

Research article

การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

DEVELOPMENT OF A PRACTICAL TRAINING KIT FOR HOUSEHOLD ELECTRICAL AND
LIGHTING CIRCUITS TO PROMOTE PROBLEM-SOLVING SKILLS IN ELECTRICAL AND
ELECTRONICS WORK FOR VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS

ศศิกานต์ ครุทจิ้น* และชนิษฐา หินอ่อน

Sasikarn Krutgeen* and Kanitta Hinon

s6602025856109@email.kmutnb.ac.th* and kanittah@kmutnb.ac.th

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย

Electrical Engineering, Faculty of Technology Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), <https://doi.org/10.55003/JIE.24216>

Received: August 22, 2025, | **Revised:** August 26, 2025, | **Accepted:** August 29, 2025

Citation reference :

Krutgeen, S., & Hinon, K (2025). Development of a practical training kit for household electrical and lighting circuits to promote problem-solving skills in electrical and electronics work for vocational certificate students.

Journal of Industrial Education, 24(2), 122-135.

ABSTRACT

This research focused on the development of a practical training kit for electrical circuits and home lighting, aiming to enhance problem-solving skills in electrical and electronics work among vocational certificate students. The developed training kit consisted of a home lighting and electrical circuit assembly set, lesson plans, content handouts, practice worksheets, presentation media, post-learning tests, learning achievement tests, a problem-solving skills assessment form in electrical and electronics work, and a satisfaction questionnaire. The sample group comprised 20 first-year vocational certificate students in the Electrical Program at Phra Nakhon Si Ayutthaya Technical College, who were enrolled in the Basic Electrical and Electronics course in the first semester of the 2024 academic year, selected through cluster random sampling. Data were analyzed using mean (\bar{x}), standard deviation (SD), percentage (%), quality assessment of the training kit, and the E1/E2 efficiency index. The research findings revealed that the developed training kit was rated at a high level of appropriateness by experts ($\bar{x} = 4.38$, SD = 0.31). Its efficiency was measured at 84.50/82.17, which was higher than the set criterion of 80/80. Students' problem-solving skills were assessed at a very good level, accounting for 85.00%. Furthermore, student satisfaction toward the training kit was at the highest level ($\bar{x} = 4.63$, SD = 0.17). These results indicate that the developed training kit effectively promotes problem-solving skills and achieves a high level of learner satisfaction.

Keywords:..Practice kit, Problem-solving skills, Electrical and electronics

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน สื่อนำเสนอ แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ (%) ค่าคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติ และ ค่า E1/E2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.38$, SD = 0.31) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.50/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผู้เรียนมีคะแนนประเมินทักษะการแก้ปัญหาในระดับดีมาก (คิดเป็นร้อยละ 85.00) และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.63$, SD = 0.17) แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและได้รับความพึงพอใจจากผู้เรียนในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติ, ทักษะการแก้ปัญหา, งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1. บทนำ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและพลวัตของโลกยุคใหม่ นั้นมีแนวคิดสำคัญที่มุ่งให้ผู้เรียนทุกช่วงวัยได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้แบบ Active learning โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วม ในทุกกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ ได้รับการพัฒนาไปสู่ศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล และเพื่อให้มีทักษะที่จำเป็นของโลกอนาคตสามารถแก้ปัญหา ปรับตัว สื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างมีประสิทธิภาพ มีวินัย มีนิสัยใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การนำหลักการของยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 มาประยุกต์ใช้ในการใช้ขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษา ผ่านการกำหนดแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 การจัดการศึกษามุ่งเน้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ ฝึกทักษะการคิด ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะปฏิบัติ บูรณาการองค์ความรู้ เพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ยั่งยืนให้ผู้เรียนมีทักษะ ความรู้ ความสามารถ สมรรถนะตามมาตรฐานการศึกษามาตรฐานวิชาชีพ ในโลกศตวรรษที่ 21 พัฒนาคุณภาพชีวิตได้ตามศักยภาพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีวินัย จิตสาธารณะ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ (Independent Committee for Education Reform, 2019, pp. 9-11) นอกจากนี้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, 2023, pp. 6-8) ยังเน้นฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็นทำเป็น ในการจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ โดยยึดหลักในการจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นคนเก่ง คนดี มีสุข ที่มีนโยบายสอดคล้องกับบริบทของสังคมในปัจจุบัน คือมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีทักษะ การเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เป็นการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ให้มีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองในการเรียนและทุกโอกาส (Satavut, 2004, pp. 86-88)

ในปัจจุบันผู้เรียนนำความรู้จากการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้ และเพื่อให้ผู้เรียนเปรียบพร้อมทั้ง สมรรถนะ ทักษะการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 และมีสมรรถนะสอดคล้องกับความต้องการของสังคมแรงงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการศึกษา ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ซึ่งได้แก่ ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) เพื่อนำมาใช้ในการถ่วงดุลข้อมูลและการนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตและการพัฒนาตนเอง (Office of the Education Council, 2017, pp. 3-9) นับเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงาน เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อผู้เรียน การฝึกเรียนรู้ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้น การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ด้วยเหตุผลนี้การเรียนรู้จึงควรมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วย

การแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน (Office of the Education Council, 2017, pp. 7-13) ตลอดจนเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนมีหน้าที่ช่วยฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ (Khammani, 2010, pp. 1-5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongson (2018, pp. 1-90) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา กลุ่มสาระ การเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน ได้ผลหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ระบบการศึกษาระดับอาชีวศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2567 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติงาน การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ (Office of the Vocational Education Commission, 2024, pp. 2-18) ทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาและการลงมือปฏิบัติจริง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ในงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดการศึกษากลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐานในรายวิชา 20100-1005 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยจะมีการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยเฉพาะภาคปฏิบัติจะเป็นการฝึกปฏิบัติทักษะ ที่เกี่ยวกับงานไฟฟ้า เช่น วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ซึ่งการศึกษาระบบวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในสายอาชีพช่างไฟฟ้าอย่างมาก อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดโอกาสในการฝึกปฏิบัติบนชุดอุปกรณ์ที่มีลักษณะและฟังก์ชันใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทั้งความชำนาญและความมั่นใจในการฝึกทักษะด้านการต่อวงจรไฟฟ้าและการตรวจสอบระบบไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้าน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการติดตั้งและต่อวงจรสวิตช์และดวงโคมชนิดต่าง ๆ และการตรวจสอบความต่อเนื่องของวงจรหรือการหาจุดขัดข้อง หากขาดการฝึกบนอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงของจริง ผู้เรียนมักไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในงานจริงได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องจัดให้มีสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ชุดอุปกรณ์จริง ชุดสวิตช์ หรือชุดฝึกปฏิบัติเสมือนจริงที่สามารถจำลองสถานการณ์และปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ไขและตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขที่ใกล้เคียงการทำงานในสถานประกอบการมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laroatphotawatana (2019, pp. 49-56) ได้ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสวิตช์และฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i ที่พบว่า ชุดสวิตช์และชุดฝึกปฏิบัติ เป็นสื่อการเรียนที่มีประสิทธิภาพทางการเรียน 87.45/89.61 และผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongsuriya and Sinpaitoon (2020, pp. 68-74) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกอยู่ในระดับมากแสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนประเภทชุดฝึกปฏิบัติเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ผ่านการฝึกปฏิบัติจริง ให้กับผู้เรียนสามารถเรียนรู้หลักการทำงานของระบบไฟฟ้าในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อีกทั้งยังมุ่งส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาคือการต่อวงจรและการติดตั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการประกอบวิชาชีพด้านไฟฟ้าในอนาคต โดยการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนประเมินผลการใช้ชุดฝึกทั้งในด้านประสิทธิภาพ ของชุดฝึก ประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึก เพื่อให้ได้เครื่องมือการเรียนการสอนที่สามารถยกระดับความรู้และทักษะของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ Laroatphotawatana (2019, pp. 49-56) ได้ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสวิตช์และฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ ปวช. 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 17 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดสวิตช์และฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้า

รถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และสื่อประกอบการสอนมีประสิทธิภาพทางการเรียน E1/E2 เท่ากับ 87.45/89.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผลของการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่.05 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Phelawan (2025, pp. 64-74) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า ในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการฯ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 78.6/82.1 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.42$) และนอกจากนี้งานวิจัยของ Thongson (2018, pp. 1-90) ได้ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหินวงสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 82.33/82.89 2) คะแนนการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการแก้ปัญหา ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

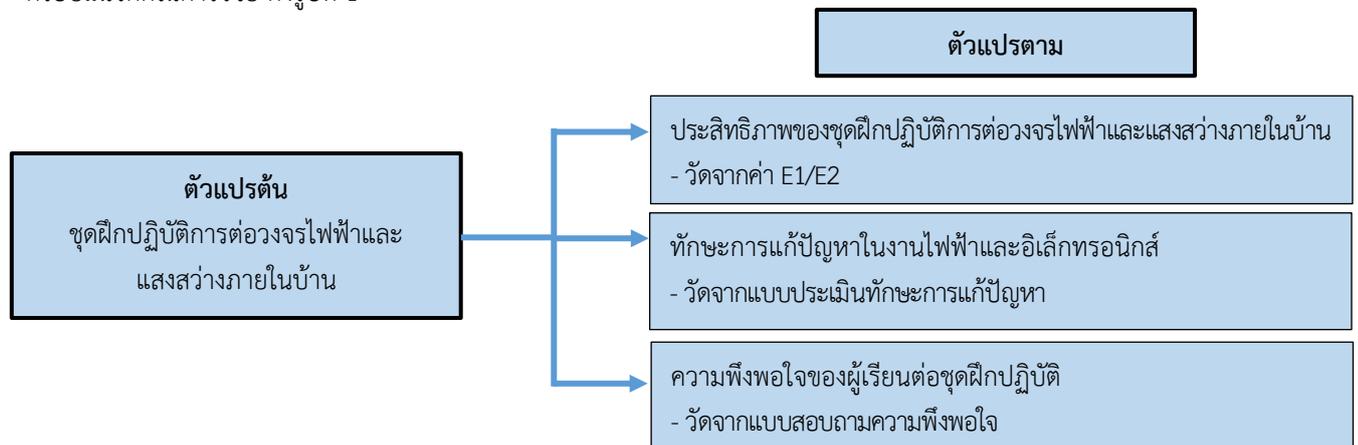
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มและความสำคัญของการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการที่เน้น สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริง และสามารถเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในระดับอาชีวศึกษา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือและดำเนินการวิจัย โดยสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง จำนวน 144 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากการสุ่มเลือกทั้งกลุ่มเอื้อต่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล ตลอดจนช่วยให้ผู้วิจัยสามารถควบคุมเงื่อนไขการทดลองและดูแลกระบวนการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหารายวิชาที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ รายวิชา 20100-1005 รายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญพื้นฐานต่อการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประกอบด้วย เนื้อหาดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง (Components used in lighting circuit)
2. ประเภทของวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน (Types of electrical circuits)
3. การวัดปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าและแสงสว่าง (Electrical measurement and testing in lighting circuits)

ขอบเขตด้านตัวแปรในการวิจัย ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน และตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน, ทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย เครื่องมือภาคปฏิบัติ ได้แก่ ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ใบปฏิบัติงาน และภาคทฤษฎี ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อนำเสนอพาวเวอร์พอยต์ เครื่องมือวัดและประเมินผล ได้แก่ แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่อง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา

3.3.1 ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

ชุดฝึกนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยเน้นการฝึกปฏิบัติและการแก้ไขปัญหาจริงในสภาพแวดล้อมที่จำลองสถานการณ์ภายในบ้าน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานจริงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติ โดยได้ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง วงจรเต้ารับไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า และการวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรแสงสว่างด้วยเครื่องมือวัด ได้แก่ มัลติมิเตอร์ แคลมป์ออนมิเตอร์ และดิจิตอลกิโวลต์ต่ออวามิเตอร์ โดยในการพัฒนาชุดฝึก ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการดำเนินการด้านความปลอดภัย โดยดำเนินการดังนี้

1. ออกแบบให้ชุดฝึกใช้ระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำเพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงาน
2. เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม ได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด MCB และ RCBO ซึ่งสามารถตัดวงจรอัตโนมัติเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรหรือกระแสรั่วไหล
3. เดินสายไฟด้วยสายที่มีฉนวนหุ้มและติดตั้งในรางเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงและเพิ่มความเป็นระเบียบในการใช้งาน
4. จัดทำคู่มือการใช้งานพร้อมทั้งอบรมผู้เรียนก่อนการทดลอง โดยเน้นวิธีการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า การปฏิบัติที่ถูกต้อง และแนวทางการทำงานอย่างปลอดภัย

โดยดำเนินการดังกล่าวสะท้อนถึงการออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัยที่คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้การใช้งานชุดฝึกมีความเหมาะสมและปลอดภัยต่อการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้า และแสงสว่างภายในบ้าน

3.3.2 ใบบัญชีปฏิบัติงานการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

ผู้วิจัยสร้างใบบัญชีปฏิบัติงานขึ้นใหม่ให้สอดคล้องกับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงกับชุดฝึก และเพื่อให้สอดคล้องกับการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในหัวข้อเรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ ใบบัญชีปฏิบัติงานที่ 1 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว, ใบบัญชีปฏิบัติงานที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได) และ ใบบัญชีปฏิบัติงานที่ 3 การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า โดยใช้ชุดฝึกพร้อมกับการทำใบบัญชีปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า และเห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

3.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้า รายวิชา 20100-1005 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 2 หน่วยกิต ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยวิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา โครงสร้างรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ แบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแผนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.3.4 ใบบริบท และสื่อนำเสนอ

ผู้วิจัยได้จัดทำใบบริบท สื่อนำเสนอ ให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง โดยเน้นการนำเสนอเนื้อหาที่ครอบคลุมทั้งความรู้พื้นฐานและตัวอย่างประกอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เนื้อหาในใบบริบทประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ประเภทของวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน และการวัดปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าและแสงสว่าง

3.3.5 แบบประเมินความเหมาะสมและคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติโดยประเมินคุณภาพและความสอดคล้องเกี่ยวกับชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน แบบประเมินมีทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านใบบัญชีปฏิบัติงานด้านประสิทธิภาพของชุดฝึก และด้านสื่อการสอน

3.3.6 แบบทดสอบหลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนประเมินผลหลังการทำใบบัญชีปฏิบัติงาน ในหัวข้อเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว จำนวน 10 ข้อ, การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได) จำนวน 10 ข้อ และ การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยออกแบบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน จากนั้นนำแบบทดสอบเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่ามีค่าระหว่าง 0.80–1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับเหมาะสม และผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบพบว่าค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.62–0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28–0.42 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และได้รับการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความถูกต้องชัดเจน และสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.7 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ใช้การประเมินแบบรูบริก (Rubric) เพื่อประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน กำหนดเป็นเกณฑ์ผ่าน/ไม่ผ่าน โดยประเมินทักษะการแก้ปัญหาตามหัวข้อประเมินการวิเคราะห์และระบุปัญหา, การวางแผนแก้ไขปัญหา, การดำเนินการแก้ไขปัญหา และการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (Somphon, 2019, pp. 1-11) ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็นระดับคุณภาพ ดีมาก ดี พอใช้ ปรับปรุง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ ดังนี้ ระดับ 4 ดีมาก มีคะแนนอยู่ระหว่าง 13 - 16 คะแนน ระดับ 3 ดี ได้คะแนนอยู่ระหว่าง = 9 - 12 คะแนน ระดับ 2 พอใช้ ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 5 - 8 คะแนน และระดับ 1 ปรับปรุง ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 1 - 4 คะแนน โดยเกณฑ์การผ่านประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนต้องมีระดับคุณภาพ ระดับดี ขึ้นไปถือว่าผ่าน

3.3.8 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึก ทำการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจขึ้น โดยถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน 3 ด้าน ดังนี้ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึก โดยแบ่งระดับของความพึงพอใจของผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Srisaard, 2002, pp. 100-125)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

3.4.2 ก่อนนำชุดฝึกปฏิบัติการไปใช้จริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความเหมาะสมและคุณภาพของชุดฝึก รวมถึงรับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นปรับปรุงชุดฝึกให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.4 ผู้วิจัยดำเนินการนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

นำชุดฝึกปฏิบัติการวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่ผ่านการปรับปรุงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และความพึงพอใจของผู้เรียน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ณ ห้องเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ในสัปดาห์ที่ 7 ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567



รูปที่ 3 กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

3.4.5 ให้กลุ่มตัวอย่างทำใบปฏิบัติงานที่ 1-3 โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ดังรูปที่ 3 แล้วบันทึกผลการทดลอง ตามใบปฏิบัติงาน และครูผู้สอนประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ขณะกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติงาน เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากทำใบปฏิบัติงาน

3.4.6 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ

3.4.7 นำคะแนนจากการทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่อง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้คะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ E1/E2

3.4.8 นำข้อมูลจากแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.4.9 นำข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจที่ได้มาวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียน ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.4.10 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และ ค่าร้อยละ (%)

3.5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก E1/E2 ตามเกณฑ์ 80/ 80

3.5.4 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน จากผลการดำเนินการสร้างชุดฝึก พบว่า สามารถพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ได้จำนวน 1 ชุด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบกระบวนการเรียนการสอน



รูปที่ 4 ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

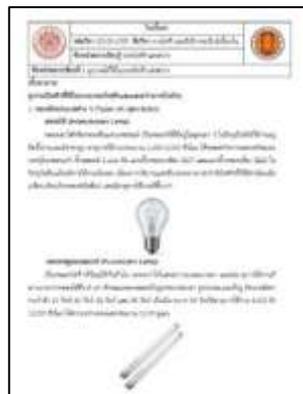
แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อนำเสนอ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงานการต่อวงจรไฟฟ้า แสงสว่างภายในบ้าน แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย และแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยรูปเล่มแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ดังรูปที่ 5-10



รูปที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้



รูปที่ 6 สื่อนำเสนอ



รูปที่ 7 ใบเนื้อหา



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	\bar{X}	ร้อยละ (%)
ใบปฏิบัติงาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์ทางเดียว	20	20	347	17.35	86.75
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์ทางเดียว	20	10	160	8.00	80.00
ใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์สองทาง (สวิตซ์บันได)	20	20	336	16.80	84.00
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์สองทาง (สวิตซ์บันได)	20	10	161	8.05	80.50
ใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า	20	20	350	17.50	87.50
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า	20	10	167	8.35	83.50
รวม	20	90	1521	76.05	84.50

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนระหว่างเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน คะแนนเต็ม 90 คะแนน พบว่า ผลรวมคะแนนระหว่างเรียนทั้งหมด 1,521 คะแนน ค่าเฉลี่ย 76.05 คิดเป็นร้อยละ 84.50 โดยผลคะแนนใบปฏิบัติงาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์ทางเดียว คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมคะแนน 347 ค่าเฉลี่ย 17.35 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 86.75 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์ทางเดียว คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมคะแนน 160 ค่าเฉลี่ย 8.00 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 80.00 และผลคะแนนใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์สองทาง (สวิตซ์บันได) คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมคะแนน 336 ค่าเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 84.00 ผลคะแนน แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์สองทาง (สวิตซ์บันได) คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมคะแนน 161 ค่าเฉลี่ย 8.05 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 80.50 และได้ผลคะแนนใบปฏิบัติงาน ใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมคะแนน 350 ค่าเฉลี่ย 17.50 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 87.50 ผลคะแนน แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมคะแนน 167 ค่าเฉลี่ย 8.35 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 83.50

4.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หัวข้อ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	\bar{X}	ร้อยละ (%)
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	30	493	24.65	82.17

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่า ผลรวมคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 493 คะแนน ค่าเฉลี่ย 24.65 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.17

4.2.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ

หัวข้อ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	\bar{X}	ร้อยละ (%)
คะแนนระหว่างเรียน	20	90	1521	76.05	84.50
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	30	493	24.65	82.17

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พบว่า ผลรวมคะแนนระหว่างเรียนทั้งหมด 1,521 คะแนน ค่าเฉลี่ย 76.05 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 84.50 และผลรวมคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด 493 คะแนน ค่าเฉลี่ย 24.65 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.17 ดังนั้นชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.50/82.17 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

4.3 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน

เมื่อนำแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นไปประเมินทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยประเมินทักษะการแก้ปัญหาขณะทำใบปฏิบัติงานโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน

หัวข้อ	จำนวนผู้เรียน	ร้อยละ (%)
ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา “ผ่านเกณฑ์”	17 คน	85.00
ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา “ไม่ผ่านเกณฑ์”	3 คน	15.00

จากตารางที่ 4 พบว่า จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน มีผู้ที่มีคะแนนประเมินทักษะการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 โดยผู้ผ่านเกณฑ์จะต้องมีคะแนนในระดับดีมากขึ้นไป และผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 โดยผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะต้องมีคะแนนในระดับต่ำกว่าระดับดี

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ

เมื่อนำชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ที่พัฒนาขึ้นใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ปีการศึกษา 2567 ผลการประเมินความพึงพอใจแสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ

ข้อที่	ข้อความความคิดเห็น	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน				
1	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.45	0.69	มาก
2	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติ	4.85	0.37	มากที่สุด
3	ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้า	4.75	0.55	มากที่สุด
4	ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.65	0.59	มากที่สุด
5	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	4.70	0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน		4.68	0.15	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา				
1	เนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติสามารถทำให้เข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้านได้	4.65	0.67	มากที่สุด
2	เนื้อหามีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.60	0.60	มากที่สุด
3	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.50	0.69	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านความเหมาะสมของเนื้อหา		4.58	0.08	มากที่สุด
ด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึก				
1	วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.65	0.67	มากที่สุด
2	ชุดฝึกมีขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.60	0.75	มากที่สุด
3	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บชุดฝึก	4.30	0.80	มาก
4	ชุดฝึกก่อให้เกิดทักษะพื้นฐานด้านการต่อวงจรไฟฟ้า	4.90	0.31	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึก		4.61	0.25	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมด		4.63	0.17	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ในภาพรวม พบว่า $\bar{X} = 4.63$, $SD = 0.17$ อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนมี $\bar{X} = 4.68$, $SD = 0.15$ โดยหัวข้อที่ได้คะแนนสูงสุดคือการช่วยส่งเสริมทักษะการปฏิบัติ รองลงมาคือการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้า และการกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา มี $\bar{X} = 4.58$, $SD = 0.08$ โดยผู้เรียนเห็นว่าเนื้อหาช่วยให้เข้าใจเรื่อง

วงจไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้านและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึกมี $\bar{X} = 4.61$, $SD = 0.25$ โดยชุดฝึกช่วยให้เกิดทักษะพื้นฐานด้านการต่อวงจรไฟฟ้า และมีวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม สรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกในทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่ประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติ จำนวน 1 ชุด แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อนำเสนอ ใบปฏิบัติงานที่ 1 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์ทางเดียว ใบปฏิบัติงานที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตซ์สองทาง ใบปฏิบัติงานที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าวงจรเต้ารับไฟฟ้า แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่อง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80–1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับเหมาะสม และการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ พบว่าค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.62–0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28–0.42 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพ 84.50/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สำหรับผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากที่ได้เรียนผ่านชุดฝึกฯ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 17 คน ที่มีคะแนนประเมินทักษะการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 85.00 โดยผู้ที่ผ่านเกณฑ์มีคะแนนในระดับดีมากขึ้นไป และผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ด้านผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ ปรากฏว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกฯ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63

ผลการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน พบว่ามีประสิทธิภาพ 84.50/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 แสดงถึงคุณภาพของชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นเกิดจากการออกแบบชุดฝึกอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับหลักสูตร เนื้อหา และระดับความสามารถของผู้เรียน เน้นการเรียนแบบลงมือปฏิบัติจริงและลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ส่งเสริมความสนใจและความกระตือรือร้นของผู้เรียน อีกทั้งการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายและยั่งยืน และมีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร เนื้อหา และทักษะที่ต้องการพัฒนา ทั้งนี้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการฝึกปฏิบัติ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oyphandee (2018, pp. 83-93) และ Laroatphotawatana (2019, pp. 49-56) ที่พบว่าชุดฝึกที่พัฒนาอย่างเหมาะสมสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้จริง ผู้เรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเฉลี่ยร้อยละ 85.00 เนื่องจากชุดฝึกเปิดโอกาสให้ผู้เรียน อภิปรายปัญหา ค้นคว้า และเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongson (2018, pp. 84-90) ที่พบว่าที่ชี้ว่าการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากที่สุดเกิดจากการที่ชุดฝึกตอบโจทย์ความต้องการผู้เรียน ใช้ประโยชน์ได้จริง และสอดคล้องกับรายวิชา มีการตรวจสอบและปรับปรุงโดยผู้เชี่ยวชาญอย่างรอบด้าน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Khammani, 2010, pp. 1-5) และงานวิจัยของ Wongsuriya and Sinpaithoon (2020, pp. 68-74) ที่พบว่าชุดฝึกที่พัฒนาจากความต้องการผู้เรียนช่วยส่งเสริมทั้งผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างด้านพื้นฐานความรู้และทักษะเดิม ความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ ตลอดจนระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติที่ยังไม่เพียงพอ ปัจจัยเหล่านี้สอดคล้องกับแนวคิดทางการศึกษาของ Khammani (2010, pp. 1-5) ที่ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติจำเป็นต้องอาศัย การฝึกซ้ำ ทั้งนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นต่อการเรียนการสอนในรายวิชาพื้นฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ควรมีการนำชุดฝึกดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนในบริบทที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความเหมาะสม รวมทั้งควรมีการวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาชุดฝึกในระดับที่สูงขึ้น และขยายขอบเขตเนื้อหาให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงในสถานประกอบการ อีกทั้งยังควรพัฒนาชุดฝึกสำหรับวงจรไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสาขาช่างไฟฟ้ากำลังได้พัฒนาทักษะทั้งด้านวิชาชีพและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะที่ครอบคลุมและพร้อมต่อการทำงานในโลกแห่งอาชีพได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ นายประเสริฐ แสงโป นายโกวิท สำนานมาก และนายสมมาตร แก้วจินดา ที่ให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงให้คำชี้แนะแนวทางปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ส่งเสริม สนับสนุน ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ Certificate of completion จาก National Research Council of Thailand (NRCT) เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2568

เอกสารอ้างอิง

- Independent Committee for Education Reform. (2019). *National education reform plan*.
https://human.skru.ac.th/assets/img/office/plans_budgets/file/p_st62.pdf , 9-11. (in Thai)
- Khammani, T. (2010). *The art of teaching: Knowledge for effective learning process management*. (13th ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Laroatphotawatana, P. (2019). The development and finding the efficiency of demonstration and practice set of electrical circuit in motorcycle: Honda Wave 110i. *Vocational Education Central Region Journal*, 3(1), 49–57. (in Thai)
- Office of the Education Council, Ministry of Education. (2007). *Learner-centered learning management: Problem-based learning approach*. Bangkok: Cooperative Printing House of Agricultural Cooperatives, 3-9. (in Thai)
- Office of the Education Council. (2017). *The national education plan B.E. 2560–2579* (1st ed.). Bangkok: Prikwarn Graphic Co., Ltd, 7-13. (in Thai)
- Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. (2023). *National Education*.
<https://ops.moe.go.th/wp-content/uploads/2023/03/5พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ-พ.ศ.2542-ฉ.4.pdf>, 6-8. (in Thai)
- Office of the Vocational Education Commission. (2024). *2024 certificate of vocational education curriculum: Industrial program, electrical power major*. <https://www.dsd.go.th/it/Doc/ShowDetails/8768>, 2-18. (in Thai)
- Oyphandee, P. (2018). *The development of a training package on household electrical maintenance for inmates at Suphanburi Provincial Prison* [Master's thesis]. Sukhothai Thammathirat Open University. 83-93. (in Thai)

-
- Phelawan, J., Keawkomsorn, M., Chaiyawong, K., Keawasa, S., Sunthonkanokpong, W., & Pomsuwancharoen, N. (2025). An Experimental Learning Kit for Electrical Circuits to Be Used in the Instruction of the Basic Electrical and Electronics Course under the Vocational Certificate Program at Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus. *Journal of Industrial Education*, 24(1), 64–74. <https://doi.org/10.55003/JIE.24109>.
- Satawut, N. (2004). Learner-centered learning management. *Wongkamkru Journal*, 1(7), 86-88. (in Thai)
- Somphon, P. (2019). *Summary on developing learners' 21st-century skills: Critical thinking and problem-solving skills*. <https://web.tpp.ac.th/60/wp-content/uploads/2020/10/ด้านการคิดอย่างมี> วิจารณ์ญาณ-และ ทักษะในการแก้ปัญหา.pdf, 1-11. (in Thai)
- Srisaard, B. (2002). *Introduction to research (7th ed.)*. Suwiryasarn, 120-125. (in Thai)
- Thongson, P. (2018). *The development of learning activity packages applying problem-based learning process to enhance problem-solving skills in social studies, religion and culture for Prathomsuksa 5 students* [Master's thesis]. Burapha University, 1-90. (in Thai)
- Wongsuriya, W., & Sinpaitoon, P. (2020). The development of electrical circuit training package of split type air conditioning on refrigeration and air conditioning. *Journal of Industrial Education*, 19(1), 68–74. (in Thai)