

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 ชุดฝึก ฯ ที่สร้างขึ้นโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.79$, 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 ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.46)

5.1.3 ประเมินรับรองคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ของชุดฝึก ฯ เพื่อใช้ในรายวิชาการเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

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

5.2 อภิปรายผล

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

5.2.1 อภิปรายผลการสร้างชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชาการเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังนี้

1) อภิปรายผลความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชาการเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005)

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

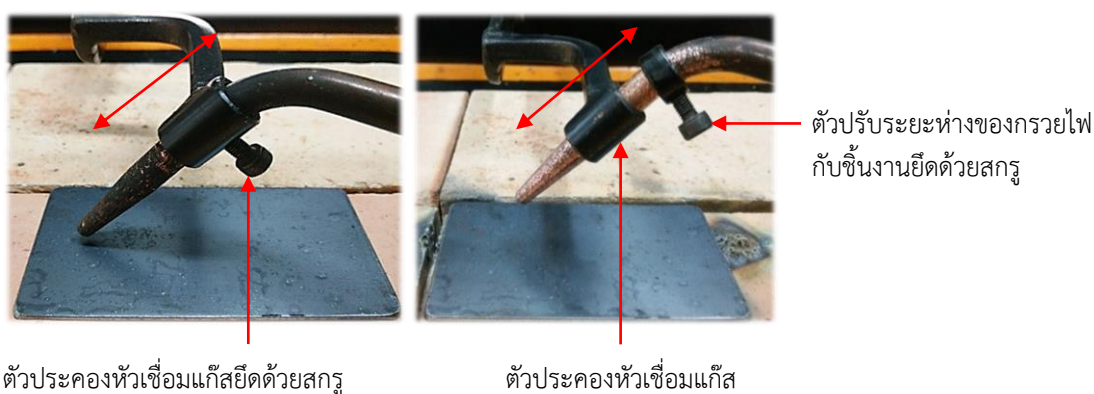
2) อภิปรายผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น เพื่อใช้ในรายวิชาการเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) ดังนี้

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

ก. ชุดแขนยื่นจากมอเตอร์ขับเคลื่อนที่ยึดเข้ากับตัวประกอบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ และตัวประกอบหัวเชื่อมแก๊สไม่แข็งแรง เกิดการโยกไปมาในระหว่างการเชื่อม ทำให้รอยเชื่อมไม่เป็นเส้นตรง ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแก้ไขโดยการสร้างขึ้นใหม่ให้แข็งแรงขึ้นกว่าเดิม

ข. ตัวประกอบลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์อาร์กกับปลายลวดเชื่อม ในขณะที่แท่งลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เข้าไปในรูของตัวประกอบ เนื่องจากวัสดุที่สร้างทำจากโลหะ ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการเปลี่ยนมาใช้วัสดุที่เป็นเซรามิก ซึ่งมีสมบัติเป็นฉนวน ไม่นำกระแสไฟฟ้า

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



ภาพที่ 5.1 แสดงภาพตัวประกอบหัวเชื่อมแก๊สแบบเดิม (ซ้าย) และปรับปรุงแก้ไขใหม่ (ขวา)

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

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

ก. รูสำหรับแทงลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ของตัวประกอบลวดเชื่อมมีขนาดเล็ก ทำให้การป้อนลวดเชื่อมต้องใช้แรงกดมาก ไม่ราบรื่นสม่ำเสมอ ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มขนาดรูแทงลวดเชื่อมให้โตขึ้น และเพิ่มองศาของมุมเดิน

ข. ในการเชื่อมไฟฟ้า มักเกิดปัญหาการอาร์กติดบ่อยครั้ง ในขณะที่เริ่มต้นเชื่อมหรือแม้แต่ในระหว่างการเชื่อมก็ตาม ซึ่งในขณะที่ปลายลวดเชื่อมติดอยู่กับชิ้นงาน เครื่องเชื่อมและมอเตอร์ของชุดขับเคลื่อนยังทำงานปกติ จึงเกิดปัญหาการลากลวดเชื่อมไปตามทิศทาง การเชื่อม ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขโดยการติดตั้งปุ่มฉุกเฉิน เพื่อให้ใช้ตัดกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่เครื่องเชื่อมและมอเตอร์ขับเคลื่อนได้ในทันที

ค. ลวดเชื่อมแก๊ส เมื่อแทงผ่านตัวประกอบลวดเติม ลงไปหลอมกับแอ่งหลอมเหลว เมื่อเชื่อมเสร็จมักเกิดปัญหาปลายลวดเติมเกิดเป็นปมคล้ายหัวไม้ขีดไฟ ทำให้ไม่สามารถเอาลวดเติมออกจากรูของตัวประกอบลวดเติมได้ เนื่องจากมีขนาดใหญ่กว่ารูของตัวประกอบลวดเติมมาก จึงได้ปรับปรุงแก้ไขโดยเอาตัวประกอบลวดเติมออก และให้นักเรียนใช้วิธีการเติมลวดด้วยมือเปล่า เพราะสามารถยกปลายลวดเติมขึ้น - ลง แตะกับแอ่งหลอมเหลวได้ ซึ่งเป็นเทคนิคการป้อนเติมลวดโดยทั่วไปของการเชื่อมแก๊ส

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

(3) อภิปรายผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.15/84.20 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 สำหรับค่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว 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 โดยการจัดอาชีวศึกษาจะสัมฤทธิ์ผลได้ก็ต่อเมื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานซ้ำ ๆ กัน จนเป็นนิสัย และเกิดทักษะถึงขั้นมาตรฐานอาชีพ (Employment Skilled Standard) และเมื่อนักเรียนทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า (นอกชุดฝึก ฯ) นักเรียนก็สามารถเชื่อมได้เป็นอย่างดี หรือหากนักเรียนยังเชื่อมได้ไม่ดี ไม่ผ่านเกณฑ์ (จากเกณฑ์แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน) นักเรียนสามารถกลับมาฝึกเชื่อมใหม่ด้วยชุดฝึก ฯ ได้ จนกว่าจะเกิดทักษะการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะเป็นการฝึกเพื่อเป็นการฝึกความคุ้นเคยกับมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และความเร็วในการเคลื่อนมือก็ได้ จะได้ไม่ต้องสิ้นเปลืองวัสดุฝึกไปมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรเจิด เปาเงิน (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 เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม 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 กับ การฝึกเชื่อมแบบปกติ

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

ข้อมูลที่แสดงว่าชุดฝึก ฯ สามารถทำให้นักเรียนมีทักษะได้ดีเหมือนให้นักเรียนฝึกเชื่อมเองหรือมีผู้รู้ให้คำแนะนำ (การฝึกเชื่อมแบบปกติ) ได้แก่

(1) ข้อมูลในรูปแบบของคะแนนการทดสอบเชื่อมหลังการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ด้วยมือเปล่าของกลุ่มทดลอง (แสดงในภาคผนวก ค - 1 หน้า 375) และข้อมูลในรูปแบบของคะแนนการทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า 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 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนการทดสอบเชื่อมด้วยมือเปล่า หลังการฝึกเชื่อมแบบปกติของกลุ่มควบคุม รวมทั้ง ผลการเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) และผลการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) และงานเชื่อมแก๊สออกซิอะเซทิลีน (OAW) ตามองค์ประกอบของการเชื่อม ที่สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องอยู่ในระดับ

ที่สูงกว่ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ เชื่อมเป็นได้เร็วกว่า มีทักษะได้ดี และถูกต้อง ทั้งยังมีผลงานรอยเชื่อมที่ดีกว่ามาก ซึ่งไม่เพียงแค่นี้เหมือนให้นักเรียนฝึกเชื่อมเองโดยมีผู้รู้ให้คำแนะนำ (การฝึกเชื่อมแบบปกติ) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกกลาง (2559 : 137) พบว่า การจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ด้วยชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชา งานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม 1 (2100 - 2005) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ในทุกตำแหน่งท่าเชื่อม สูงกว่าการฝึกเชื่อมแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และบรรเจิด เปาจีน (2557 : 86) พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกระบบฉีดเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอลเรล ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ วิชางานเครื่องยนต์ดีเซล รหัสวิชา 2101 - 2102 สูงกว่าการฝึกแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ สมพร อ่อนเกตุพล (2558 : บทคัดย่อ) พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกทักษะการต่อวงจร มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) ที่แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอสรุปข้อดีจากการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ที่ดีกว่าวิธีการฝึกเชื่อมแบบปกติ โดยมีผู้รู้ (ครู) ให้คำแนะนำ ดังนี้

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

2) นักเรียนมีความตั้งใจเรียนและสนใจเรียน (ฝึกเชื่อม) เป็นอย่างมาก เนื่องจาก ชุดฝึก ฯ มีส่วนกระตุ้นให้นักเรียนอยากเข้าฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ แม้แต่นักเรียนหญิง ซึ่งเดิมที่ไม่อยากที่จะฝึกเชื่อมอยู่แล้ว ด้วยเหตุผลเพราะกลัวการเชื่อม

3) สามารถใช้ฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมได้ ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนที่เริ่มต้น ฝึกเชื่อมใหม่ ๆ จะเกิดปัญหาการควบคุมความเร็วในการเชื่อม กล่าวคือ จะเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมเร็ว และไม่เป็นเส้นตรง ทำให้ได้รอยเชื่อมเล็ก รอยเชื่อมไม่ตรง เมื่อตรวจสอบแล้วรอยเชื่อมไม่ดี ไม่มีคุณภาพ ชุดฝึก ฯ นี้สามารถใช้ฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อมได้ โดยการปรับระดับความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ขับเคลื่อนให้เหมาะสม จากนั้น ให้นักเรียนฝึกการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อม โดยยังไม่ให้ลวดเชื่อมอาร์กกับชิ้นงาน (ยังไม่เปิดเครื่องเชื่อม) หรือยังไม่ติดเปลวไฟเชื่อมแก๊ส ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคุ้นเคย จนสามารถจดจำระดับความเร็วในการเคลื่อนมือเดินแนวเชื่อม จนเกิดทักษะในการควบคุมความเร็วในการเคลื่อนมือได้ดีแล้ว จึงสามารถไปฝึกเชื่อมโดยการอาร์ก หรือการติดเปลวไฟเชื่อมแก๊สได้ต่อไป

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

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

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

ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น แม้ไม่ทันสมัยเทียบเท่ากับเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) แต่ก็ เป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่ง ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (ด้านทักษะการเชื่อม) อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สร้างขึ้นจากวัสดุ อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายทั่ว ๆ ไป ในท้องตลาด มีความสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชา งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) เป็นนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาใช้เอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ นี้จะมีจุดเด่นกว่าเครื่องฝึกทักษะการเชื่อมเสมือนจริง (Welding Simulator) กล่าวคือ เมื่อได้ฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ นักเรียนจะเกิดความรู้สึกว่ากำลังเชื่อมจริง ฯ รู้ถึงการอาร์ก แสงอาร์ก เม็ดโลหะกระเด็นและความร้อน ล้วนเกิดขึ้นจริง ไม่ได้แตกต่างไปจากการเชื่อมโลหะจริง ฯ 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 การเชื่อมไฟฟ้า ใช้ความเร็ว 55 วินาที - 1 นาที และการเชื่อมแก๊ส 1.50 - 2 นาที ซึ่งจะได้ความยาวรอยเชื่อม 100 มิลลิเมตร
- 3) การเชื่อมไฟฟ้า จะเริ่มจากซ้ายมือไปขวามือ การเชื่อมแก๊สจะเริ่มจากขวามือไปซ้ายมือ
- 4) การเชื่อมไฟฟ้า นักเรียนแทงลวดเชื่อมผ่านเข้าไปในรูของตัวประกอบลวดเชื่อม ส่วนการเชื่อมแก๊ส นักเรียนต้องจุดเปลวไฟเชื่อมให้ได้เปลวกลางก่อน แล้วจึงสวมหัวทิฟเชื่อมเข้าไปในรูตัวประกอบหัวเชื่อมแก๊ส ที่ถูกกำหนดด้วยมุมเดินและมุมงานให้คงที่ ถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อม จากนั้น การเดินแนวเชื่อมนักเรียนเพียงแค่กดสวิทช์เริ่มต้น (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 จึงจะสามารถตรวจสอบและแปลผลรอยเชื่อมได้ ซึ่งอุปกรณ์การเชื่อมต่าง ๆ ล้วนเป็นการจำลองให้เสมือนของจริงเท่านั้น จะแตกต่างจากเครื่องมือ อุปกรณ์ของชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น ที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในการเชื่อมล้วนเป็นของจริงที่ใช้ในการเชื่อมจริงทั้งนั้น

5) เมื่อนักเรียนเชื่อมงานเสร็จ นักเรียนสามารถให้ชุดประคองลวดเชื่อมหรือหัวเชื่อมแก๊สเดินกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นได้ โดยการใช้ปุ่มให้มอเตอร์ขับเคลื่อนเดินกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นเชื่อม ได้ทั้งการเชื่อมไฟฟ้าและการเชื่อมแก๊ส เพื่อเริ่มต้นการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ๓ ได้ในรอบใหม่

ทั้งนี้ ในการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ๓ ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังไม่เกิดความคุ้นเคยกับชุดฝึก ๓ มาก่อน ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายหลักการใช้งาน และสาธิตการเชื่อมให้นักเรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง เมื่อนักเรียนได้เข้าฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ๓ ในใบงานต่อ ๆ ไป นักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยกับชุดฝึก ๓ โดยอัตโนมัติ จนเกิดความชำนาญมากขึ้นและสามารถเข้าฝึกทักษะได้เอง เพราะในทุก ๆ ใบงาน ชุดฝึก ๓ จะมีหลักการทำงานเหมือนกัน จะแตกต่างกันก็ตรงที่ตัวประคองลวดเชื่อมหรือตัวประคองหัวเชื่อมแก๊ส ที่กำหนดมุมงานและมุมเดินไว้แตกต่างกันตามตำแหน่งทำเชื่อมนั้น ๆ

2) อภิปรายผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้น

ผลการศึกษา พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ๓ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.46) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึก ๓ อยู่ในระดับ

มากขึ้นไป ทั้งนี้ เนื่องจากชุดฝึก ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสร้างและผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขมาแล้ว ในหลายขั้นตอน สามารถนำไปใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในการควบคุมมุมงาน (Work Angle) มุมเดิน (Travel Angle) และฝึกการเคลื่อนมือในการเดินแนวเชื่อม ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในตำแหน่งท่าเชื่อมต่าง ๆ ได้จริง นักเรียนเกิดทักษะและสามารถเชื่อมงานเป็นได้เร็วขึ้นกว่าการฝึกเชื่อมแบบปกติ ทำให้ลดเวลาในการฝึกและการสิ้นเปลืองวัสดุฝึกลงไปได้มาก และยังสามารถฝึกให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับองค์ประกอบของการเชื่อม จนเกิดเป็นความชำนาญ เพราะการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ มีความคล้ายคลึงกับครูได้ช่วยจับมือนักเรียนฝึกเชื่อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) โดยใช้ชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม 1 (2100 - 2005) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$, S.D.= 0.21) และสุเทพ อริยพลักษ์ (2559 : 89) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะงานเชื่อมทิก ในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม 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 มีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ ในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น (2100 - 1005) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.46) ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ ชุดฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สเบื้องต้นมีคุณภาพ ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป ทั้งนี้ เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้ว เห็นว่าชุดฝึก ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการประเมินความเหมาะสม และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้วใน 3 ขั้นตอน และได้ปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์ดีแล้ว มีคุณภาพดังสมมติฐานที่ตั้งไว้ สามารถนำไปทดลองจัดการเรียนการสอน (ฝึกเชื่อม) ซึ่งก็ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านทักษะการเชื่อม) คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งงานเชื่อมไฟฟ้า งานเชื่อมแก๊ส ในทุกใบงาน จึงยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งนักเรียนก็มีความพึงพอใจต่อการฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ อยู่ในระดับมากที่สุด และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วเห็นว่า ชุดฝึก ฯ มีความเป็นไปได้ที่ให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมที่ดี ถูกต้องตามองค์ประกอบของการเชื่อมและเชื่อมเป็นได้เร็วขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้

ในการจัดการเรียนการสอน เพราะสามารถประหยัดงบประมาณ ลดการสูญเสียวัสดุฝึกจากการเชื่อมเสียของนักเรียนลงได้มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชาญ โชติกลาง (2559 : 137) พบว่า การประเมินรับรองชุดฝึกเชื่อมทิก เพื่อใช้ฝึกทักษะการเชื่อมในรายวิชางานเชื่อมอาร์กทั้งสแตนเลสกลุ่ม 1 (2100 - 2005) อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.36$, 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 ไปใช้ จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในหลักการของชุดฝึก ฯ เป็นอย่างดี ใช่ว่าเมื่อมีชุดฝึก ฯ แล้วก็จัดให้นักเรียนได้เข้าไปฝึกเชื่อมด้วยชุดฝึก ฯ ได้เลย อาจต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทำงานของชุดฝึก ฯ หรืออาจให้นักเรียนได้ฝึกการจำลองการเชื่อมเสียก่อน (หมายถึงเชื่อมโดยไม่อาร์ก ไม่ติดเบลวไฟ เชื่อมแก๊ส) 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) ควรพัฒนาให้ตัวประกอบลวดเชื่อมไฟฟ้า และตัวประกอบหัวเชื่อมแก๊สให้สามารถปรับองศาของมุมงาน มุมเดินได้หลายระดับ

3) ควรพัฒนาให้สามารถเชื่อมได้ทั้งผู้ที่ถนัดมือขวาและมือซ้าย