. | t | P - Value |
|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มทดลอง | 37 | 8.59 | 0.43 | 20.47* | 0.000 |
| กลุ่มควบคุม | 37 | 6.47 | 0.46 | | |

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อมแก๊ส (OAW)) ใบงานที่ 5 เรื่อง งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ( $\overline{X}$ = 8.59, S.D.= 0.43) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ( $\overline{X}$ = 6.47, S.D.= 0.46) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

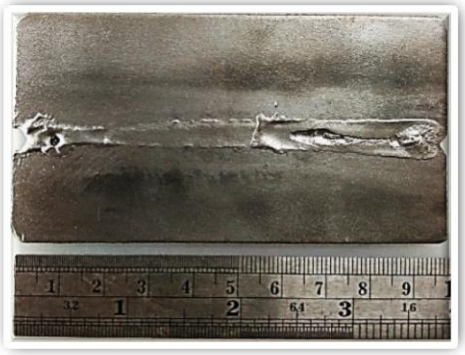
2) การเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ

การเปรียบเทียบผลงานด้วยวิธีพินิจ ผู้วิจัยได้นำผลงานเชื่อมของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่มีระดับคะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุดในแต่ละใบงาน ดังนี้

(1) ใบงานที่ 1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.25** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| |  |
| ผลงานของ นายพงศกร เคยศึก | ผลงานของ นายพรพงษ์ มีอุตสาห์ |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.26** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 1 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายกรกฎ จันน้อย | ผลงานของ นางสาวสุพัตรา บรรดาศักดิ์ |

(2) ใบงานที่ 2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.27** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายจักรพันธ์ เจ็กนอก | ผลงานของ นายธนเมธี ประมูประถัมภ์ |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.28** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 2 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายนายจิรภัทร จันทะเดช | ผลงานของ นางสาวสุพัตรา บรรดาศักดิ์ |

(3) ใบงานที่ 3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.29** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายธัยพงศ์ ฉลาดอักษรสิทธิ์ | ผลงานของ นายสิรวิชญ์ ปัทนาถา |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.30** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 3 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายวรากร จีนดอน | ผลงานของ นางสาวสุพัตรา บรรดาศักดิ์ |

(4) ใบงานที่ 4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.31** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนสูงสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายธนพล ศรีมาลา | ผลงานของ นายพรพงษ์ มีอุตสาห์ |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.32** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 4 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| **กลุ่มทดลอง** | **กลุ่มควบคุม** |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายจักรพันธ์ เจ็กนอก | ผลงานของ นายกรกนก บัวกอ |

(5) ใบงานที่ 5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวที่ตำแหน่งท่าระดับ

ก. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนสูงสุด

**ตารางที่ 4.33** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนสูงสุด

| กลุ่มทดลอง | กลุ่มควบคุม |
|---|---|
| | |
| ;ผลงานของ นายอัมรินทร์ แก่นวิโรจน์ | ผลงานของ นายสิรวิชญ์ ปัทนาถา |

ข. ผลงานเชื่อมที่มีคะแนนต่ำสุด

**ตารางที่ 4.34** แสดงการเปรียบเทียบผลงานเชื่อมด้วยวิธีพินิจ ใบงานที่ 5 ที่มีคะแนนต่ำสุด

| กลุ่มทดลอง | กลุ่มควบคุม |
|---|---|
| | |
| ผลงานของ นายธันยพงศ์ ฉลาดอักษรสิทธิ์ | ผลงานของ นายจตุพร สอนวงษ์แก้ว |

4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง โดยจำแนกรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

**ตารางที่ 4.35** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความหมายของความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

| รายการ | ระดับความความพึงพอใจ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 1. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ที่มีรูปลักษณ์สวยงาม น่าใช้ ในระดับใด | 4.62 | 0.49 | มากที่สุด |
| 2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อมโดยใช้ชุดฝึก ฯ มีความคล้ายคลึงกับการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า และงานเชื่อมแก๊สด้วยมือเปล่าในระดับใด | 4.70 | 0.46 | มากที่สุด |
| 3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ แยกตามใบงานต่าง ๆ ดังนี้ ในระดับใด | | | |
| 3.1 การฝึกเชื่อมไฟฟ้า | | | |
| 3.1.1 งานเชื่อมไฟฟ้าเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.70 | 0.46 | มากที่สุด |
| 3.1.2 งานเชื่อมไฟฟ้าทับแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 3.1.3 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.76 | 0.43 | มากที่สุด |
| 3.1.4 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตำแหน่งท่าราบ | 4.68 | 0.45 | มากที่สุด |
| 3.1.5 งานเชื่อมไฟฟ้าต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.65 | 0.48 | มากที่สุด |
| 3.2 การฝึกเชื่อมแก๊ส | | | |
| 3.2.1 งานสร้างและควบคุมแอ่งหลอมเหลว | 4.70 | 0.46 | มากที่สุด |
| 3.2.2 งานเชื่อมแก๊สเดินแนวตำแหน่งท่าราบ | 4.59 | 0.49 | มากที่สุด |
| 3.2.3 งานเชื่อมแก๊สต่อเกยตำแหน่งท่าระดับ | 4.68 | 0.47 | มากที่สุด |
| 3.2.4 งานเชื่อมแก๊สต่อมุมตำแหน่งท่าราบ | 4.70 | 0.46 | มากที่สุด |
| 3.2.5 งานเชื่อมแก๊สต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่ทำให้นักเรียนคุ้ยเคยกับองค์ประกอบของการเชื่อมจนเกิดความชำนาญเมื่อปฏิบัติการเชื่อมด้วยมือเปล่า (นอกชุดฝึก) ทำให้ได้รอยเชื่อมที่ดีมีคุณภาพในระดับใด | 4.70 | 0.46 | มากที่สุด |
| 5. นักเรียนมีความพึงพอต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้นในระดับใด | 4.84 | 0.37 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.35** (ต่อ)

| รายการ | ระดับความความพึงพอใจ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 6. นักเรียนมีความพึงพอต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่สามารถช่วยให้นักเรียนมีฝีมือในการเชื่อมดีขึ้นในระดับใด | 4.45 | 0.50 | มาก |
| 7. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อระยะเวลาของการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ มีความเหมาะสมในระดับใด | 4.19 | 0.39 | มาก |
| 8. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ มีความปลอดภัยในการใช้งานในระดับใด | 4.73 | 0.45 | มากที่สุด |
| 9. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ มีความสะดวกในการใช้งานในระดับใด | 4.50 | 0.50 | มากที่สุด |
| 10. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ ในภาพรวมในระดับใด | 4.76 | 0.43 | มากที่สุด |
| **ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ โดยรวม** | **4.65** | **0.46** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4.35 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ พบว่าโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65, S.D.= 0.46) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอต่อการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้นในระดับใด ($\bar{X}$ = 4.84, S.D.= 0.37) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อระยะเวลาของการฝึกเชื่อม โดยใช้ชุดฝึก ฯ มีความเหมาะสมในระดับใด ($\bar{X}$ = 4.19, S.D.= 0.39) มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด

**4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)**

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตาราง โดยจำแนกรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

**ตารางที่ 4.36** แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความหมายของการรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ

| รายการ | ระดับคุณภาพ ความเป็นไปได้ ความเป็นประโยชน์ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 1. ท่านรับรองชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100-1005) ที่มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.79, S.D.= 0.35) ในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2. ท่านรับรองชุดฝึก ฯ ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20 ในระดับใด | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 3. ท่านรับรองผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกใบงานในระดับใด | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. ท่านรับรองความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดฝึก ฯ ที่พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65, S.D.= 0.46) ในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 5. ท่านรับรองคุณภาพของชุดฝึก ฯ โดยรวมในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 6. ท่านเห็นด้วยกับหลักการ แนวคิดที่ใช้ชุดฝึก ฯ แทนการจับมือนักเรียนฝึกเชื่อมในการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น มีความเป็นไปได้ในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 7. ท่านเห็นด้วยกับชุดฝึก ฯ ที่มีสามารถทำให้นักเรียนฝึกเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้น มีความเป็นไปได้ในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 8. ท่านเห็นด้วยกับชุดฝึก ฯ ที่สามารถทำให้นักเรียนมีฝีมือในการเชื่อมดีขึ้น มีความเป็นไปได้ในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 9. ท่านเห็นด้วยกับชุดฝึก ฯ ที่สามารถทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติงานเชื่อมได้ถูกต้อง และเหมาะสมตามองค์ประกอบของการเชื่อมมีความเป็นไปได้ในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |

**ตารางที่ 4.36** (ต่อ)

| รายการ | ระดับคุณภาพ ความเป็นไปได้ ความเป็นประโยชน์ | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{X}$ | S.D. | ความหมาย |
| 10. ท่านเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่สามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบการจัดการเรียนการสอนได้มีความเป็นไปได้ในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| **ความเป็นประโยชน์** | | | |
| 11. ท่านเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ดี มีประโยชน์ต่อครูในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 12. ท่านเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ดี มีประโยชน์ต่อนักเรียนในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 13. ท่านเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ดี มีประโยชน์ต่อสถานศึกษาในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 14. ท่านเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ดี มีประโยชน์ที่ทำให้นักเรียนมีฝีมือและทักษะการเชื่อมที่ดีกว่าการฝึกเชื่อมด้วยวิธีปกติในระดับใด | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 15. ท่านเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ดี มีประโยชน์ที่ช่วยทำให้ประหยัดงบประมาณ และลดการสูญเสียวัสดุฝึกจากเชื่อมเสียในระดับใด | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| **คุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ โดยรวม** | **4.67** | **0.46** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4.36 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D.= 0.46) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ท่านรับรองผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกใบงานในระดับใด ($\bar{X}$ = 5.00, S.D.= 0.00) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และท่านรับรองชุดฝึก ฯ ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20 ในระดับใด ($\bar{X}$ = 4.20, S.D.= 0.45) มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

## 5.1 สรุป

5.1.1 สร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ทั้งนี้เพื่อ

5.1.1.1 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ

สรุป ชุดฝึกฯ ที่สร้างขึ้นโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.79, S.D. = 0.35)

5.1.1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1)

สรุป ชุดฝึก ฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.38/64.80 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10)

สรุป ชุดฝึก ฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.32/74.53 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100)

สรุป ชุดฝึก ฯ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

5.1.2 ดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึก ฯ ทั้งนี้เพื่อ

5.1.2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

สรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกใบงาน

5.1.2.2 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ

สรุป ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.65, S.D. = 0.46)

5.1.3 ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

สรุป การประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.46)

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) สามารถอภิปรายผล ในแต่ละวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังนี้

1) อภิปรายผลความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

ผลการวิจัย พบว่า ชุดฝึก ฯ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.79, S.D. = 0.35) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ชุดฝึก ฯ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากขึ้นไป ทั้งนี้ เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบ และพิจารณาแล้วเห็นว่าชุดฝึก ฯ มีหลักการคล้ายกับครูได้จับมือนักเรียนฝึกเชื่อมด้วยมุมลวดเชื่อม มุมหัวทิพเชื่อมที่ถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อม เคลื่อนที่ไปตามทิศทางการเชื่อม ด้วยความเร็วคงที่และสม่ำเสมอตลอดของการเชื่อม รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึก ฯ ล้วนเป็นของจริง เช่นเดียวกันกับที่ใช้ในการฝึกเชื่อมจริง ๆ ทั่วไป และได้ผลงานรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นจริงบนชิ้นงาน ซึ่งแตกต่างจากเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) ที่เป็นเพียงการฝึกเพื่อจำลองการเชื่อมเท่านั้น ดังนั้น ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วเห็นว่าชุดฝึก ฯ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) จึงได้ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก ฯ อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ มานพ สารสุข (2558 : บทคัดย่อ) พบว่า การพัฒนาชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐานในงานช่างไม้ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และวิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.90) และยังสอดคล้องกับธัชชัย อมรปิติโชติ (2559 : บทคัดย่อ) พบว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101 - 2106 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.77)

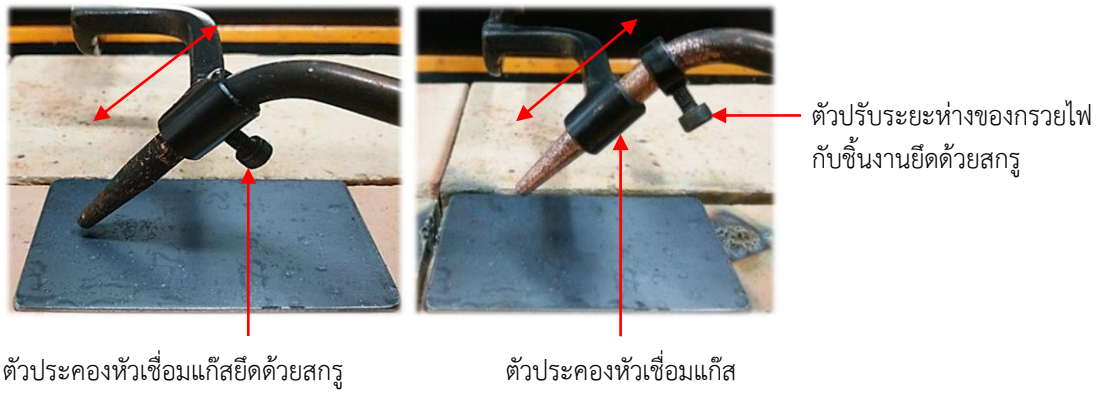
2) อภิปรายผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังนี้

(1) อภิปรายผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ผลการทดสอบพบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.38/64.80 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้ เนื่องจากชุดฝึก ฯ ยังมีจุดบกพร่องในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ก. ชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ขับเคลื่อนที่ยึดเข้ากับตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สไม่แข็งแรง เกิดการโยกไปมาในระหว่างการเชื่อม ทำให้รอยเชื่อมไม่เป็นเส้นตรง ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแก้ไขโดยการสร้างขึ้นใหม่ให้แข็งแรงขึ้นกว่าเดิม

ข. ตัวประคองลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์อาร์กกับปลายลวดเชื่อม ในขณะที่แทงลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เข้าไปในรูของตัวประคอง เนื่องจากวัสดุที่สร้างทำจากโลหะ ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการเปลี่ยนมาใช้วัสดุที่เป็นเซรามิก ซึ่งมีสมบัติเป็นฉนวน ไม่นำกระแสไฟฟ้า

ค. ตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส จะยึดหัวทิพเชื่อมแก๊สให้แน่นด้วยสกรู มักเกิดปัญหาในระหว่างการเชื่อม คือ เวลายกหัวเชื่อมแก๊สเข้า - ออก จะต้องคลายสกรูออกทุกครั้ง หรือแม้แต่การปรับระยะห่างของกรวยไฟกับชิ้นงานก็ทำได้ยากลำบาก เพราะเกิดความร้อนสะสมที่ชิ้นงาน ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการทำตัวยึดสวมไว้ที่หัวทิพเชื่อมแก๊สขึ้นมาแทน ยึดให้แน่นด้วยสกรู โดยกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับระยะห่างของกรวยไฟเชื่อมกับชิ้นงาน ให้ถูกต้องและเหมาะสม ดังภาพที่ 5.1




**ภาพที่ 5.1** แสดงภาพตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สแบบเดิม (ซ้าย) และปรับปรุงแก้ไขใหม่ (ขวา)

การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้าเชื่อมแก๊สเบื้องต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคล (1 : 1) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 66.49/65.54 ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 จึงได้ปรับปรุงแก้ไข อุปกรณ์ประคองหัวเชื่อมและกำหนดทิศทางร่องนำลวดเติมใหม่

(2) อภิปรายผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) ผลการทดสอบพบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.32/74.53 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้ เนื่องจากชุดฝึก ฯ ยังมีจุดบกพร่องอยู่บ้าง ดังนี้

ก. รูสำหรับแทงลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ของตัวประคองลวดเชื่อมมีขนาดเล็ก ทำให้การป้อนลวดเชื่อมต้องใช้แรงกดมาก ไม่ราบรื่นสม่ำเสมอ ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มขนาดรูแทงลวดเชื่อมให้โตขึ้น และเพิ่มองศาของมุมเดิน

ข. ในการเชื่อมไฟฟ้า มักเกิดปัญหาการอาร์กติดบ่อยครั้ง ในขณะเริ่มต้นเชื่อมหรือแม้แต่ในระหว่างการเชื่อมก็ตาม ซึ่งในขณะที่ปลายลวดเชื่อมติดอยู่กับชิ้นงาน เครื่องเชื่อมและมอเตอร์ของชุดขับเคลื่อนยังทำงานปกติ จึงเกิดปัญหาการลากลวดเชื่อมไปตามทิศทางการเชื่อม ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการติดตั้งปุ่มฉุกเฉิน เพื่อให้ใช้ตัดกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่เครื่องเชื่อมและมอเตอร์ขับเคลื่อนได้ในทันที

ค. ลวดเชื่อมแก๊ส เมื่อแทงผ่านตัวประคองลวดเติม ลงไปหลอมกับแอ่งหลอมเหลว เมื่อเชื่อมเสร็จมักเกิดปัญหาปลายลวดเติมเกิดเป็นปมคล้ายหัวไม้ขีดไฟ ทำให้ไม่สามารถเอาลวดเติมออกจากรูของตัวประคองลวดเติมได้ เนื่องจากมีขนาดใหญ่กว่ารูของตัวประคองลวดเติมมาก จึงได้ปรับปรุงแก้ไขโดยเอาตัวประคองลวดเติมออก และให้นักเรียนใช้วิธีการเติมลวดด้วยมือเปล่า เพราะสามารถยกปลายลวดเติมขึ้น - ลง แตะกับแอ่งหลอมเหลวได้ ซึ่งเป็นเทคนิคการป้อนเติมลวดโดยทั่วไปของการเชื่อมแก๊ส

ง. นักเรียนยังขาดความชำนาญในการปรับเปลวไฟเชื่อมที่ถูกต้องเหมาะสม ทำให้ได้รอยเชื่อมไม่ดี มีจุดบกพร่อง ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการกำหนดตำแหน่งการเปิดแก๊สไว้ที่วาล์วแก๊สทั้งสองที่หัวเชื่อมแก๊สเป็นสัญลักษณ์ โดยกำหนดเป็นเปลวกลางในการเชื่อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.93/73.27 ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 จึงได้นำไปพัฒนาอีกครั้ง โดยการปรับปรุงแก้ไขความเร็วของหัวเชื่อมใหม่ให้มีความเหมาะสม

(3) อภิปรายผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ผลการทดสอบพบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 สำหรับค่าประสิทธิภาพกระบวนการ ($E_1$) ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ เนื่องจากชุดฝึก ฯ ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว 2 ขั้นตอน และได้ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ จนมีความสมบูรณ์ ชุดฝึก ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้มีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ และตั้งใจที่จะเข้าฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ เป็นอย่างมาก และหลักการทำงานและอุปกรณ์ของชุดฝึกก็ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน ทำให้นักเรียน

มีความสนใจ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดสอบประสิทธิภาพตลอด จึงทำให้เกิดความร่วมมือในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ เป็นไปด้วยดี จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของประสิทธิภาพกระบวนการ ($E_1$) สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สำหรับค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ ($E_2$) ก็มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เช่นกัน ทั้งนี้ เนื่องจากภายหลังจากการทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการเสร็จแล้ว นักเรียนจะต้องทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า (นอกชุดฝึก ฯ) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพผลลัพธ์ โดยนักเรียนได้อาศัยทักษะการเชื่อมที่เกิดจากการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบการเชื่อมที่ถูกต้องไว้แล้ว เช่น ลวดเชื่อมทำมุมงานและมุมเดินอย่างถูกต้อง การใช้ความเร็วในการเชื่อมอย่างถูกต้อง (สำหรับการเชื่อมไฟฟ้า) หัวทิพเชื่อมทำมุมงานและมุมเดินอย่างถูกต้อง ระยะห่างระหว่างกรวยไฟกับชิ้นงานที่เหมาะสม และการใช้ความเร็วในการเคลื่อนหัวทิพเชื่อมที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ (สำหรับการเชื่อมแก๊ส) ซึ่งองค์ประกอบการเชื่อมต่าง ๆ เหล่านี้ นักเรียนจะต้องฝึกเชื่อมอยู่บ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความเคยชินจนสามารถจดจำทักษะต่าง ๆ เหล่านี้ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับทฤษฎีการจัดอาชีวศึกษาของ โพรสเซอร์ (Prosser, 1925) ซึ่งสรุปการจัดอาชีวศึกษาไว้ 16 ข้อ โดยการอาชีวศึกษาจะสัมฤทธิ์ผลได้ก็ต่อเมื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานซ้ำ ๆ กัน จนเป็นนิสัย และเกิดทักษะถึงขั้นมาตรฐานอาชีพ (Employment Skilled Standard) และเมื่อนักเรียนทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า (นอกชุดฝึก ฯ) นักเรียนก็สามารถเชื่อมได้เป็นอย่างดี หรือหากนักเรียนยังเชื่อมได้ไม่ดี ไม่ผ่านเกณฑ์ (จากเกณฑ์แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน) นักเรียนสามารถกลับมากฝึกเชื่อมใหม่ด้วยชุดฝึก ฯ ได้ จนกว่าจะเกิดทักษะการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะเป็นการฝึกเพื่อเป็นการฝึกความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และความเร็วในการเคลื่อนมือก็ได้ จะได้ไม่ต้องสิ้นเปลืองวัสดุฝึกไปมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรเจิด เปาจีน (2557 : 86) พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอลเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานเครื่องยนต์ดีเซล รหัสวิชา 2101 - 2102 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.58/82.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และวิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ของชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.33/80.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และยังสอดคล้องกับ นิพนธ์ ซาสำโรง (2561 : บทคัดย่อ) พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) การพัฒนาชุดฝึกทักษะการปฏิบัติงานปูนเพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติงานปูน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.41/81.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

5.2.2 อภิปรายผลดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยใช้ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ดังนี้

1) อภิปรายผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น กับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊สในทุกใบงาน จึงยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ระหว่างการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น สูงกว่าการฝึกเชื่อมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า คะแนนจากผลการทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า ของนักเรียนที่ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น มีคะแนนสูงกว่าคะแนนจากผลการทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า ของนักเรียนที่ฝึกเชื่อมแบบปกติ

ข้อมูลที่แสดงว่าชุดฝึก ฯ สามารถทำให้นักเรียนมีทักษะได้ดีเหมือนให้นักเรียนฝึกเชื่อมเองหรือมีผู้รู้ให้คำแนะนำ (การฝึกเชื่อมแบบปกติ) ได้แก่

(1) ข้อมูลในรูปแบบของคะแนนการทดสอบเชื่อมหลังการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ด้วยมือเปล่าของกลุ่มทดลอง (แสดงในภาคผนวก ค - 1 หน้า 375) และข้อมูลในรูปของคะแนนการทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า หลังการฝึกเชื่อมแบบปกติของกลุ่มควบคุม (แสดงในภาคผนวก ค - 3 หน้า 378)

(2) ข้อมูลในรูปแบบของผลการเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 -1005) ของกลุ่มทดลอง (แสดงในภาคผนวก ค - 2 หน้า 376 - 377) และกลุ่มควบคุม (แสดงในภาคผนวก ค - 4 หน้า 379 - 380)

(3) ข้อมูลในรูปแบบของพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ตามองค์ประกอบของการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100-1005) ของกลุ่มทดลอง ที่สามารถปฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างถูกต้อง สูงถึงร้อยละ 98.65 (แสดงในภาคผนวก ง - 5 หน้า 381) และกลุ่มควบคุม ที่สามารถปฏิบัติงานเชื่อมได้อย่างถูกต้องเพียงร้อยละ 52.16 (แสดงในภาคผนวก ง - 6 หน้า 382)

เมื่อพิจารณาจากข้อมูล พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบเชื่อมหลังการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ด้วยมือเปล่าของกลุ่มทดลองนั้น มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนการทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่าหลังการฝึกเชื่อมแบบปกติของกลุ่มควบคุม รวมทั้ง ผลการเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) และผลการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ตามองค์ประกอบของการเชื่อม ที่สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องอยู่ในระดับ

ที่สูงกว่ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ เชื่อมเป็นได้เร็วกว่า มีทักษะได้ดีและถูกต้อง ทั้งยังมีผลงานรอยเชื่อมที่ดีกว่ามาก ซึ่งไม่เพียงแค่เหมือนให้นักเรียนฝึกเชื่อมเองโดยมีผู้รู้ให้คำแนะนำ (การฝึกเชื่อมแบบปกติ) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ด้วยชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ในทุกตำแหน่งท่าเชื่อม สูงกว่าการฝึกเชื่อมแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และบรรเจิด เปาจีน (2557 : 86) พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอลเรล ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานเครื่องยนต์ดีเซล รหัสวิชา 2101 - 2102 สูงกว่าการฝึกแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ สมพร อ่อนเกตุพล (2558 : บทคัดย่อ) พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ที่แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอสรุปข้อดีจากการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ที่ดีกว่าวิธีการฝึกเชื่อมแบบปกติโดยมีผู้รู้ (ครู) ให้คำแนะนำ ดังนี้

1) นักเรียนเชื่อมเป็นและเชื่อมผ่านเกณฑ์ ในระดับผลงานดีขึ้นไปได้เร็วขึ้น (จากเกณฑ์แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน) กว่าวิธีการฝึกเชื่อมแบบปกติ ทำให้เป็นการประหยัดเวลาและวัสดุฝึกได้มาก เช่น ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ชิ้นงาน ลวดเติม แก๊สเชื่อม และค่ากระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2) นักเรียนมีความตั้งใจเรียนและสนใจเรียน (ฝึกเชื่อม) เป็นอย่างมาก เนื่องจากชุดฝึก ฯ มีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนอยากเข้าฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ แม้แต่นักเรียนหญิง ซึ่งเดิมทีไม่อยากที่จะฝึกเชื่อมอยู่แล้ว ด้วยเหตุผลเพราะกลัวการเชื่อม

3) สามารถใช้ฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมได้ ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนที่เริ่มต้นฝึกเชื่อมใหม่ ๆ จะเกิดปัญหาการควบคุมความเร็วในการเชื่อม กล่าวคือ จะเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมเร็วและไม่เป็นเส้นตรง ทำให้ได้รอยเชื่อมเล็ก รอยเชื่อมไม่ตรง เมื่อตรวจสอบแล้วรอยเชื่อมไม่ดี ไม่มีคุณภาพ ชุดฝึก ฯ นี้สามารถใช้ฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมได้ โดยการปรับระดับความเร็วในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ขับเคลื่อนให้เหมาะสม จากนั้น ให้นักเรียนฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมโดยยังไม่ให้ลวดเชื่อมอาร์กกับชิ้นงาน (ยังไม่เปิดเครื่องเชื่อม) หรือยังไม่ติดเปลวไฟเชื่อมแก๊ส ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคุ้ยเคย จนสามารถจดจำระดับความเร็วในการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมจนเกิดทักษะในการควบคุมความเร็วในการเคลื่อนมือได้ดีแล้ว จึงสามารถไปฝึกเชื่อมโดยการอาร์กหรือการติดเปลวไฟเชื่อมแก๊สได้ต่อไป

4) สามารถฝึกการใช้มุมลวดเชื่อมที่ถูกต้องและการเคลื่อนมือ ในการเชื่อมต่อตัวทีตำแหน่งท่าระดับ ทั้งนี้ เนื่องจากการเชื่อมต่อตัวทีในตำแหน่งท่าระดับ มักเกิดปัญหาเนื้อของรอยเชื่อมไปติดอยู่กับชิ้นงานฝั่งใดฝั่งหนึ่งมากเกินไป เป็นเพราะนักเรียนใช้มุมงาน (Work Angle) ไม่ถูกต้อง กล่าวคือ ลวดเชื่อมจะต้องทำมุม 45 องศา กับชิ้นงานทั้งสอง ทำให้สิ้นเปลืองวัสดุฝึก เช่น ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ชิ้นงาน ลวดเติม และแก๊สเชื่อมไปมาก กว่าที่นักเรียนจะฝึกเชื่อมจนได้ผลงานรอยเชื่อมที่ดี ดังนั้น การฝึกดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคุ้นเคยจนสามารถจดจำมุมงาน และทักษะการเคลื่อนมือในการเชื่อม ทำให้สามารถฝึกก่อนการเชื่อมจริงได้ในหลาย ๆ รอบ เพื่อให้การเคลื่อนมือเป็นธรรมชาติ ก่อนที่จะเริ่มฝึกเชื่อมจริงด้วยชุดฝึก ฯ ด้วยวิธีนี้จะสามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้น และลดการสูญเสียทั้งเวลาฝึกและวัสดุฝึกลงไปได้มาก หรือแม้แต่การเชื่อมในตำแหน่งท่าเชื่อมอื่น ๆ ก็สามารถเริ่มต้นฝึกเชื่อมด้วยวิธีนี้

5) ชุดฝึก ฯ ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการเชื่อมจริง จึงได้ผลงานรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานจริง ๆ นักเรียนสามารถตรวจสอบรอยเชื่อมของตัวเองได้ทันที จะแตกต่างจากเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) ซึ่งได้ผลงานรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นบนหน้าจอแสดงผลเท่านั้น แต่ชุดฝึก ฯ ได้ผลงานรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานจริง

6) ชุดฝึก ฯ สามารถลดปัญหานักเรียนเชื่อมงานเสร็จไม่ทันกำหนดลงได้มาก ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนที่ได้ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ จะสามารถเชื่อมงานเสร็จทันได้ตามกำหนด ไม่ค้างส่งงาน ทำให้นักเรียนมีงานส่งครบตามกำหนดเวลา จึงลดโอกาสการติด 0 และ มส. เป็นผลให้สถานศึกษามีภาพลักษณ์ที่ดีในการจัดการศึกษา นักเรียนสามารถสำเร็จการศึกษาตรงตามที่หลักสูตรกำหนด เพราะไม่ต้องเสียเวลาเรียนซ้ำรายวิชา ทั้งยัง เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายของผู้ปกครอง ไม่ต้องสูญเสียไปกับการลงทะเบียนเรียนซ้ำรายวิชาของบุตรหลาน เป็นต้น

ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น แม้ไม่ทันสมัยเทียบเท่ากับเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) แต่ก็เป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (ด้านทักษะการเชื่อม) อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สร้างขึ้นจากวัสดุ อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายทั่ว ๆ ไป ในท้องตลาด มีความสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) เป็นนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาใช้เอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ นี้จะมีจุดเด่นกว่าเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) กล่าวคือ เมื่อได้ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกฯ นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่ากำลังเชื่อมจริง ๆ รู้ถึงการอาร์ก แสงอาร์ก เม็ดโลหะกระเด็นและความร้อนล้วนเกิดขึ้นจริง ไม่ได้แตกต่างไปจากการเชื่อมโลหะจริง ๆ และผลงานรอยเชื่อมก็เกิดขึ้นบนชิ้นงานจริง เพราะชุดฝึก ฯ ได้ใช้วัสดุ และอุปกรณ์การเชื่อมจริง นอกจากนั้น ยังสามารถใช้ฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อม ซึ่งชุดฝึก ฯ นี้เสมือนครูได้ช่วยจับมือนักเรียนฝึกเชื่อม ด้วยมุมลวดเชื่อมและความเร็ว

ในการเดินแนวเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) ที่เป็นเพียงการฝึกเชื่อมเสมือนจริงเท่านั้น ดังภาพที่ 5.2 ตัวอย่างเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator)

**ภาพที่ 5.2** แสดงเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator)
(ที่มา : http://enterprise-ar-vr.com/system/wp-content/uploads/2017/06/Soldamatic-Mercedes.jpg (Online))

ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการใช้งานไม่ยุ่งยาก และซับซ้อนเหมือนกับเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) นักเรียนสามารถฝึกเชื่อมได้ด้วยตนเอง เพียงแค่รับฟังการอธิบายการใช้งานของชุดฝึก ฯ หรือดูการสาธิตจากครูผู้สอน หรืออาจจะศึกษาการใช้งานได้จากคู่มือการใช้งานของชุดฝึก ฯ (ตามคู่มือการใช้งาน ดังแสดงในภาคผนวก ง - 1 หน้า 384 - 392) ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) ที่ต้องมีผู้ควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด การฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้เอง โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1) ปรับปุ่มเลือกระบบการเชื่อม เป็นการเชื่อมไฟฟ้า (SMAW) หรือการเชื่อมแก๊ส (OAW)

2) ปรับปุ่มระดับความเร็วในการเดินของมอเตอร์ขับเคลื่อน การเชื่อมไฟฟ้าใช้ความเร็ว 55 วินาที - 1 นาที และการเชื่อมแก๊ส 1.50 - 2 นาที ซึ่งจะได้ความยาวรอยเชื่อม 100 มิลลิเมตร

3) การเชื่อมไฟฟ้า จะเริ่มจากซ้ายมือไปขวามือ การเชื่อมแก๊สจะเริ่มจากขวามือไปซ้ายมือ

4) การเชื่อมไฟฟ้า นักเรียนแทงลวดเชื่อมผ่านเข้าไปในรูของตัวประคองลวดเชื่อม ส่วนการเชื่อมแก๊ส นักเรียนต้องจุดเปลวไฟเชื่อมให้ได้เปลวกลางก่อน แล้วจึงสวมหัวทิพเชื่อมเข้าไปในรูตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ที่ถูกกำหนดด้วยมุมเดินและมุมงานให้คงที่ ถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อม จากนั้น การเดินแนวเชื่อมนักเรียนเพียงแค่กดสวิตช์เริ่มต้น (Strat) ที่หัวเชื่อมไฟฟ้า

หรือหัวเชื่อมแก๊ส เพื่อให้มอเตอร์ขับเคลื่อนพาชุดประคองหัวเชื่อมเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของการเชื่อม ด้วยความเร็วคงที่และสม่ำเสมอตลอดของการเชื่อม ซึ่งนักเรียนจะต้องป้อนลวดเชื่อม (Feed) ลงมาอาร์กกับชิ้นงานอย่างต่อเนื่องและคงที่ โดยการใช้ระยะอาร์กที่ถูกต้องและเหมาะสมตามองค์ประกอบของการเชื่อม (การอาร์กต้องคงที่และต่อเนื่องตลอดของการเชื่อม) ซึ่งความร้อนจากการอาร์กจะหลอมเหลวปลายลวดเชื่อมให้กลายเป็นหยดโลหะ แล้วป้อนเติมเข้าสู่แอ่งหลอมเหลวบนชิ้นงานอยู่ตลอด ขนาดของรอยเชื่อมจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างการเชื่อมและการป้อนลวดเชื่อม (Feed) กล่าวคือ ถ้าการเชื่อมนั้น นักเรียนใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมสูง (ให้มอเตอร์ขับเคลื่อนเคลื่อนที่เร็ว) จะได้รอยเชื่อมเล็กและแคบ เนื่องจาก มีอัตราการป้อนลวดเชื่อมเข้าสู่ชิ้นงานต่ำ แต่ถ้าหากการเชื่อมนั้น นักเรียนใช้ความเร็วในการเดินลวดเชื่อมต่ำ (ให้มอเตอร์ขับเคลื่อนเคลื่อนที่ช้า) ก็จะได้รอยเชื่อมกว้าง เนื่องจาก มีอัตราการป้อนลวดเชื่อมเข้าสู่ชิ้นงานสูง (พิจารณาจากปริมาณเนื้อโลหะที่ป้อนเติมให้กับชิ้นงานต่อหน่วยความยาว) ทั้งนี้ จะต้องใช้ขนาดลวดเชื่อม กระแสเชื่อม และขนาดของชิ้นงานเท่ากันในทั้งสองกรณี เมื่อฝึกเชื่อมเสร็จนักเรียนสามารถตรวจสอบรอยเชื่อมบนชิ้นงานได้ทันที ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) ที่ผลงานรอยเชื่อมจะปรากฏอยู่บนหน้าจอแสดงผล จะต้องอาศัยบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญ จึงจะสามารถตรวจสอบและแปรผลรอยเชื่อมได้ ซึ่งอุปกรณ์การเชื่อมต่าง ๆ ล้วนเป็นการจำลองให้เสมือนของจริงเท่านั้น จะแตกต่างจากเครื่องมือ อุปกรณ์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเชื่อมล้วนเป็นของจริงที่ใช้ในการเชื่อมจริงทั้งนั้น

5) เมื่อนักเรียนเชื่อมงานเสร็จ นักเรียนสามารถให้ชุดประคองลวดเชื่อมหรือหัวเชื่อมแก๊สเดินกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นได้ โดยการใช้ปุ่มให้มอเตอร์ขับเคลื่อนเดินกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นเชื่อม ได้ทั้งการเชื่อมไฟฟ้าและการเชื่อมแก๊ส เพื่อเริ่มต้นการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ได้ในรอบใหม่

ทั้งนี้ ในการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังไม่เกิดความคุ้ยเคยกับชุดฝึก ฯ มาก่อน ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายหลักการใช้งาน และสาธิตการเชื่อมให้นักเรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง เมื่อนักเรียนได้เข้าฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ในใบงานต่อ ๆ ไป นักเรียนจะเกิด**ความคุ้นเคย**กับชุดฝึก ฯ โดยอัตโนมัติ จนเกิดความชำนาญมากขึ้นและสามารถเข้าฝึกทักษะได้เอง เพราะในทุก ๆ ใบงาน ชุดฝึก ฯ จะมีหลักการทำงานเหมือนกัน จะแตกต่างกันก็ตรงที่ตัวประคองลวดเชื่อมหรือตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ที่กำหนดมุมงานและมุมเดินไว้แตกต่างกันตามตำแหน่งท่าเชื่อมนั้น ๆ

2) อภิปรายผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

ผลการศึกษา พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.65, S.D. = 0.46) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ฯ อยู่ในระดับ

มากขึ้นไป ทั้งนี้ เนื่องจากชุดฝึก ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสร้างและผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขมาแล้วในหลายขั้นตอน สามารถนำไปใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในการควบคุมมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และฝึกการเคลื่อนมือในการเดินแนวเชื่อม ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊สในตำแหน่งท่าเชื่อมต่าง ๆ ได้จริง นักเรียนเกิดทักษะและสามารถเชื่อมงานเป็นได้เร็วขึ้นกว่าการฝึกเชื่อมแบบปกติ ทำให้ลดเวลาในการฝึกและการสิ้นเปลืองวัสดุฝึกลงไปได้มาก และยังสามารถฝึกให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับองค์ประกอบของการเชื่อม จนเกิดเป็นความชำนาญ เพราะการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ มีความคล้ายคลึงกับครูได้ช่วยจับมือนักเรียนฝึกเชื่อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.43, S.D.= 0.21) และสุเทพ อริยพฤกษ์ (2559 : 89) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะงานเชื่อมทิก ในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.93) และยังสอดคล้องกับสมพร อ่อนเกตุพล พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดฝึกทักษะการต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.43)

5.2.3 อภิปรายผลการประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

ผลการประเมิน พบว่า ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น มีคุณภาพความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ ในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.46) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นมีคุณภาพความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป ทั้งนี้ เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วเห็นว่าชุดฝึก ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการประเมินความเหมาะสม และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้วใน 3 ขั้นตอน และได้ปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์ดีแล้ว มีคุณภาพดังสมมติฐานที่ตั้งไว้ สามารถนำไปทดลองจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ซึ่งก็ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในทุกใบงาน จึงยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งนักเรียนก็มีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ อยู่ในระดับมากที่สุด และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วเห็นว่า ชุดฝึก ฯ มีความเป็นไปได้ที่ทำให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมที่ดีถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อมและเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้

ในการจัดการเรียนการสอน เพราะสามารถประหยัดงบประมาณ ลดการสูญเสียวัสดุฝึกจากการเชื่อมเสียของนักเรียนลงได้มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การประเมินรับรองชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2100 - 2005) อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.36, S.D. = 0.32)

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ เพื่อให้ชุดฝึก ฯ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1) ประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ จะสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชุดฝึก ฯ เพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนด้วย ดังนั้น ในกรณีที่ครูผู้สอนจะนำชุดฝึก ฯ ไปใช้จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในหลักการของชุดฝึก ฯ เป็นอย่างดี ใช่ว่าเมื่อมีชุดฝึก ฯ แล้วก็จัดให้นักเรียนได้เข้าไปฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ได้เลย อาจต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทำงานของชุดฝึก ฯ หรืออาจให้นักเรียนได้ฝึกการจำลองการเชื่อมเสียก่อน (หมายถึงเชื่อมโดยไม่อาร์ก ไม่ติดเปลวไฟเชื่อมแก๊ส) เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) วิธีการป้อนลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ลวดเชื่อมแก๊สและความเร็วในการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อม จนเกิดความชำนาญ จากนั้น จึงเริ่มฝึกให้นักเรียนฝึกเชื่อมจริงด้วยชุดฝึก ฯ ทั้งนี้ เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2) ชุดฝึก ฯ เป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีการศึกษาใหม่ ในสาขาวิชา ช่างเชื่อมโลหะ ซึ่งยังไม่เคยปรากฏว่าเคยมีใช้ที่ไหนมาก่อน เท่าที่มีจะเป็นเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) ซึ่งไม่ใช่เป็นการฝึกที่ผ่านจากการเชื่อมจริง ๆ ซึ่งชุดฝึก ฯ นี้ ได้ช่วยครูเสมือนครูได้จับมือฝึกเชื่อมให้กับนักเรียน ดังนั้น ด้วยหลักการของชุดฝึก ฯ ดังกล่าว จึงสามารถนำไปใช้ได้กับการฝึกเชื่อมในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้นักเรียนเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้นและมีฝีมือในการเชื่อมที่ดี

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) เนื่องจากปุ่มปรับความเร็วในการเชื่อม ผู้วิจัยติดตั้งไว้ที่แผงควบคุมเพียงตำแหน่งเดียว ทำให้การปรับความเร็วในการเชื่อมทำได้เพียงตำแหน่งเดียว ดังนั้น ผู้วิจัยเสนอแนะควรเพิ่มปุ่มปรับความเร็วไว้ที่หัวเชื่อมด้วยอีกตำแหน่งหนึ่ง เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

2) ควรพัฒนาให้ตัวประคองลวดเชื่อมไฟฟ้า และตัวประคองหัวเชื่อมแก๊สให้สามารถปรับองศาของมุมงาน มุมเดินได้หลายระดับ

3) ควรพัฒนาให้สามารถเชื่อมได้ทั้งผู้ที่ถนัดมือขวาและมือซ้าย

# บรรณานุกรม


กาญจนา วัฒายุ. (2548). **การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : ธนพรการพิมพ์.

กาญจนา อรุณสุขรุจี. (2546). **ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่**. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จิรายุทธ แก้วอาสา. (2552). การ**สร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่อง การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบควบคุมทางไฟฟ้า วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์รหัส 3104 - 2011 สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง**. รายงานการวิจัย. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเลย.

ฉัตรทอง ใสแสง. (2559). **การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ของนักเรียนตามองค์ประกอบของการเชื่อม ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100-1005).** วิจัยในชั้นเรียน. นครราชสีมา : วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

_____. (2559). **งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาวิชาการ (พว.) จำกัด.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2531). **ชุดการสอนระดับประถมศึกษา.** (เอกสารประกอบคำสอน) กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์

_____. (2556). **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.** กรุงเทพมหานคร : วรสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2525). **การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ไชยยศ เรืองสุวรรณ.(2522). **หลักและเทคโนโลยีทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์.

_____. (2533). **เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์

ณรงค์ อินทรโฆษิต. (2534). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติงานกลึง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. (สาขาวิชาเครื่องกล) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ทรงวุฒิ เสมาคำ. (2557). **กระบวนการเชื่อม.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

ทิศนา แขมมณี. (2545). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

# **บรรณานุกรม** (ต่อ)


ไทรทอง เรืองจำรัส. (2556). **งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น.** นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

ธัชชัย อมรปิติโชติ. (2560). **การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101 - 2106**. รายงานการวิจัย. เพชรบูรณ์ : วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์.

นริศ ศรีเมฆ และพิชัย โอภาสอนันต์. (2556). **งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

นิพนธ์ ซาสำโรง. (2561). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการปฏิบัติงานปูน เพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติงานปูน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 2**. รายงานการวิจัย. นครราชสีมา : โรงเรียนบ้านใหญ่พิทยาคม.

บรรเจิด เปาจีน. (2557). **สร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอลเรลควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานเครื่องยนต์ดีเซล รหัสวิชา 2101 - 2102.** รายงานการวิจัย. อ่างทอง : วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง.

ประทีป ระงับทุกข์. (2558). **กระบวนการเชื่อม.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2526). **ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ประยูร บุญใช้ และคณะ. (2546). **การพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้สำหรับครู.** สกลนคร : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ประเสริฐ กลมภพตระกูล. (2555). **การพัฒนาชุดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18f458**. [ออนไลน์] สืบค้นเมื่อ 19 มิถุนายน 2560. จาก http://pvca-ri.com/myfile/170913103745_1.pdf

พรรณี ชูทัยเจนจิต. (2528). **จิตวิทยาการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์ พริ้นติ้ง.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และผดุงชาติ สุวรรณวงศ์. (2542)**. ทิศทางการปฏิรูปอุดมศึกษาของโลกในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. (2542). **วิธีสอนทักษะปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดี จำกัด.

ฟ้ามุ่ย สุกัณศีล. (2548). **ความพึงพอใจต่อการให้บริการของสำนักงานเลขานุการคณะสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. รายงานการวิจัย. เชียงใหม่ : คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มานพ สารสุข. (2558). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐานในงานช่างไม้ระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 2.** รายงานการวิจัย. สุรินทร์ : โรงเรียนเทศบาลอนุสรณ์.

# **บรรณานุกรม** (ต่อ)


ราชกิจจานุเบกษา. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.** เล่ม 116 ตอนที่ 74 ก หน้า 7 วันที่ 19 สิงหาคม 2542

_____. (2551). **พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551.** เล่ม 124 ตอนที่ 43 ก หน้า 3 วันที่ 4 มีนาคม 2551

_____. (2551). **พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551.** เล่ม 124 ตอนที่ 43 ก หน้า 3 วันที่ 4 มีนาคม 2551

ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

ฤทธิเดช ทองวรรณ์. (2556). งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

วรสุดา บัญยะไวโรจน์. (2537). **การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

วัลลภ จนัทร์ตระกลู. (2529). **การเลือกใช้สื่อการสอน.** วารสารครุศาสตรอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิชาญ โชติกลาง. (2559). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สคลุม 1 (2103-2005).** รายงานการวิจัย. นครราชสีมา : วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา.

วีระพล ทับแก่น. (2542). **การสร้างชุดฝึกอบรม การประกันคุณภาพงานเชื่อมไฟฟ้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. (สาขาวิชาเครื่องกล) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2540). **การวิจัยกึ่งทดลองทางพฤติกรรมศาสตร์ การออกแบบและการวิเคราะห์ข้อมูล.** กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนิท สัตโยภาส. (2529). **การผลิตสื่อการสอนประเภทหนังสือและสิ่งพิมพ์.** เชียงใหม่ : ภาควิชาภาษาไทย คณะวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. สหวิทยาลัยล้านนาเชียงใหม่.

สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ. (ม.ป.ป.). **การเชื่อมโลหะ 1.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

# **บรรณานุกรม** (ต่อ)


สมพร อ่อนเกตุพล. (2558). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า.** รายงานการวิจัย. ลำพูน : วิทยาลัยเทคนิคลำพูน.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนิเทศและมาตรฐานการศึกษา. (2440)**. ทิศทางการศึกษาไทย**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 เล่มที่ 1 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม.** กรุงเทพมหานคร : วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี.

สำลี รักสุทธี. (2553). **การจัดทำสื่อนวัตกรรมและแผนประกอบสื่อนวัตกรรม.** นนทบุรี : เพิ่มทรัพย์

สุกัญญา โพธิสุวรรณ์. (2541). **การพัฒนาแบบฝึกทักษะการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนพ์ ศษ.ม. (การประถมศึกษา) เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุเทพ อริยพฤกษ์. (2546). **การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์จำลองสถานการณ์เพื่อฝึกทักษะในการควบคุมหัวเชื่อมและลวดเชื่อมในงานเชื่อมแก๊ส.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. (สาขาวิชาเครื่องกล) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

_____. (2559). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะงานเชื่อมทิก.** รายงานการวิจัย . อ่างทอง : วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง.

สุรินทร์ สุขเจริญ. (2546). **ชุดฝึกความสารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์สามเฟส.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต.(สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อารี พันธ์มณี. (2546). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุดม สัญญา. (2539). **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. (สาขาวิชาเครื่องกล) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Miller. (2013). **Guidelines For Shielded Metal Arc Welding (SMAW).** [ออนไลน์] สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2560. จาก https://www.yumpu.com/en/document/view/4294368/guidelines-for-shielded-metal-arc-welding-smaw-miller

Prosser. C.A. (1925). **Vocational Education in a Democracy.** New York : Century.

# ประวัติผู้วิจัย

**ชื่อ-สกุล** นายฉัตรทอง ใสแสง

**วัน เดือน ปีเกิด** 22 กันยายน 2514

**ประวัติการศึกษา**

| | | |
|---|---|---|
| ระดับมัธยมศึกษา | มัธยมศึกษาตอนต้น | |
| | โรงเรียนบัวหลวงวิทยาคม | พ.ศ. 2530 |
| ระดับอาชีวศึกษา | ประกาศนียบัตรวิชาชีพ | สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ |
| | วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ | พ.ศ. 2533 |
| | ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง | สาขาวิชาเทคนิคโลหะ |
| | วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา | พ.ศ. 2535 |
| | ประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง | สาขาวิชาเชื่อมและประสาน |
| | วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน | พ.ศ. 2537 |
| ระดับปริญญาตรี | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต | สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ |
| | สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน | พ.ศ. 2546 |
| ระดับปริญญาโท | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต | สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ |
| | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2548 | |

**ประวัติการทำงาน**

| | |
|---|---|
| ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 - 5 | วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| พ.ศ. 2537 - 2547 | |
| ตำแหน่งอาจารย์ 2 ระดับ 6 | วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| พ.ศ. 2537 - 2548 | |
| ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ | วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| พ.ศ. 2548 - 2552 | |
| ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ | |
| วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา พ.ศ. 2552 - ปัจจุบัน | |

**งานวิจัย** นายฉัตรทอง ใสแสง 2548 "อิทธิพลของพารามิเตอร์การเชื่อมต่อโครงสร้าง และ สมบัติทางกลของเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติค AISI 304 "