

Research article

การพัฒนาการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์
แบบแยกส่วน

DEVELOPMENT OF PRACTICAL TEACHING WITH A PRACTICE KIT FOR SPLIT TYPE OF
SOLAR AIR CONDITIONING SYSTEM

ประเทียบ พรหมสีนง¹, ปรีดา เสมา¹, มานพ ตันตระบันฑิต², นุชชฎา เกษไพศาลสุขวัฒนา³,
ทรงธรรม ดีวานิชสกุล² และอดัมศักดิ์ จันทรทาโพ^{2*}

Prataeb Promseenong¹, Prida Sema¹, Manop Tantrabandit², Nuchhada Kohpeisansukwattana³,
Songtham Deewanichsakul², and Udomsak Jantontapo^{2*}

¹สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

Department of Industrial Education and Technology, Faculty of Engineering,

Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanuloke, Phitsanuloke 65000 Thailand

²ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย

Department of Technical Education, Faculty of Technical Education,

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110 Thailand

³ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย

Department of Technological Education and Information, Faculty of Technical Education,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2024, Vol. 23 (No. 3), <https://doi.org/10.55003/JIE.23312>

Received: October 24, 2024, | Revised: November 11, 2024, | Accepted: December 9, 2024

ABSTRACT

This research aimed to improve teaching and learning with split-type solar air conditioning system practice kit. The sample group for this research comprised of 23 students from Mechanical Engineering Program, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, selected by purposive sampling. The tool used in this research was a split-type solar air conditioning system practice kit. The research started with the study of data and theory related with solar air conditioning system, followed by the development of practice kit, teaching publications, and quality assessment form. The practice kit was assessed by five experts which revealed that both the practice kit and the teaching publications had the highest quality. After that, the practice kit was used in teaching and learning of the selected sample group. Practice scores gained from during-learning and post-learning were statistically analyzed to find efficiency, as well as students' satisfaction with the teaching and learning. Results of the research indicated that teaching and learning efficiency using the practice kit was 89.28/90.18, which was higher than the defined criteria of 80/80. Average students' satisfaction with the teaching and learning was in the highest level ($\bar{X} = 4.51$, $SD = 0.55$).

Keywords: Teaching and learning, Practice kit, Air condition system, Solar energy

*Corresponding author E-mail: Udomsak_j@rmutt.ac.th

ISSN: 2985-1890 (Online)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา พิษณุโลก จำนวน 23 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้คือ ศึกษาข้อมูล และทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จากนั้นจึงดำเนินการสร้างชุดฝึกปฏิบัติ เอกสารประกอบการสอน และแบบประเมินคุณภาพ พร้อมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ ผลการประเมินพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติ และเอกสารประกอบการสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งสองด้าน หลังจากนั้นจึงดำเนินการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่ม ตัวอย่างด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น นำผลคะแนนที่ได้จากการฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน และทดสอบปฏิบัติหลังเรียนมาวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัตินี้ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติมีค่าเท่ากับ 89.28/90.18 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, SD = 0.55)

คำสำคัญ: การเรียนการสอน, ชุดฝึกปฏิบัติ, ระบบปรับอากาศ, พลังงานแสงอาทิตย์

1. บทนำ

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะอากาศบนโลกร้อนและมีแนวโน้ม สูงขึ้น ประเทศไทยเป็นเมืองร้อนจึงมีความจำเป็นและความต้องการที่จะใช้เครื่องปรับอากาศในจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจาก ธรรมชาติของมนุษย์ที่ต้องการความสะดวกสบายแก่ร่างกายตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและสภาพอากาศโดยรอบ ๆ การทำให้อุณหภูมิหรืออากาศรอบตัวมีความสบายแก่ร่างกาย ทำได้โดยการใช้เครื่องปรับอากาศมาเป็นตัวทำให้อุณหภูมิโดยรอบ มีความเย็นสบายเหมาะสมต่อร่างกาย และมีความชื้นในระดับที่เหมาะสม เครื่องปรับอากาศที่ดีต้องสามารถปรับอุณหภูมิในห้อง ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตามที่ต้องการ รวมทั้งการรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ และยังต้องรักษาระดับความชื้นในอากาศให้อยู่ใน ระดับที่เหมาะสมต่อร่างกาย (Sukmokolkul, 2016, pp. 43-58) เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันมีวิวัฒนาการเทคโนโลยี ที่ทันสมัยเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ตรงความต้องการของผู้บริโภค อาทิ สมรรถนะในการทำความเย็น ความทนทาน รวมไปถึงการ ประหยัดพลังงาน ซึ่งวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้โดยการใช้แหล่งจ่ายจากต้นกำเนิด จากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการทำความเย็น โดยการบูรณาการเข้ากับพลังงานความร้อนจาก แสงอาทิตย์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติเพื่อประยุกต์ใช้ในการทำความเย็น (Jani et al., 2018, pp. 107-124) ซึ่งเครื่อง ปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์นับได้ว่าเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภค และมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยี ระบบทำความเย็นและปรับอากาศได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อลดการใช้และประหยัดพลังงานไฟฟ้า สอดคล้องกับนโยบาย ของภาครัฐที่มีการรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงานโดยการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้แทนพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อแบ่งเบา ภาระค่าไฟฟ้าระดับครัวเรือนให้กับประชาชน โดยส่งเสริมให้ทุกครัวเรือนสามารถติดตั้งโซลาร์รูฟท็อปเพื่อใช้งานพลังงานไฟฟ้าได้ (Metropolitan Electricity Authority, 2022, Online) และเพื่อเป็นการช่วยลดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน ฟอสซิลอันก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ Intended Nationally Determined Contribution: INDC (Ministry of Energy, 2019, p. 17)

ด้วยเหตุนี้สถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในด้านระบบทำความเย็นและปรับอากาศจะต้องมีการปรับเปลี่ยน การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในปัจจุบัน เพื่อให้นักศึกษาที่เข้ารับการศึกษามีสมรรถนะ ในการติดตั้งและบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ตลอดจนนำความรู้ความสามารถไปประกอบอาชีพเมื่อสำเร็จ การศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ Wongsuriya et al. (2024, p. 73) ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบทำความเย็นและปรับอากาศ ได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อลดการใช้และประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยการสัมภาษณ์อาจารย์ ผู้สอนเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ พบว่า การจัดการเรียนการสอนยังขาด ครุภัณฑ์ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน รวมทั้งสื่อการสอนและชุดฝึก ที่มีอยู่ล้าสมัย ไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ประกอบกับมีอายุการใช้งานมานานหลายปี ทำให้เสื่อมคุณภาพและชำรุด

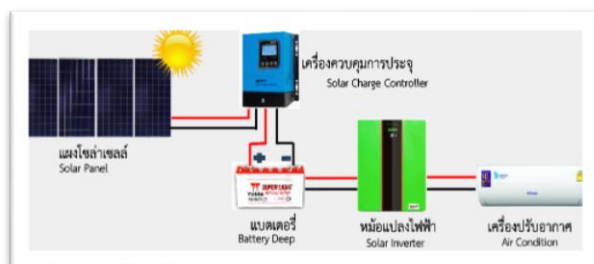
เสียหาย ส่งผลให้นักเรียนไม่สนใจในการฝึกปฏิบัติเท่าที่ควร นอกจากนี้การจัดหาสื่อที่เป็นครุภัณฑ์ทางการศึกษาต้องใช้งบประมาณที่สูงในการจัดซื้อ และสถาบันการศึกษาบางแห่งยังขาดแคลนงบประมาณสนับสนุนในการจัดหาครุภัณฑ์นี้

อย่างไรก็ดี หากสถาบันการศึกษาสามารถสร้างหรือพัฒนาสื่อการสอนที่เป็นชุดฝึกปฏิบัติได้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ย่อมส่งผลต่อการประหยัดงบประมาณให้กับหน่วยงาน และส่งผลดีต่อผู้เรียนที่จะได้ฝึกทักษะจากชุดสื่อการเรียนรู้ที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ดังนั้นจึงควรที่จะมีการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้ทันกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน จากสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นต้นกำลังของการจ่ายไฟฟ้าสู่เครื่องปรับอากาศแทนการใช้พลังงานจากไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว (Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, 2015, p. 155)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนที่สามารถใช้ในการเรียนการสอนและฝึกทักษะปฏิบัติงานต้องจอร์ไฟฟ้า งานติดตั้ง งานวิเคราะห์ปัญหา งานบริการ และงานบำรุงรักษาให้กับนักศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนา และหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นนี้ ซึ่งผลจากการวิจัยจะทำให้ได้ชุดฝึกปฏิบัติที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดฝึกปฏิบัติที่มีราคาสูงของมหาวิทยาลัย ซึ่งถือได้ว่าเป็นประโยชน์ที่เกิดจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปรับอากาศ คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิของอากาศในเคหสถานเพื่อให้มนุษย์ได้อาศัยอยู่ในที่ที่ไม่ร้อนหรือเย็นมากจนเกินไป ซึ่งทำงานด้วยหลักการถ่ายเทความร้อน (Akeratana et al., 2019, p. 71) เครื่องปรับอากาศที่ดีต้องสามารถปรับอุณหภูมิในห้อง และรักษาระดับความชื้นในอากาศให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อร่างกาย (Sukmolkul, 2016, pp. 43-58) อย่างไรก็ตาม เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้พลังงานสูงมากเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นการประหยัดพลังงาน และช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมาก (Mookdasanit & Boonpramote, 2020, p. 122) ระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar air conditioning) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานในการทำงานโดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) ระบบปรับอากาศโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด (Off grid) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบปรับอากาศ และมีแบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานไว้ใช้งานในช่วงเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ โดยไม่เชื่อมต่อกับระบบการจำหน่ายไฟฟ้า 2) ระบบเครื่องปรับอากาศโซลาร์เซลล์แบบออนกริด (On grid) ซึ่งเป็นการนำพลังงานที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์มาจ่ายทำงานร่วมกับระบบการไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับเครื่องปรับอากาศ และถ้าหากกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้าออกมาได้ไม่เพียงพอ ระบบก็จะทำการดึงไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้โดยอัตโนมัติ และ 3) ระบบเครื่องปรับอากาศโซลาร์เซลล์แบบไฮบริด (Hybrid) ซึ่งเป็นระบบที่ผสมทั้งแบบออนกริดและออฟกริดเพื่อการใช้พลังงานเป็นไปตามเงื่อนไขแสงอาทิตย์ และความต้องการใช้งานในแต่ละช่วงเวลา (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy, 2021, pp. 42-44) อุปกรณ์ระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 1) แผงโซลาร์เซลล์ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า 2) โซลาร์ชาร์จเจอร์ (Charge controller) ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้าเพื่อการชาร์จแบตเตอรี่ 3) แบตเตอรี่ ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า และ 4) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงให้เป็นไฟฟ้าสลับเพื่อใช้งานเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 1 ระบบโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด (Off Grid)



รูปที่ 2 ระบบโซลาร์เซลล์แบบออนกริด (On Grid)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติ Promseenong et al. (2024, pp. 29-39) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วน ตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วนที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้สามารถปฏิบัติงานและแสดงออกได้ตามศักยภาพของตนเอง ตลอดจนผู้เรียนมีความกระตือรือร้นสามารถแสวงหาความรู้จากชุดฝึกปฏิบัติที่สร้างขึ้นได้อย่างเต็มที่ เป็นการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนให้เป็นบัณฑิตนักปฏิบัติ และรู้เท่าทันต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติจำเป็นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติที่เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะงานจริงในอุตสาหกรรม และมีจำนวนเพียงพอกับผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ ตลอดจนเกิดความรู้ความเข้าใจ และทักษะปฏิบัติวิชาชีพอย่างแท้จริง (Wangworawong et al., 2024, pp. 49-58) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติจำเป็นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติที่เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียนเพื่อสร้างความเข้าใจและเพิ่มทักษะในการเรียนรู้ด้านวิชาชีพ ตลอดจนควรมีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อื่นๆที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและการเรียนรู้ของผู้เรียน (Juntamongkol & Chimpalee, 2020, pp. 19-20) ซึ่งการนำชุดฝึกปฏิบัติมาใช้ในการเรียนการสอนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น และผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติจริงได้ (Sontipan, 2022, pp. 50-51) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติจำเป็นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้อื่นๆของผู้เรียนพร้อมทั้งมีอุปกรณ์การทำงานจริงที่สามารถจำลองสถานการณ์เพื่อฝึกทักษะ การคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมถึงต้องตอบสนองการเรียนรู้แบบทันทีทันใด เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีทักษะปฏิบัติที่สูงขึ้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตของการวิจัย

3.1.1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนประกอบด้วย 6 หัวข้องาน ดังนี้

3.1.1.1 งานใช้เครื่องมือและความปลอดภัยในระบบโซลาร์เซลล์

3.1.1.2 งานคำนวณหาภาระโหลด

3.1.1.3 งานตรวจสอบการผลิตแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

3.1.1.4 งานต่อวงจรระบบไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

3.1.1.5 งานติดตั้งระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

3.1.1.6 งานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

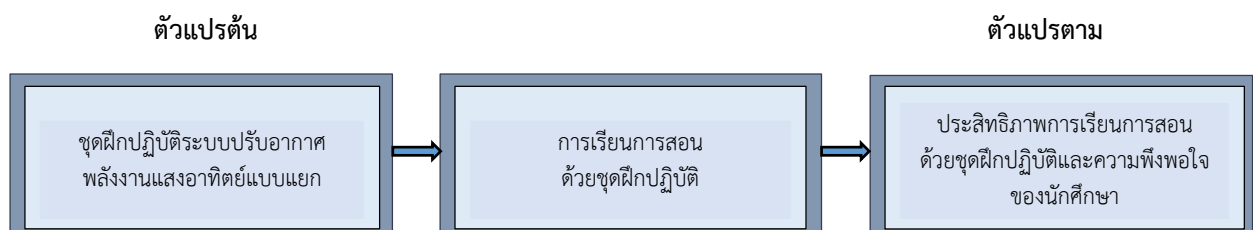
3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก จำนวน 23 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3.1.3 ด้านเวลา ระยะเวลาในการวิจัยระหว่างภาคเรียนที่ 1/2566

3.2 กรอบแนวคิดและตัวแปรที่ศึกษา

3.2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติ และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน



รูปที่ 3 กรอบแนวความคิดการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

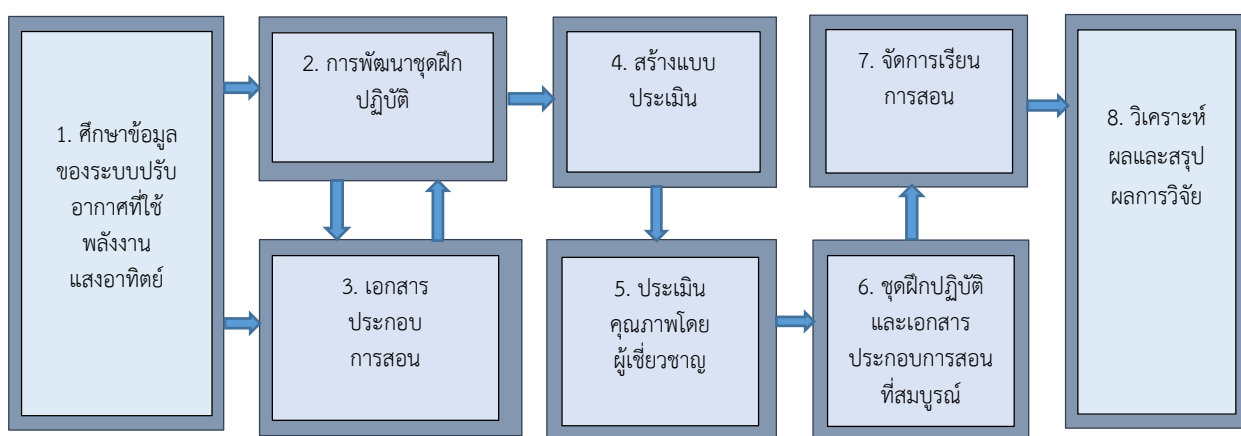
- 3.3.1 ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน
- 3.3.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน
- 3.3.3 แบบทดสอบปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน
- 3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยมีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 4

3.4.1 ศึกษาข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติ

3.4.2 พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยเริ่มจากการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ และจัดทำวัสดุอุปกรณ์ จากนั้นจึงดำเนินการสร้างชุดฝึกปฏิบัติ พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดฝึกปฏิบัติที่ได้พัฒนาขึ้น



รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.4.3 สร้างเอกสารประกอบการสอน โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูล เช่น หนังสือ ตำรา เอกสาร และคู่มือ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์งาน เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาให้สอดคล้องกับชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์งานได้รายการงานจำนวน 6 งาน ดังนี้ 1) งานใช้เครื่องมือและความปลอดภัยในระบบโซลาร์เซลล์ 2) งานคำนวณหาภาระโหลด 3) งานตรวจสอบการผลิตแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ 4) งานต่อวงจรระบบไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ 5) งานติดตั้งระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน และ 6) งานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

3.4.4 สร้างแบบประเมิน เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ 1) ด้านชุดฝึกปฏิบัติ และ 2) ด้านเอกสารประกอบการสอน พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน และจัดพิมพ์แบบประเมินคุณภาพฉบับสมบูรณ์

3.4.5 ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ นำชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน และเอกสารประกอบการสอนเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพพร้อมทั้งนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกปฏิบัติให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

3.4.6 ได้ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน และเอกสารประกอบการเรียนที่สมบูรณ์สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป



รูปที่ 5 การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

3.4.7 จัดการเรียนการสอน การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

3.4.7.1 ครูผู้สอนได้แนะนำเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติ

3.4.7.2 ดำเนินการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยเริ่มจากหัวข้องานแรกไปจนครบทุกหัวข้องาน จากนั้นจึงแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 6 กลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติในแต่ละงานร่วมกัน ซึ่งในแต่ละงานจะมีใบงานปฏิบัติให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจนครบทุกหัวข้องาน

3.4.7.3 ทดสอบปฏิบัติหลังเรียน (Post-test) เมื่อผู้เรียนได้ผ่านการฝึกปฏิบัติจนครบทุกหัวข้องานแล้วจึงทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปฏิบัติงานติดตั้งระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนอีกครั้งหนึ่ง

3.4.8 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย นำผลคะแนนที่ได้จากการฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบปฏิบัติมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติต่อไป

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพด้านชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1	ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
2	วัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติจัดหาได้ง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
3	การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์	4.20	0.45	มาก
4	อุปกรณ์มีความทันสมัย	4.80	0.45	มากที่สุด
5	ใช้เป็นสื่อการสอนระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
6	สะดวกในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
7	ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในระบบปรับอากาศ	4.80	0.45	มากที่สุด
8	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.40	0.55	มาก
9	ชุดฝึกปฏิบัติทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
10	ความปลอดภัยในการต่อระบบวงจรไฟฟ้า	4.60	0.55	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.62	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินระดับคุณภาพด้านชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน พบว่า โดยภาพรวมคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรียงลำดับเป็นรายข้อได้ดังนี้ วัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติจัดหาได้ง่าย ($\bar{X} = 4.80$) อุปกรณ์มีความทันสมัย ($\bar{X} = 4.80$) ใช้เป็นสื่อการสอนระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ($\bar{X} = 4.80$) ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในระบบปรับอากาศ ($\bar{X} = 4.80$) ขนาดและรูปร่างมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.60$) สะดวกในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.60$) ชุดฝึกปฏิบัติทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย ($\bar{X} = 4.60$) ความปลอดภัยในการต่อระบบวงจรไฟฟ้า ($\bar{X} = 4.60$) ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ($\bar{X} = 4.40$) และการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ ($\bar{X} = 4.20$) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเอกสารประกอบการสอนชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1	เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.60	0.55	มากที่สุด
2	เรียงลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	4.40	0.55	มาก
3	รูปภาพสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.40	0.55	มาก
4	สะดวกต่อการใช้ประกอบการเรียนการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
5	สอดคล้องกับลักษณะงานจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
6	สร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศ	4.20	0.45	มาก
7	เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัย	4.80	0.45	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.51	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินระดับคุณภาพด้านเอกสารประกอบการสอนระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยภาพรวมระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรียงลำดับเป็นรายข้อได้ดังนี้ เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัย ($\bar{X} = 4.80$) เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมวัตถุประสงค์ ($\bar{X} = 4.60$) สะดวกต่อการใช้ประกอบการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.60$) สอดคล้องกับลักษณะงานจริง ($\bar{X} = 4.60$) เรียงลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ($\bar{X} = 4.40$) รูปภาพสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ($\bar{X} = 4.40$) สร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศ ($\bar{X} = 4.20$) ตามลำดับ

4.2 ประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน (N = 23)

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน	120	107.13	89.28
คะแนนทดสอบปฏิบัติ	100	90.18	90.18

จากตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน พบว่า ระดับคะแนนเฉลี่ยจากการฝึกปฏิบัติระหว่างเรียนของนักศึกษา ร้อยละ 89.28 และระดับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบปฏิบัติ ร้อยละ 90.18 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1	ชุดฝึกปฏิบัติสร้างความสนใจในการเรียนให้กับผู้เรียน	4.52	0.59	มากที่สุด
2	สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.48	0.51	มาก
3	นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้	4.55	0.59	มากที่สุด
4	ชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศ	4.35	0.49	มาก
5	เนื้อหาครอบคลุมระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์	4.43	0.51	มาก
6	กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.70	0.47	มากที่สุด
7	การถ่ายทอดความรู้และทักษะของครูผู้สอน	4.65	0.49	มากที่สุด
8	ชุดฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะ	4.39	0.72	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.51	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน พบว่า โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรียงลำดับเป็นรายข้อได้ดังนี้ กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ($\bar{X} = 4.70$) การถ่ายทอดความรู้และทักษะของครูผู้สอน ($\bar{X} = 4.65$) นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้ ($\bar{X} = 4.55$) ชุดฝึกปฏิบัติสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ($\bar{X} = 4.52$) สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ($\bar{X} = 4.48$) เนื้อหาครอบคลุมระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ($\bar{X} = 4.43$) ชุดฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะ ($\bar{X} = 4.39$) และชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศ ($\bar{X} = 4.35$) ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติ จากนั้นจึงดำเนินการสร้างชุดฝึกปฏิบัติ และเอกสารประกอบการสอน พร้อมทั้งทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และทดสอบการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นจึงนำชุดฝึกปฏิบัติและเอกสารประกอบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพ ผลการประเมินระดับคุณภาพด้านชุดฝึกปฏิบัติ และเอกสารประกอบการสอนระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาในส่วนของชุดฝึกปฏิบัติแล้วพบว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติสามารถจัดหาได้ง่าย และมีความทันสมัย ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสื่อการสอนระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ และส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในระบบปรับอากาศ ส่วนด้านเอกสารประกอบการสอนพบว่า เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัย สอดคล้องกับลักษณะงานจริง ครอบคลุมวัตถุประสงค์การสอน และมีการเรียงลำดับเนื้อหาการปฏิบัติงานจากง่ายไปหายาก พร้อมทั้งมีรูปภาพประกอบที่ชัดเจน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศในปัจจุบัน ผลการหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน โดยนำไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ระดับคะแนนเฉลี่ยจากการฝึกปฏิบัติระหว่างเรียนของนักศึกษา ร้อยละ 89.28 และระดับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบปฏิบัติร้อยละ 90.18 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนโดยภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีระบบปรับอากาศ ตลอดจนมีเนื้อหาที่ครอบคลุมระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำความรู้ และทักษะไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้

ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ และทักษะการปฏิบัติงานระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนได้ สอดคล้องกับ Wongsuriya et al. (2024, p. 73) ที่ได้พัฒนาชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ และชุดฝึกปฏิบัติยังช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Onkrong et al. (2022, p. 69) การสอนปฏิบัติเครื่องทำความเย็นที่มีคุณภาพนั้นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติการสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ และฝึกปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าและระบบเครื่องทำความเย็น โดยมีคู่มือใบประกอบการศึกษาฝึกปฏิบัติที่เข้าใจง่าย และมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างทักษะการทำงานและแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติที่จำเป็นเพื่อการเตรียมตัวเข้าสู่การทำงานในภาคอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่ได้พัฒนาการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะ และการเรียนรู้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ตลอดจนกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัตินี้ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม และเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอีกด้วย สอดคล้องกับ Thammawongsri et al. (2021, pp. 249-250) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด และฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนอย่างแท้จริง และส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการทำงานกลุ่ม อย่างไรก็ตาม การให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติทักษะบ่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะ สอดคล้องกับ Khammanee (2021, pp. 249-250) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะปฏิบัติไว้ว่า ทักษะส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยทักษะย่อย ๆ จำนวนมาก และการฝึกให้ผู้เรียนสามารถทำทักษะย่อย ๆ เหล่านั้นได้ก่อนแล้วค่อยเชื่อมโยงต่อกันเป็นทักษะใหญ่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จได้ดีและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติจำเป็นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และสอดคล้องกับลักษณะงานจริงในอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะจากการปฏิบัติทางวิชาชีพด้วยตนเอง (Wangworawong et al., 2024, pp. 49-58) นอกจากนี้ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นนี้เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนรู้มาก่อน และเป็นเทคโนโลยีที่นิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยผู้เรียนเห็นว่าชุดฝึกปฏิบัตินี้มีประโยชน์ต่อผู้เรียนที่จะนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทน ซึ่งผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้ ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้และทักษะของครูผู้สอนเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษา ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wannakayont et al. (2019, pp. 175-176) ที่ได้ประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศอยู่ในระดับดีมาก สรุปได้ว่าการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะลงมือปฏิบัติ ตลอดจนมีเอกสารประกอบการสอน และใบงานปฏิบัติที่จัดเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นนี้

6. ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะลงมือปฏิบัติ ตลอดจนเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และสามารถลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัตินี้ อย่างไรก็ตามสถาบันการศึกษาที่มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยีการทำความเย็นและปรับอากาศควรนำแนวทางจากการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และมีทักษะในเรื่องดังกล่าว นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ที่มีราคาสูงอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ นายนิรุฒ พิมพาสสูง, นายวาทิ แหลมคม, นายนิรุฒ ลาโพ, นายชัชวาลย์ โตหล้า และนายพิรชัช ลีศรี ที่กรุณาเสียสละเวลาในการประเมินคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัยครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วันที่รับรอง 1 มิถุนายน พ.ศ. 2566 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Akeratana, N., Songboonkaew, J., Sriwiroot, B., & Lawanvisut, S. (2019). The applied of solar energy with standard air conditioner unit. *Journal of Thonburi University (Science and Technology)*, 3(2), 69-75. (in Thai)
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy. (2021, May 27). *Electricity generation from solar energy manual*. Green Nature Solar. <https://www.greennaturesolar.com/2021/05/27/>. (in Thai)
- Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna. (2015). *Bachelor of Industrial Engineering Curriculum, Mechanical Engineering Program*. Ministry of Higher Education, Science, Research, and Innovation. (in Thai)
- Jani, D. B., Mishra, M., & Sahoo, P. K. (2018). A critical review on application of solar energy as renewable regeneration heat source in solid desiccant-vapor compression hybrid cooling system. *Journal of Building Engineering*, 18, 107-124.
- Juntamongkol, S., & Chimpalee, J. (2020). A study of the needs for teaching instructional media for hydraulics and pneumatics course of students, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. *Narkbhutparitat Journal Nakhon Si Thammarat Rajabhat University*, 12(3), 10-22. (in Thai)
- Khammanee, T. (2021). *Pedagogy: Knowledge for effective learning process organization* (25th ed.). Chulalongkorn University Press (in Thai)
- Metropolitan Electricity Authority. (2022). *Solar community project 2022*. Retrieved from <https://www.meo.or.th/public-relations/corporate-news-activities/announcement/MgQZMoDOc>. (in Thai)
- Ministry of Energy. (2019). *Electricity production capacity development plan of Thailand*. B.E. 2561-2580. Author. (in Thai)

- Mookdasanit, S., & Boonpramote, T. (2020). Sufficiency energy consumption for air conditioning system in PCB operation room. In *Proceedings of the 38th Industrial Engineering Network Academic Conference 2020 (IE Network 2020)* (pp. 121-126). Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok. (in Thai)
- Onkrong, A., Thanapokin, J., & Chuseng, S. (2022). Refrigeration practicum set type: Domestic refrigerator /home refrigerator. *Science and Technology Northern Journal*, 3(3), 67-76. (in Thai)
- Promseenong, P., Sema, P., & Chuenchomnakjad, S. (2024). Creation and efficiency determination of a modular refrigeration and air conditioning practice set according to the national skilled labor standards. *Journal of Technical and Engineering Education*, 15(1), 29-39. (in Thai)
- Sontipan, B. (2022). *Development of a programmable logic controller training kit for vocational education students* [Master's Thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Sukmolkul, S. (2016). *Refrigeration and air conditioning systems*. SE-Education. (in Thai)
- Thammawongsri, S., Sompongthum, C., & Srisurin, K. (2021). Development of an automotive air conditioning skill training package on compressor through project-based learning for the First-year students of vocational certificate. *Journal of MCU Ubon Review*, 6(3), 241-250. (in Thai)
- Wannakayont, A., Lonkuntosh, N., Sittichantasen, T., Sayanpathum, P., Vongchaipratoom, S., & Dumnit, S. (2019). Development of a training kit for electrical circuit connection in air conditioner. *Journal of Graduate Studies, Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 13(3), 163-178. (in Thai)
- Wangworawong, W., Suwannasri, W., Binawaekachaeh, A., W., Jantontapo, U., Jeenupong N., & Deewanichsakul, S. (2024). The development of practical set for PLC programming to control a pneumatic system. *Journal of Technical and Engineering Education*, 15(1), 49-58. (in Thai)
- Wongsuriya, W., Wongsuriya, W., Sinpaitoon, P., Sinpaitoon, P., Chanhom, P., & Chanhom, P. (2020). The development of electrical circuit training package of split type air conditioning on refrigeration and air conditioning. *Industrial Engineering Journal*, 19(1), 68-74. (in Thai)