

ศิริพงศ์ ลัมพาภิวัฒน์¹ ชัยยศ ดำรงกิจโกศล² และ ปภาส มีด้วง³
Siripong Lumpapiwat¹ Chaiyot Damrongkijkosol² and Paphasi Meeduang³

วันที่รับบทความ 8 เมษายน 2568 แก้ไขบทความ 9 กรกฎาคม 2568 ตอรับบทความ 6 สิงหาคม 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง และ 2) ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลักได้แก่ 1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การพัฒนาชุดฝึกอบรม 3) การตรวจสอบคุณภาพชุดฝึกอบรม 4) การนำชุดฝึกอบรมไปใช้จริง และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย โดยกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยประกอบด้วยช่างเชื่อมโลหะ และช่างประกอบงานเชื่อมโลหะจำนวน 12 คน ได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบทดสอบด้านความรู้ และแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมตามเกณฑ์ E_1/E_2 ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงประกอบด้วย 5 หัวข้อได้แก่ 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ก่อนการปฏิบัติงาน 3) การปรับค่าตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม 4) งานเชื่อมท่อ HDPE และ 5) งานตรวจสอบชิ้นงานเชื่อม (2) ชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.84/83.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 และมีผลคะแนนการปฏิบัติงานเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.50

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม ช่างเชื่อม วัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง

^{1,2} วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ บริษัท บี.พี.ที. เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด

*Corresponding Author, E-mail: chaiyot.d@cit.kmutnb.ac.th

Abstract

This research aims to develop a training program for high-density polyethylene (HDPE) pipe welders and to evaluate training program efficiency. The research process consists of five main steps: 1) reviewing relevant literature, 2) developing the training program, 3) evaluating its quality, 4) implementing the program, and 5) analyzing the results. The target group includes 12 welders and metal fabrication workers selected through purposive sampling. Research instruments include test sheets and a practical evaluation forms, with statistical analysis using mean, standard deviation, and the E_1/E_2 from training program efficiency. For the results, the training program includes five topics: 1) equipment used in welding, 2) material and tool preparation, 3) adjustment of welding parameters, 4) the HDPE pipe welding process, and 5) inspection of welded joints. Moreover, the findings reveal that the training program achieved an efficiency of 87.84/83.56, surpassing the set criteria of 75/75, with an average practical performance score of 87.50%.

Keywords : Training Program, Welder, HDPE

บทนำ

ท่อวัสดุโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง หรือ ท่อ HDPE ผลิตจากพลาสติกชนิด High Density Polyethylene ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ISO/TR 9080 หรือเทียบเท่าโดยได้รับใบรับรองจากผู้ผลิตเม็ดพลาสติกว่าเป็นเม็ดที่ได้ตามมาตรฐานและออกแบบให้สามารถทนความดัน ใช้งานได้สูงสุดไม่เกิน 25 kg/cm^2 ที่อุณหภูมิใช้งาน 20°C [1] โดยในการเชื่อมพลาสติกชนิดต่างๆสามารถเชื่อมด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การเชื่อมด้วยแก๊ส ลำแสงเลเซอร์ อินฟราเรด อัลทราโซนิก แต่สำหรับการเชื่อมท่อพลาสติกชนิดวัสดุโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) ซึ่งเป็นท่อพลาสติกชนิดรูปที่นิยมใช้ในการลำเลียงของเหลว อุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำประปา มักใช้การเชื่อมด้วยแผ่นความร้อน (Butt Welding) [2] ซึ่งทำได้

โดยการใช้แผ่นความร้อนขนาดใหญ่ขนาดที่ปลายท่อจนหลอมแล้วใช้ระบบไฮดรอลิคอัดท่อให้ติดกันจากนั้นทิ้งไว้ให้ท่อเย็นตัว [3] ซึ่งพบว่าการเชื่อมต่อ HDPE ที่ไม่ถูกต้องทำให้รอยเชื่อมมีข้อบกพร่องได้แก่ รอยร้าวที่อาจเกิดจากความร้อนที่ไม่เหมาะสมหรือการเตรียมผิวเชื่อมที่ไม่ดีพอ การเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์แข็งแรงอาจเกิดจากการเชื่อมที่ใช้อุณหภูมิที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลให้วัสดุของท่อ HDPE หลอมรวมกันอย่างไม่เต็มที่ [4] จากปัญหาความบกพร่องของรอยเชื่อมท่อ HDPE ที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรม นำไปสู่ความเสียหายร้ายแรงต่อระบบการทำงาน การหยุดชะงักของกระบวนการผลิต ต้นทุนการบำรุงรักษาที่สูงขึ้น รวมถึงความเสี่ยงด้านความปลอดภัยต่อบุคลากรและสิ่งแวดล้อม ปัญหาเหล่านี้มักมีรากฐานมาจากการขาดความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และประสบการณ์ของช่างเชื่อม [4] รวมถึงการละเลยขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้องตามมาตรฐาน การพึ่งพาประสบการณ์เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีหลักวิชาการรองรับ อาจนำไปสู่ข้อผิดพลาดซ้ำ ๆ และส่งผลกระทบในระยะยาว ช่างเชื่อมท่อ HDPE จึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนขั้นตอนวิธีการเชื่อมที่ถูกต้องเพื่อจะควบคุมปัจจัยต่างๆ ในการเชื่อม เช่น อุณหภูมิ ความดัน เวลาในการเชื่อมอย่างมีประสิทธิภาพ [5] ในสถานการณ์เช่นนี้กระบวนการฝึกอบรมจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ไขและป้องกันปัญหาดังกล่าว โดยกระบวนการฝึกอบรมช่างเชื่อมสามารถนำมาพัฒนาสมรรถนะของช่างเชื่อมให้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการเชื่อมและกำหนดตัวแปรต่างๆ ในการเชื่อมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการเชื่อมท่อวัสดุโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง เพื่อพัฒนาสมรรถนะของช่างเชื่อมต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง
- 2) เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลาสติกและวัสดุโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE)

พลาสติก หมายถึงวัสดุประเภทหนึ่งที่เป็นพอลิเมอร์ที่สามารถทำให้เกิดการไหล (Flow) เพื่อหล่อขึ้นรูป (Mold) ได้ โดยใช้ความร้อนและความดัน หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปต่ำกว่าพวกโลหะ แก้วมาก ส่วนพอลิเมอร์ที่ไม่สามารถหล่อขึ้นรูป

ด้วยความร้อน ความดันได้จะไม่จัดเป็นพลาสติก [6] โดยห่างตามประเภทตามสมบัติทางความร้อนสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ 1) พลาสติกเทอร์โมเซต ที่เป็นพอลิเมอร์ที่หลอมเหลวได้ระหว่างขึ้นรูปครั้งแรกเท่านั้น เมื่อได้รับความร้อนอีกครั้งจะไม่อ่อนตัวแต่จะเกิดการไหม้แทน ทำให้ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ และ 2) เทอร์โมพลาสติก ที่หากได้รับความร้อนอีกครั้งจะอ่อนตัว และหลอมเหลวได้ ทำให้สามารถนำไปรีไซเคิลได้ [7] โดยวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง หรือ High-density polyethylene (HDPE) เป็นเทอร์โมพลาสติกประเภทหนึ่ง ที่มีความหนาแน่นสูงอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.95 ถึง 0.97 g/cm³ มีโครงสร้างเป็นโมเลกุลสายตรง โดยโมเลกุลของ HDPE จะมีแบ็กโบนคาร์บอนที่ยาวมากแต่ไม่มีไซด์กรุป ผลก็คือ โมเลกุลเหล่านี้เชื่อมกันอย่างแน่นหนามากขึ้น ทำให้ค่อนข้างแข็งแรงแต่สามารถยึดได้ดี [6][7]

การเชื่อมต่อ HDPE ด้วยวิธี Butt-Fusion

ท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) ได้รับการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบลำเลียงน้ำของงานวิศวกรรมโยธา และมีแนวโน้มที่จะได้รับการประยุกต์ใช้อย่างเพิ่มมากขึ้นในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เมื่อเปรียบเทียบกับท่อโลหะแบบดั้งเดิม ท่อ HDPE มีข้อได้เปรียบหลากหลายประการ ได้แก่ ความต้านทานต่อการสึกหรอและการกัดกร่อนที่ดีความสามารถในการเชื่อมต่ออย่างมั่นคง ความเหนียวสูง ทนต่อรอยขีดข่วน สมรรถนะในการป้องกันการลุกลามของรอยร้าว และอายุการใช้งานที่ยาวนาน ท่อ HDPE โดยทั่วไปจะถูกเชื่อมต่อโดยวิธีการเชื่อมแบบประสานปลาย (butt fusion welding) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถสร้างรอยเชื่อมที่แข็งแรง มีความหนาแน่น [8] โดยในการเชื่อมต่อ HDPE ด้วยวิธี Butt-Fusion มีมาตรฐาน DVS 2207 ของสมาคมการเชื่อมประเทศเยอรมัน (Deutscher Verband für Schweißen : DVS) ได้กำหนดรายละเอียดและแนวทางในการเชื่อมไว้ในขั้นตอนต่างๆของการเชื่อมต่อ HDPE เช่น ในการเตรียมชิ้นงานก่อนเชื่อม ต้องทำการปรับแนวท่อและชิ้นส่วนอุปกรณ์ให้ได้แนวเดียวกับเครื่องเชื่อม พร้อมทั้งตรวจสอบความขนานหรือแนวทางการปฏิบัติงานเชื่อม เช่น ต้องใช้อุณหภูมิประมาณ 200 °C โดยปรับเปลี่ยนได้ตามความหนาหรือบางของท่อเป็นต้น [9]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรรณก และคณะ [10] ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมแบบผสมผสานเพื่อเตรียมความพร้อมสู่อาชีพช่างเชื่อมสำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม โดยมีกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนการทดลองใช้หลักสูตรได้แก่ นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมจำนวน 10 คน ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาความต้องการจำเป็น เพื่อกำหนดรายการความรู้ และสมรรถนะที่จะทำการฝึกอบรม และระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และนำหลักสูตรฝึกอบรมไปใช้ โดยการฝึกอบรมจะเป็นแบบผสมผสาน online และ offline ผลการวิจัยพบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหลักสูตรฝึกอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด ประสิทธิภาพหลักสูตรฝึกอบรมภาคทฤษฎีมีค่า $E_1/E_2=82.44/80.39$ และภาคปฏิบัติเท่ากับร้อยละ 76.74 นอกจากนี้ผลการประเมินการจัดฝึกอบรมแสดงว่าการฝึกอบรมในภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด

ชลลดา และคณะ [11] ได้พัฒนาชุดฝึกอบรมการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน Thai-Meister มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐานของ Thai-Meister กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปี 4 หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจำนวน 10 คนโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการฝึกอบรม 2) คู่มือฝึกอบรม 3) สื่อและวัสดุช่วยสอน ซึ่งประกอบด้วย ใบความรู้ ใบงาน ชุดฝึกปฏิบัติการ โปรแกรมจำลองการทำงาน สื่อนำเสนอออนไลน์ 4) แบบทดสอบภาคทฤษฎี 5) แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน 6) แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่าความสอดคล้อง (IOC) และการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตร E_1/E_2 ผลวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.40/81.30 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยประกอบด้วย ช่างเชื่อมโลหะและช่างประกอบงานเชื่อมโลหะ จากบริษัทติดตั้ง ช่อมบารุง ระบบน้ำดีน้ำเสียในอุตสาหกรรม ที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 6 เดือน รวมจำนวนทั้งสิ้น 12 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน สื่อการสอน และแผนการฝึกอบรม และ 2) แบบทดสอบและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานงานเชื่อมท่อ HDPE ต่างๆ เช่น DVS 2207-1 DVS 2207-5 DVS 2203-2 DVS 2203-4 และ DVS 2203-5 เป็นต้น การศึกษาคู่มือการใช้งานเครื่องเชื่อมท่อ HDPE การวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อมท่อ HDPE จากนั้นคณะทำงานจำนวน 5 คน ได้สรุปรายละเอียดร่วมกันและทำการกำหนดหัวข้อในการฝึกอบรม

2. พัฒนาชุดฝึกอบรมตามหัวข้อที่กำหนด โดยการนำหัวข้อในภาคทฤษฎีมาวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และหัวข้อในภาคปฏิบัติ มาวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานวิเคราะห์รายการความสามารถเพื่อให้ได้ ความรู้และทักษะ จากนั้นนำไปเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำไปสร้างชุดฝึกอบรม ที่ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน สื่อการสอน และแผนการฝึกอบรม

3. ตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา และ ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน นอกจากนี้แบบทดสอบถูกนำไปหาค่าความเชื่อมั่น

ด้วยวิธีการทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายและ
เว้นระยะเวลาหนึ่งเดือนจากนั้นนำไปทดสอบซ้ำ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

4. นำชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงไปใช้จริง
(Implementation) กับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 12 คน โดยใช้รูปแบบการทดลอง One-Shot
Case Study Design

5. วิเคราะห์ข้อมูลผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างฝึกอบรม ผลการทำแบบทดสอบ
หลังฝึกอบรม เพื่อนำไปคำนวณค่า E_1/E_2 รวมถึงวิเคราะห์ผลคะแนนการปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ
ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมตามเกณฑ์ E_1/E_2

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง

ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ประกอบด้วยหัวข้อ
หลัก 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ก่อนการ
ปฏิบัติงาน 3) การปรับค่าตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม 4) งานเชื่อมต่อ HDPE และ 5) งาน
ตรวจสอบชิ้นงานเชื่อม โดยองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมประกอบด้วย ใบเนื้อหา
แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน
สื่อการสอน และแผนการฝึกอบรม ซึ่งชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นถูกนำไปประเมินความ
สอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา และความสอดคล้อง (IOC) ของ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งผลการประเมิน
โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามี ความสอดคล้องทุกรายการ

2. ผลการใช้ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง

จากการนำชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงไปใช้จริงกับ
กลุ่มเป้าหมายจำนวน 12 คน โดยทำการเก็บข้อมูลคะแนนแบบฝึกหัด คะแนนแบบทดสอบ
คะแนนการปฏิบัติงาน พบว่า ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนมีประสิทธิภาพตาม
เกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 87.84/83.56 ดังแสดงในตารางที่ 1 ขณะที่คะแนนจากการปฏิบัติงาน
เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.50 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมตามเกณฑ์ E_1/E_2

รายการ	จำนวน	คะแนน เต็ม	คะแนน รวมเฉลี่ย	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ E_1/E_2
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ระหว่างฝึกอบรม	12	37	32.50	87.84	87.84/83.56
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังฝึกอบรม	12	37	30.92	83.56	

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมพบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.84/83.56 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 2 คะแนนจากการปฏิบัติงาน

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากการ ปฏิบัติงาน	40	35.00	87.50

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 12 คนมีคะแนนจากการปฏิบัติงานเชื่อมต่อ HDPE เฉลี่ยเท่ากับ 35.00 คิดเป็นร้อยละ 87.50 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้

ผลการวิจัย

1. ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 5 หัวข้อ ได้แก่ 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 2) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ก่อนการปฏิบัติงาน 3) การปรับค่าตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม 4) งานเชื่อมต่อ HDPE และ 5) งานตรวจสอบชิ้นงานเชื่อม โดยองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมประกอบด้วย ใบเนื้อหาแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน สื่อการสอน และแผนการฝึกอบรม ซึ่งผลการนำชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมต่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายที่ประกอบด้วย ช่างเชื่อมโลหะและช่างประกอบ

งานเชื่อมโลหะ จากบริษัทติดตั้ง ซ่อมบำรุง ระบบน้ำดีน้ำเสียในอุตสาหกรรม ที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 6 เดือน รวมจำนวนทั้งสิ้น 12 คน

2. ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 87.84/83.56 และคะแนนจากการปฏิบัติงานเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.50

การอภิปรายผลการวิจัย

ชุดฝึกอบรมช่างเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่พัฒนาขึ้นเป็นชุดฝึกอบรมที่เน้นการปฏิบัติงานจริง ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน สื่อการสอน และแผนการฝึกอบรม สอดคล้องกับแนวทางของอมร [12] ที่พัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องการเดินท่อในงานอุตสาหกรรมการผลิตประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยในภาคทฤษฎีมีเอกสาร ได้แก่ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ สื่อประกอบการบรรยาย และ ภาคปฏิบัติ ประกอบไปด้วย ใบงานภาคปฏิบัติ ใบประเมินผลภาคปฏิบัติ นอกจากนี้ผลจากการนำชุดฝึกอบรมดังกล่าวไปใช้พบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 87.84/83.56 และมีคะแนนจากการปฏิบัติงานเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 87.50 เนื่องจากคณะผู้วิจัยได้ใช้คณะทำงานที่มีความรู้ความสามารถด้านงานเชื่อมท่อวัสดุพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงมาทำการศึกษามาตรฐานงานเชื่อมต่างๆ ทำการวิเคราะห์งานและวิเคราะห์รายการความสามารถเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะ สำหรับงานภาคปฏิบัติ รวมถึงวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย สำหรับเนื้อหาภาคทฤษฎี นำไปสู่การกำหนดหัวข้อชุดฝึกอบรมจำนวน 5 หัวข้อ ซึ่งสอดคล้องกับ พัชร [13] และ ชัยยศ และอัศรัตน์ [14] ที่ได้นำผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในงานมาร่วมเป็นคณะทำงานเพื่อกำหนดหัวข้อในการฝึกอบรม นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังได้นำข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์งาน และการวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อยไปเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่นำระดับและรายละเอียดเนื้อหาในการสร้างเอกสารประกอบการฝึกอบรมต่างๆ เช่น ใบเนื้อหา ใบลำดับขั้นการปฏิบัติงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบสั่งงาน และใบประเมินผลการปฏิบัติงาน ทำให้เอกสารต่างๆเหล่านี้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สอดคล้องกับ สุราษฎร์ [15] ที่กล่าวไว้ว่า งานปฏิบัติจะต้องทำการวิเคราะห์งาน วิเคราะห์รายการความสามารถ เพื่อนำไปสู่การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ขณะที่เนื้อหาความรู้ภาคทฤษฎี ใช้วิธีการวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย แล้ว

นำไปเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมก่อนนำไปสร้างเอกสารประกอบการสอน หรือการฝึกอบรม นอกจากนี้ชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นยังถูกนำไปตรวจสอบความสอดคล้องต่างๆจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน สอดคล้องกับ ชลดา [11] และ อุดมศักดิ์ และคณะ [16] ที่ส่งชุดฝึกอบรม ชุดฝึก และสื่อการสอนต่างๆ ให้กับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้จริง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรมีการพัฒนาชุดฝึกอบรมตามมาตรฐานการปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมต่างๆเพิ่มเติมเพื่อนำมาฝึกอบรมเพิ่มสมรรถนะให้กับบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยต่อไป

ควรนำกระบวนการพัฒนาชุดฝึกอบรมที่ได้จากการวิจัยนี้ไปทดลองใช้กับกลุ่มวิชาชีพอื่นที่เน้นงานปฏิบัติ เพื่อพัฒนาทรัพยากรบุคคลในภาคส่วนต่างๆให้มีสมรรถนะในการปฏิบัติงานอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ Res-CIT0647/2024

เอกสารอ้างอิง

- [1] ภูริชญ์ แก่นสุข และณัฐพัชร์ อาธิรัชกุลกานต์. (2562). การเปรียบเทียบต้นทุนประสิทธิผลสำหรับโครงการวางท่อ PVC กับท่อวัสดุอื่น. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย. ปีที่ 7 ฉบับที่ 3. 906-920.
- [2] I Putu Arta Wibawa, Razzaqi Akbar Ilham, Kharis Abdullah, Kiki Dwi Wulandari, Sumardiono, Eriek Wahyu Restu and Abdul Gafur. (2023). Analysis of Tensile and flexural strength of HDPE material joints in ship construction. Journal of applied Engineering Science. Vol. 21 No. 2. 668-677.

- [3] สุระชัย จันทรชนะ และ ขวสิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์. (2554). **อิทธิพลของเวลาเสียดทาน และมุมหน้าสัมผัสในการเชื่อมท่อพลาสติกกลมชนิดพอลิเอทิลีนด้วยความเสียดทาน**. วารสารวิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 38 ฉบับที่ 2. 147-154.
- [4] McConnell, M. (2017). [Online]. **PE Pipe Joining Procedures**. [Retrieved 25 June 2025.] From https://www.plasticpipe.org/common/Uploaded%20files/1-PPI/Manuals-Design%20Guides/Handbook%20of%20PE%20Pipe%20Joining_Procedures/Chapter%209%20-%20PE%20Pipe%20Joining%20Procedures.pdf
- [5] Yu san, Yun Fei Jia, Muhammad Haroon and Huan Sheng Lai. (2019). **Welding Residual Stress in HDPE Pipes : Measurement and Numerical Simulation**. Journal of Pressure Vessel Technology. Vol. 141 No. 4. 1-42.
- [6] ธนาธิป ทองหล่อ. (2564). **การศึกษาคุณสมบัติเชิงกล สมบัติเชิงความร้อน และสมบัติการไหลของสูตรผสมพลาสติกรีไซเคิลที่ผ่านการใช้มาแล้วชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [7] รัชพล อภิรติกร. (2566). **การศึกษาการผลิต คุณลักษณะเฉพาะ และการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ผ่านทางเคมีของอัตราส่วน HDPE/HDPE-REGRIND สำหรับบรรจุภัณฑ์น้ำมะขาม**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุและสิ่งทอ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [8] Chunmei Bai, Rong Lin, and Sheng Lai. (2024). **Investigation of Creep Behavior of HDPE pipe butt fusion welded joints using a stepped isostress method**. Polymers. Vol.16 No. 1803. 1-11.

- [9] Deutscher Verband für Schweißen. (2025). [online]. **Welding of thermoplastics Heated tool welding of pipes, pipeline components and sheets made of PE-HD**. [Retrieved 17 February 2025]. From https://www.pespipe.com/Portals/0/DNNGalleryPro/uploads/2019/4/2/DV_S_2207_1English.pdf?ver=1398-02-08-135731-717
- [10] กรรณก วรหาญ นิรุต ถึงนาค และชมพูนุท เมฆเมืองทอง. (2565). **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมแบบผสมผสาน เพื่อเตรียมความพร้อมสู่อาชีพช่างเชื่อม สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม**. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1. 155-173.
- [11] ชลดา ปานสง ศราวุธ พลรักษา ชาญณรงค์ บุตรทา อุดมศักดิ์ จันทรทาโพ และบัญชา แสนโสดา. (2565). **การพัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐาน Thai-Meister**. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น. ปีที่ 19 ฉบับที่ 2. 1-14.
- [12] อมร แสงหิรัญ กัลยา อุบลทิพย์ และธนรัตน์ แต้ววัฒนา. (2564). **การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องการเดินท่อในงานอุตสาหกรรมการผลิต**. วารสารวิชาการครูศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2. 102-111.
- [13] พิชรี ศิริมาก วัฒนีย์ โรจน์สัมฤทธิ์ และไพบุลย์ อ่อนมั่ง. (2559). **การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างการทำงานเป็นทีมของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านโดยใช้กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์**. สุทธิปริทัศน์. ปีที่ 30 ฉบับที่ 96. 14-26.
- [14] ชัยยศ ดำรงกิจโกศล และอัศครัตน์ พูลกระจ่าง. (2565). **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมผู้ขับขีรถบรรทุกเพื่อการประหยัดพลังงานในธุรกิจการขนส่งสินค้า**. วารสารวิชาการครูศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่13 ฉบับที่ 1. 96-105.

- [15] สุราษฎร์ พรหมจันทร์. (2550).[ออนไลน์]. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. [สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2568]. จาก <http://fte.kmutnb.ac.th/wpcontent/uploads/2021/km/Didactic%20for%20TechED.pdf>.
- [16] อุดมศักดิ์ พยัคฆเดช เจริญ ทองหาญ และธรรมบุญ ขำจิตต์. (2567). ชุดฝึกระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. วารสาร T-VET Journal สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3. ปีที่ 8 ฉบับที่ 15. 72-84.