# การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

# Development of a Skill Training Kit for the Power Transmission System with Engineering-Based Learning for Vocational Certificate Students in the Industrial Program

**พงษ์ศักดิ์ คำเปลว[1*], น่านน้ำ บัวคล้าย[2], วรวุฒิ กังหัน[3], รัตนา พิชิตปรีชา[4] ชลธิศ ปิติภูมิสุขสันต์[5], และเมธา อึ่งทอง[6]**

**Pongsak Komplew[1*], Nannam Buaklay[2], Worawut Kunghun[3], Rattana Pichitpreecha[4], Chonlathit Pitipoomsuksan[5], and Metha Oungthong[6]**

[1*, 2, 3, 6] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

[1*, 2, 3, 6] Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

[4] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

[4] Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok, Thailand

[5] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

[5] Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand

*Received: March 24, 2025 Revised: July 8, 2025 Accepted: July 14, 2025*

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง 2) พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรมระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) ชุดฝึกทักษะ 3) แบบประเมินความเหมาะสม มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 และ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.42-0.62 ค่าความยาก 0.45-0.77 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.78 การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากไม่สามารถศึกษาจากของจริงได้ง่าย และการสอนส่วนใหญ่เน้นบรรยายหรือใช้สื่อพื้นฐาน เช่น เอกสารหรือ PowerPoint ที่ไม่แสดงรายละเอียดการทำงานของเฟืองอย่างลึกซึ้ง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ ความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.65, S.D. = 0.69) ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้ชุดฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**คำสำคัญ:** ชุดฝึกทักษะ ระบบส่งกำลัง การเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ช่างอุตสาหกรรม

[*]Corresponding author. Tel.: 061 663 6662

Email address: pongsak.komplew@gmail.com

DOI: 10.14456/lartsj.2026.5

## Abstract

The objectives of this research were to: 1) investigate current issues in teaching and learning the subject of Power Transmission Systems; 2) develop and evaluate the effectiveness of a skill training set integrated with engineering-based learning focused on the gear transmission system of a lathe headstock; and 3) compare learning outcomes before and after using the developed training set. The sample group consisted of 25 vocational certificate students selected through cluster sampling. The research instruments were a classroom observation record to identify instructional problems, the developed skill training set, an appropriateness assessment form with Content Validity Indices (CVI) ranging from 0.60 to 1.00, and an achievement test with content validity between 0.60 and 1.00, discrimination indices between 0.42 and 0.62, difficulty indices between 0.45 and 0.77, and an overall reliability of 0.78. Data were analyzed using content analysis, mean, standard deviation, and t-tests. The results of this study revealed that students initially lacked an understanding of the power transmission system of a lathe headstock due to limited access to physical equipment and a reliance on traditional lecture-based methods. Standard media, such as documents and PowerPoint, failed to adequately illustrate the detailed mechanics of the gear system, resulting in learning outcomes that fell below cognitive behavioral objectives. In addition, the developed skill training set was rated as highly appropriate ($\bar{X}$ = 4.65, S.D. = 0.69). Its instructional effectiveness exceeded the 80/80 criterion. Post-intervention achievement scores were significantly higher than the 80% benchmark at the 0.05 level of statistical significance, indicating that the training set effectively enhanced student performance.

**Keywords:** Skill Training Kit, Power Transmission System, Engineering-Based Learning, Industrial Technician

## บทนำ

การส่งกำลังเป็นกระบวนการสำคัญในงานกลึงที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังอุปกรณ์ทำงาน เช่น หัวจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัด เพื่อให้การทำงานของเครื่องกลึงมีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูงสุด ระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึงเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดความเร็วรอบและแรงบิดที่เหมาะสมกับลักษณะงาน การศึกษากระบวนการส่งกำลังจึงมีความจำเป็นสำหรับนักเรียนในสายงานอุตสาหกรรม เนื่องจากช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกในระบบเครื่องจักรกล รวมถึงการออกแบบและปรับปรุงระบบให้มีความเหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน [1] (กันยารัตน์ พูลเพียร 2563)

การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (Engineering Education) มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติและความคิดเชิงวิเคราะห์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาและการออกแบบวิศวกรรม การเรียนรู้ลักษณะนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีร่วมกับการฝึกปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในอุตสาหกรรมยุคปัจจุบัน [2] (Litzinger et al., 2011) การบูรณาการการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมในชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองหัวเครื่องกลึง จึงเป็นแนวทางที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งในระบบเครื่องจักรกล พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวต่อความซับซ้อนของเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ [3] ณรงค์ เครือกันทา และจันทร์ขาว สายแปลง 2566) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [4] (ชัชรินทร์ เลิศยศบดินทร์ และคณะ 2563) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาการคำนวณโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการจำลองสถานการณ์ออนไลน์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนเตรียมทหาร ผลการวิจัย พบว่า ผลการประเมินรอบสุดท้ายอยู่ในระดับดีมาก และผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

ชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในสายวิชาช่างอุตสาหกรรม ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง ชุดฝึกทักษะที่ออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อน ลดช่องว่างระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ และกระตุ้นการเรียนรู้แบบลงมือทำ (hands-on learning) ซึ่งส่งผลดีต่อการพัฒนาความรู้และทักษะในระยะยาว [5] (Kolb & Kolb 2005) การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงจึงเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและความชำนาญในระบบส่งกำลังของเครื่องจักร พร้อมทั้งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ [6] (ธนภัทร ศรีรัตนะ และคณะ 2567) ศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 26.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [7] (ประทีป พรมสีนอง และคณะ 2567) ศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วนตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ พบว่า ผลการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติของนักศึกษาที่ผ่านการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบ ทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วนที่สร้างขึ้นคิดเป็นร้อยละ 95.24

แม้ว่าจะมีการศึกษาหลายชิ้นที่กล่าวถึงการพัฒนาชุดฝึกทักษะในสาขาต่าง ๆ ของวิศวกรรมศึกษา เช่น การออกแบบบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงาน [3] (ณรงค์ เครือกันทา และจันทร์ขาว สายแปลง, 2566) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาการคำนวณร่วมกับการจำลองสถานการณ์ออนไลน์ [4] (ชัชรินทร์ เลิศยศบดินทร์ และคณะ, 2563) และการพัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด [6] (ธนภัทร ศรีรัตนะ และคณะ, 2567) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในด้านการพัฒนาชุดฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพยังมีอยู่อย่างจำกัด ช่องว่างของงานวิจัยที่สำคัญคือ การขาดแนวทางที่บูรณาการระหว่างทฤษฎีของระบบส่งกำลังกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่เน้นการแก้ปัญหาและการปฏิบัติจริงในบริบทของอุตสาหกรรม

การศึกษานี้มีส่วนสำคัญในการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงที่ออกแบบให้เชื่อมโยงทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยแนวคิดของการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่ช่วยพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ ความคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน การพัฒนาชุดฝึกทักษะนี้ไม่เพียงช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ยังช่วยเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในสาขาช่างอุตสาหกรรมให้สามารถปรับตัวต่อเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อนในอุตสาหกรรมยุคปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

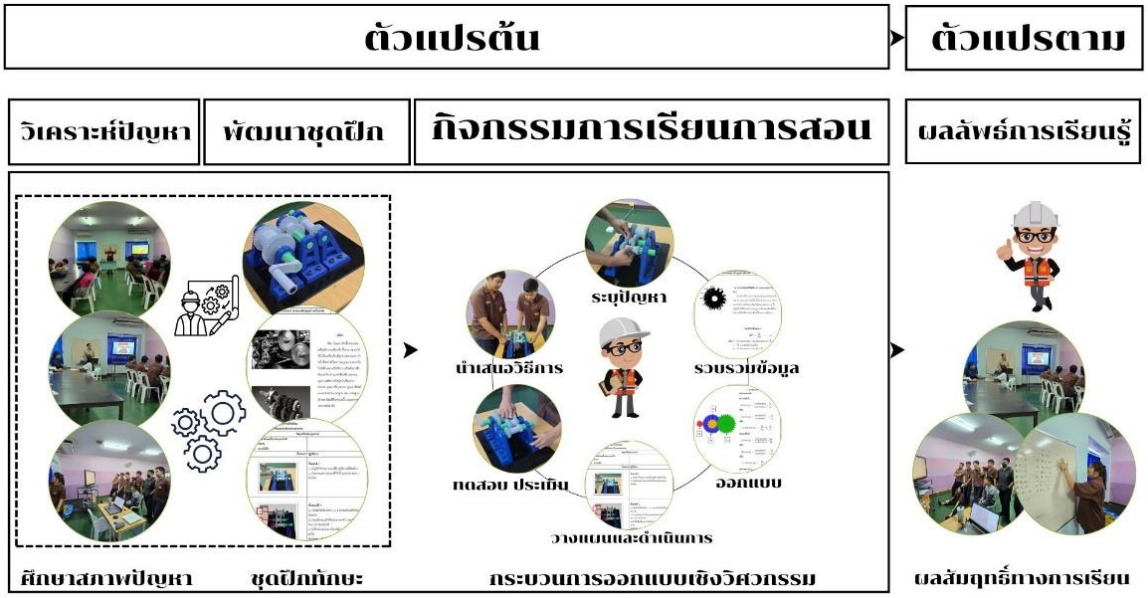
2. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่กำหนดไว้ 80/80

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

## หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดดังนี้ หลักการวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ [8] อารีวรรณ ทองสุ และคณะ (2562); [9] กิติยา มิดเดิลตัน และปราวีณญา สุวรรณณัฐโชติ (2564) และ [10] เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล (2564) ได้สรุปแนวทางการศึกษา สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ประเด็นการจัดการเรียนการสอน สื่อการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะ ตามแนวคิดของ [11] กิตติ เสือแพร และมีชัย โลหะการ (2560) ; [12] พงษ์ศักดิ์ รวมชมรัตน์ (2559) และ [13] นนทโชติ อุดมศรี และคณะ (2565) ระบบส่งกำลังตามแนวคิดของ [14] สกฤษฎ์ หนูสว่าง และคณะ (2566) และ [15] วีรยุทธ หล้าอมรชัยกุล (2564) ได้สรุปองค์ประกอบของชุดฝึกทักษะ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการสอน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด และใบมอบหมายงาน การศึกษาการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดของ [16] เพียงขวัญ แก้วเรือง และคณะ (2565); [17] กิติมาภรณ์ สมบัติพล และสุริยา ชาปู่ (2566) และ [18] ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ (2561) ได้สรุปองค์ประกอบของการศึกษาการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมดังนี้ ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ผู้วิจัยสามารถสรุปกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1




**ภาพที่ 1** กรอบแนวคิดการวิจัย

ที่มา: พงษ์ศักดิ์ คำเปลว, (2568)

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and develment : R&D) ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

## ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่เรียนในแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ปีการศึกษา 2/2567 จำนวน 100 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 20102-2109 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ปีการศึกษา 2/2567 จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เป็นจำนวนที่เหมาะสมที่เป็นตัวแทนจากนักเรียน จำนวน 100 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์ จากประชากรจำนวนเป็นหลักร้อย

2. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ ลักษณะของเฟืองตรง การคำนวณอัตราทดและความเร็วรอบของเฟืองตรงแบบชั้นเดียว และแบบสองชั้น และประเภทของเฟืองตรงที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา ช่วงเดือนตุลาคม 2566 ถึงเดือนธันวาคม 2567

**ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง** มีรายละเอียดดังนี้ แหล่งข้อมูล ได้แก่ บันทึกหลังแผนการสอนวิชา ระบบส่งกำลัง แบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผล และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง โดยต้องมีคุณสมบัติดังนี้ มีประสบการณ์สอน 10 ปี ขึ้นไป จบปริญญาโทสาขาหลักสูตรและการสอน การจัดการเรียนรู้ และครุศาสตร์เครื่องกล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารบันทึกหลังแผนการสอน แบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผล และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมบันทึกข้อมูลลงในเครื่องมือ ดำเนินการระหว่างวันที่ 1–15 พฤษภาคม 2567 และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา

**ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม** ประกอบด้วย ขั้นตอนย่อย ดังนี้

**ขั้นตอนย่อยที่ 2.1** พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยตำราที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีกระบวนการพัฒนาดังนี้

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัย ตำรา

2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ช่วยพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ ความคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม 3.1) แผนการสอน 3.2) ใบเนื้อหา 3.3) แบบฝึกหัด 3.4) ใบมอบหมายงาน

ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยต้องมีคุณสมบัติดังนี้ มีประสบการณ์สอน 10 ปี ขึ้นไป จบปริญญาโทสาขาหลักสูตรและการสอน การจัดการเรียนรู้ และครุศาสตร์เครื่องกล เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้อง จากการตรวจสอบพบว่าทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง ดำเนินการระหว่างวันที่ 16–31 พฤษภาคม 2567

**ขั้นตอนย่อยที่ 2.2** การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ศึกษาจากแหล่งข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนย่อยที่ 2.1 รวมถึงเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะ โดยมีกระบวนการพัฒนาดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาระบบส่งกำลัง

2) กำหนดขอบเขตข้อจำกัดของการพัฒนาชุดฝึกทักษะ

3) รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร

4) ออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

5) ดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ดำเนินการช่วงระหว่างวันที่ 1–15 มิถุนายน 2567

**ขั้นตอนย่อยที่ 2.3** พัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังนี้ ศึกษาจากแหล่งข้อมูลขั้นตอนย่อยที่ 2.1 และขั้นตอนย่อยที่ 2.2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องระบบส่งกำลัง ทักษะเชิงปฏิบัติ ความคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ในระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ ขั้นเข้าใจ ขั้นการนำไปใช้ ขั้นวิเคราะห์ และขั้นประเมินค่า

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยต้องมีคุณสมบัติดังนี้ มีประสบการณ์สอน 10 ปี ขึ้นไป จบปริญญาโทสาขาหลักสูตรและการสอน การจัดการเรียนรู้และครุศาสตร์เครื่องกล ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00

5) จัดชุดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

6) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.42-0.62 ค่าความยาก 0.45-0.77 และค่าความเชื่อทั้งฉบับ 0.78

7) ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากจาก 40 ข้อ เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อใช้ในการทดลองในครั้งนี้

8) จัดชุดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการช่วงระหว่างวันที่ 16 มิถุนายน ถึง 16 กรกฎาคม 2567

**ขั้นตอนย่อยที่ 2.4** ศึกษาความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม โดยกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง โดยเกณฑ์การพิจารณาจากตำแหน่งทางวิชาการ ระดับวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษขึ้นไป มีประสบการณ์สอนในสาขาที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป จบปริญญาโทสาขาครุศาสตร์เครื่องกล จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบประเมินความเหมาะสม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยต้องมีคุณสมบัติดังนี้ มีประสบการณ์สอน 10 ปีขึ้นไป จบปริญญาโทสาขาหลักสูตรและการสอน การจัดการเรียนรู้ และครุศาสตร์เครื่องกล ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 การเก็บรวมรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการส่งแบบประเมินความเหมาะสมให้ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการประสานและนัดหมายวันเวลา ดำเนินการช่วงระหว่างวันที่ 16–31 กรกฎาคม 2567 เพื่อจัดส่งทางไปรษณีย์ การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ขั้นตอนย่อยที่ 2.5** ศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีรายละเอียดดังนี้ กลุ่มทดลอง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเรียนเรื่องระบบส่งกำลังผ่านมาแล้ว ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ [19] (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว (1:1) จำนวน 3 คน กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) จำนวน 9 คน กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) จำนวน 25 คน ทุกกลุ่มทดลองจัดแบบคละความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเก็บรวมรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ผลการทดลองพบว่า

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว เท่ากับ 72.20/77.16 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่าใบงานที่ให้นักเรียนทำมีความซับซ้อนเข้าใจยาก นักเรียนสับสนในข้อมูลส่งผลต่อคะแนนกระบวนการ ($E_1$) ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อสังเกตการทำแบบทดสอบหลักใช้ชุดฝึกพบว่า ข้อคำถามบางข้อไม่ชัดต้องตีความ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ส่งผลต่อคะแนนผลลัพธ์ ($E_2$) จึงต้องวางแผนดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรม 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 77.32/78.22 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่า รายละเอียดรายละเอียดในชุดฝึกทักษะบางฉบับไม่ชัดเจน คำสั่งไม่สมบูรณ์ นักเรียนเกิดข้อสงสัยเป็นบางครั้ง แต่ก็สามารถดำเนินการทดสอบได้ และนำข้อมูลมาวางแผนดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรม และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม เท่ากับ 84.20/81.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่า ชุดฝึกทักษะมีความชัดเจน ใบงานสามารถทำตามขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม

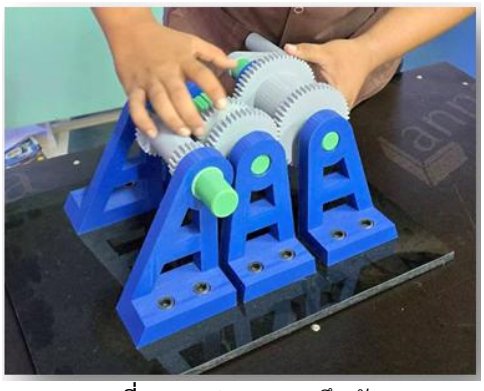
**ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม** มีรายละเอียดดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่เรียนในแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรีปีการศึกษา 2567 จำนวน 100 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 20102-2109 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One-Shot Case Study ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 การวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test dependent) ดังแสดงในภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 3



**ภาพที่ 2** การประกอบชุดฝึกทักษะ



**ภาพที่ 3** การใช้ชุดฝึกทักษะ

## ผลการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม คณะผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ตามรายละเอียดดังนี้

1. ผลศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง

| ประเด็น | ผลการศึกษา |
|---|---|
| **การจัดการเรียนการสอน** | นักเรียนยังขาดความรู้ด้านระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากเฟืองของจริงจะประกอบอยู่กับชุดหัวเครื่องกลึง ไม่สามารถนำออกมาศึกษาได้ง่าย และการสอนโดยมากเป็นการบรรยาย |
| **สื่อการสอน** | การใช้สื่อการสอน เช่น เอกสาร ตำรา หนังสือ และ PowerPoint ซึ่งแสดงเพียงหลักการของระบบส่งกำลังพื้นฐาน โดยไม่ได้ยึดหลักสื่อของจริงที่สามารถเจาะลึกถึงรายละเอียดการทำงานของชุดเฟืองส่งกำลังได้ |
| **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** | นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านความรู้ |

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง ด้านการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนยังขาดความรู้ด้านระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากเฟืองของจริงจะประกอบอยู่กับชุดหัวเครื่องกลึง ไม่สามารถนำออกมาศึกษาได้ง่าย และการสอนโดยมากเป็นการบรรยาย สำหรับด้านสื่อการสอนมีการใช้สื่อการสอน เช่น เอกสาร ตำรา หนังสือ และ PowerPoint ซึ่งแสดงเพียงหลักการของระบบส่งกำลังพื้นฐาน โดยไม่ได้ยึดหลักสื่อของจริงที่สามารถเจาะลึกถึงรายละเอียดการทำงานของชุดเฟืองส่งกำลังได้ และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านความรู้

2. ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ตัวอย่างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการสอน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด และใบมอบหมายงาน การใช้ชุดฝึกทักษะนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และเข้าใจระบบส่งกำลังได้อย่างลึกซึ้งจากประสบการณ์ตรง โดยเน้นทั้งการคิดวิเคราะห์ และการฝึกปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ดังแสดงในภาพที่ 4




**ภาพที่ 4** ตัวอย่างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

3. ผลศึกษาความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการศึกษาความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ภาพรวม (n = 9)

| รายการ | ผลการประเมิน | | ระดับความเหมาะสม |
|---|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | S.D. | |
| 1. สาระสำคัญของเนื้อหา | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ | 4.78 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | 4.75 | 0.56 | มากที่สุด |
| 4. เนื้อหาสาระ | 4.56 | 0.78 | มากที่สุด |
| 5. กิจกรรมการเรียนรู้ | 4.72 | 0.49 | มากที่สุด |
| 6. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน | 4.40 | 1.00 | มาก |
| 7. ใบเนื้อหา | 4.64 | 0.60 | มากที่สุด |
| 8. ใบมอบหมายงาน | 4.46 | 1.00 | มาก |

| รายการ | ผลการประเมิน | | ระดับความเหมาะสม |
|---|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | S.D. | |
| 9. เอกสารประกอบการสอน | 4.56 | 0.67 | มากที่สุด |
| 10. คู่มือครู | 4.80 | 0.42 | มากที่สุด |
| 11. บันทึกหลังสอน | 4.67 | 0.70 | มากที่สุด |
| **รวม** | **4.65** | **0.69** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการศึกษาความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.65, S.D. = 0.69) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า สาระสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.85, S.D. = 0.36) รองลงมา คือ คู่มือครู มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.80, S.D. = 0.42) และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.78, S.D. = 0.44) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับต่ำที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 1.00)

4. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

| คะแนน | จำนวนนักเรียน | คะแนน | | % | เกณฑ์ที่กำหนด |
|---|---|---|---|---|---|
| | | คะแนนเต็ม | คะแนนเฉลี่ย | | |
| **กระบวนการ ($E_1$)** | 25 | 20 | 16.84 | 84.20 | 80 |
| **ผลลัพธ์ ($E_2$)** | 25 | 40 | 32.72 | 81.80 | 80 |

จากตารางที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ของกระบวนการ ($E_1$) มีค่าเท่ากับ 84.20 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) มีค่าเท่ากับ 81.80 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ดังแสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน | n | $\overline{X}$ | S.D. | t* | df | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25 | 81.80 | 2.67 | 3.37* | 24 | 0.00 |

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม จำนวน 25 คน หลังจากเรียนด้วยชุดฝึกทักษะโดยคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 81.80 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.67) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐาน 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t* = 3.37, df = 24, p = 0.00) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะนี้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอย่างชัดเจน.

## การอภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมของนักเรียนช่างอุตสาหกรรม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลังสะท้อนให้เห็นปัญหาใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ 1) การจัดการเรียนการสอน 2) สื่อการสอน และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนขาดความรู้ด้านระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพที่เฟืองต้องประกอบอยู่ในชุดหัวเครื่องกลึง ไม่สามารถถอดแยกออกมาศึกษาได้โดยง่าย ทำให้นักเรียนไม่สามารถสังเกตกลไกการทำงานจริงได้ ปัญหานี้ส่งผลโดยตรงต่อความเข้าใจในระบบส่งกำลัง โดยเฉพาะในสาขาช่างอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและการปฏิบัติจริง วิธีการสอนที่เน้นการบรรยายเป็นหลักยังเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในรายวิชาที่ต้องอาศัยทักษะปฏิบัติ เนื่องจากการบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่สามารถถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติและประสบการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้ ด้านสื่อการสอน พบว่าสื่อที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเอกสาร ตำรา หรือ PowerPoint เน้นนำเสนอเพียงหลักการพื้นฐานของระบบส่งกำลัง แต่ขาดการแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดการทำงานที่ซับซ้อนของชุดเฟืองส่งกำลัง ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจกลไกการทำงานอย่างลึกซึ้ง และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาหลังการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 81.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.67 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการศึกษาสภาพปัญหาด้านความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.65, S.D. = 0.69) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า สาระสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.85, S.D. = 0.36) รองลงมา คือ คู่มือครู มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.80, S.D. = 0.42) และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\overline{X}$ = 4.78, S.D. = 0.44) อาจเนื่องมาจากการพัฒนาชุดฝึกทักษะได้มีการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยให้ความสำคัญกับคุณภาพของเนื้อหาสาระที่ถูกต้อง ทันสมัย และครอบคลุมตามหลักวิชาการด้านระบบส่งกำลัง ทั้งนี้กระบวนการพัฒนาได้ผ่านการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนอย่างละเอียด ทำให้ชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจริง คือ การที่นักเรียนไม่สามารถศึกษาระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงได้อย่างชัดเจนเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ภายในและไม่สามารถถอดออกมาเพื่อศึกษาได้โดยง่าย และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 1.00) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรายด้านอื่น ๆ ที่อยู่ในระดับมากที่สุด จึงสะท้อนให้เห็นว่า การออกแบบกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนยังมีจุดที่ควรปรับปรุงเพื่อให้เกิดความชัดเจนและครอบคลุมยิ่งขึ้น แม้ชุดฝึกทักษะจะมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว แต่การประเมินในเชิงปฏิบัติและพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ยังขาดรายละเอียดที่หลากหลาย เช่น การประเมินการมีส่วนร่วม ความสามารถในการทำงานกลุ่ม หรือการสะท้อนผลการเรียนรู้

ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [6] ธนภัทร ศรีรัตนะ และคณะ (2567) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียดเรื่องไมโครมิเตอร์วัดนอก พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 26.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ [20] จิรายุทธ วัดแก้ว และคณะ (2567) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ ($E_1$) มีค่าเท่ากับ 84.20 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) มีค่าเท่ากับ 81.80 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีกระบวนการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ การทดลอง 3 ระยะ ประกอบด้วย 1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ทำให้ชุดฝึกทักษะมีกระบวนการศึกษาประสิทธิภาพที่ชัดเจนเป็นไปตามหลักทฤษฎีที่ถูกต้องสอดคล้องกับ [19] ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การผลิตชุดฝึกทักษะนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำชุดฝึกทักษะที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าชุดฝึกทักษะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียน การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากชุดฝึกทักษะในระดับใด

4. ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 81.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.67 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 3.37$, $df = 24$, $p = 0.0025$) เนื่องจากการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงระบบ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และการลงมือปฏิบัติจริงสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้จากการทดลองและฝึกฝน ส่งผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีพัฒนาการด้านทักษะการปฏิบัติงานสูงกว่าเกณฑ์อย่างชัดเจน ทั้งในด้านความเข้าใจเชิงลึกการเชื่อมโยงความรู้กับการใช้งานจริง และความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [21] สุรเชษฐ์ อรัญนุมาศ และคณะ (2567) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 87.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ [22] มนตรี ธีรธรรมพิพัฒน์ และคณะ (2566) กล่าวว่า การปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ในประเด็นการปรับหลักสูตร พร้อมกระบวนการจัดการเรียนการสอน และการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมของนักเรียนช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยขอนำเสนอ 3 ประเด็น ดังนี้

บทสรุป

1) ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาระบบส่งกำลัง พบว่า ด้านการจัดการเรียนการสอน นักเรียนยังขาดความรู้ด้านระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากเฟืองของจริงจะประกอบอยู่กับชุดหัวเครื่องกลึง ไม่สามารถนำออกมาศึกษาได้ง่าย และการสอนโดยมากเป็นการบรรยาย ด้านสื่อการสอน การใช้สื่อการสอน เช่น เอกสาร ตำรา หนังสือ

และ PowerPoint ซึ่งแสดงเพียงหลักการของระบบส่งกำลังพื้นฐาน โดยไม่ได้ยึดหลักสื่อของจริงที่สามารถเจาะลึกถึงรายละเอียดการทำงานของชุดเฟืองส่งกำลังได้ และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านความรู้

2) พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรมระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมของกระบวนการ ($E_1$) มีค่าเท่ากับ 84.20 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) มีค่าเท่ากับ 81.80 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรมระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม จำนวน 25 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 81.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.67 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้**

1) ครูผู้สอนสามารถนำชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องโดยการปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน

2) สถานศึกษาควรสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมร่วมกับชุดฝึกทักษะในรายวิชาปฏิบัติอื่น ๆ โดยจัดให้มีห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับสร้างชุดฝึกทักษะ

**ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

1) ควรมีการวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังในรูปแบบสื่อเสมือนจริง หรือสื่อการเรียนที่ผู้เรียนสามารถเห็นการทำงานภายในของระบบส่งกำลังที่ซับซ้อนได้อย่างชัดเจน

2) ควรมีการศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะระยะยาว โดยติดตามนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะไปจนถึงการฝึกงานในสถานประกอบการจริง เพื่อประเมินว่าความรู้ และทักษะที่ได้รับสามารถถ่ายโอนไปสู่การทำงานจริงได้มากน้อยเพียงใด

3) ควรมีการวางแผนเรื่องเครื่องมือวัดและประเมินผลที่ชัดเจนมีกระบวนการถูกต้องตามหลักวิชาการ เนื่องจากเครื่องมือใช้สำหรับวัดและประเมินผลผู้เรียนเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จ

## เอกสารอ้างอิง

[1] กันยารัตน์ พูลเพียร. (2563). การออกแบบอุปกรณ์ขจัดเศษงานกลึงหน้าแท่นกลึง. *วารสารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม, 2*(4), 1-9.

[2] Litzinger, T. A., Lattuca, L. R., Hadgraft, R. G., & Newstetter, W. C. (2011). Engineering education and the development of expertise. *Journal of Engineering Education*, *100*(1), 123–150. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00006.x

[3] ณรงค์ เครือกันทา และจันทร์ขาว สายแปลง. (2566). การพัฒนาบทเรียนบนเว็บโดยการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, *22*(3), 122–132.

[4] ชัชรินทร์ เลิศยศบดินทร์, ปรัชญา ปารมี, และณรงค์ฤทธิ์ นาคเม้า. (2563). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาการคำนวณโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการจำลองสถานการณ์ออนไลน์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนเตียมทหาร. *วารสารครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, *48*(2), 56-73.

[5] Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, *4*(2), 193–212. https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566

[6] ธนภัทร ศรีรัตนะ, น่านน้ำ บัวคล้าย, และชิตพล มังคลากุล. (2567). การพัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. *Journal of Industrial Education, 23*(1), 54-62.

[7] ประทีป พรมสีนอง, ปรีดา เสมา, และศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมนาค. (2567). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วนตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ. *วารสารวิชาการครุศาสตร์และวิศวกรรมศึกษา, 15*(1), 29-39.

[8] อารีวรรณ ทองสุ, พัฒนสุข ชำนินอก, และเสนอ ภิรมจิตรผ่อง. (2562). สภาพการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 . *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 39*(6), 175-186.

[9] กิติยา มิดเดิลตัน, และปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. (2564). สภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวนในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม, 11*(3), 16-32.

[10] เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 17*(1), 17-31.

[11] กิตติ เสือแพร, และมีชัย โลหะการ. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม SCILAB สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์. 9*(2), 97-107.

[12] พงษ์ศักดิ์ รวมชมรัตน์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาการคิดและการตัดสินใจ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่เน้นการบูรณาการ สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 10*(12), 51-70.

[13] นนทโชติ อุดมศรี, บุญเลิศ วัฒนนภาเกษม, และนิกร สุกชชาติ. (2565). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเรียนรู้รายวิชาสถิติวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ. *วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (มนุษย์ศาสตร์ และสังคมศาสตร์), 7*(2), 146-155.

[14] สกฤษฎ์ หนูสว่าง, คณาพจน์ ยอดมณี, ปฏิพัทธ์ ทวนทอง, และทรงกลด ศรีปรางค์. (2566). การออกแบบและพัฒนาชุดส่งกำลังยานพาหนะไฟฟ้าสมัยใหม่ด้วยระบบฮาร์ดแวร์ในการจำลองวนรอบ. *Rattanakosin Journal of Science and Technology, 5*(1), 94-107.

[15] วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล. (2564). การออกแบบระบบทางกลและการวิเคราะห์กังหันน้ำขนาดเล็กแบบแกนนอน. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., 14*(1), 1-13.

[16] เพียงขวัญ แก้วเรือง, วิไลลักษณ์ ลังกา, และอรอุมา เจริญสุข. (2565). การศึกษาการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) เรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม: การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม. *วารสารวิชาการ มจร บุรีรัมย์, 7*(2), 65-79.

[17] กิติมาภรณ์ สมบัติพล, และสุริยา ชาปู่. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่องแรงและสมดุลของแรงของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1. *วารสารราชพฤกษ์, 21*(1), 42-58.

[18] ลือชา ลดาชาติ, และลฎาภา ลดาชาติ. (2561). จากการรู้วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะสู้สะเต็มศึกษาและการออกแบบ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 20*(1), 246-260.

[19] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์, 5*(11), 7-20.

[20] จิรายุทธ วัดแก้ว, วรวุฒิ กังหัน, และน่านน้ำ บัวคล้าย. (2567). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม. *วารสารวิชาการ ครุศาสตร์สวนสุนันทา, 8*(1), 64-73.

[21] สุรเชษฐ์ อรัญนุมาศ, เมธา อึ่งทอง, และน่านน้ำ บัวคล้าย. (2567). การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *Technology Vocational Education Journal, 8*(15), 135-149.

[22] มนตรี ธีรธรรมพิพัฒน์, ชุติมา ปัญญาพินิจนุกูร, และนิติบดี ศุขเจริญ. (2566). การออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดขั้นสูง. *Journal of Humanities and Social Sciences, Thonburi University, 17*(3), 86-102.