การออกแบบและพัฒนาชุดการสอนไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

ภควัต เกอะประสิทธิ์[1*]และ นิธิพัฒน์ อิ่วสกุล[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและประเมินคุณภาพชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่สำหรับใช้เป็นสื่อการสอน 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ใบประเมินคุณภาพชุดฝึก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินการคุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญคุณภาพด้านการออกแบบอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.67) คุณภาพด้านการใช้งานและด้านสื่อการสอนอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.63) และคุณภาพด้านใบงานอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.58) 2) ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มผู้เรียนมีค่าเท่ากับ 82.33/83.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และ 3) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมติฐานการวิจัย

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติ; ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รับพิจารณา: 1 ธันวาคม 2565
แก้ไข: 21 ธันวาคม 2565
ตอบรับ: 23 ธันวาคม 2565

1 อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2 อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 3444 5656 อีเมล: pakawat.k@rmutp.ac.th

Design and Developing of Mobile Hydraulics Instructional set

Pakawat Kerpasit[1*] and Nitipat Eawsakul[2]

Abstract

The purposes of this research were to 1) develop and evaluate the quality of a mobile hydraulics training set to use as a teaching aid, 2) find out the efficiency of the mobile hydraulics training set, and 3) compare the learning achievements before and after learning with the hydraulics training set. The sample group was 30 third-year undergraduate students of Mechanical Engineering enrolled in the Hydraulics and Applied Pneumatics course in semester 2 of the academic year 2021 at the Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. The sample was derived from the simple random sampling method in the classroom. The research instruments included the mobile hydraulics training set, a test used during class and after class, and the quality assessment sheet for the training set. Data were analyzed statistically by mean and standard deviation. The research results showed as follows: 1) the results of the quality assessment of the training set by the specialist were at a very good level ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.67) , the quality of usability and teaching aid was at a very good level ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.63), and the quality of the trial worksheet was at a very good level ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.58) 2) the results of finding the performance of the training set when applied to a group of learners were 82.33/83.80 above the threshold 80/80; 3) the students' learning achievements after learning were higher than before learning at the statistical significance level of .01 according to the research hypothesis

Keywords: Practice set; Mobile hydraulics; Leaning achievement

Received: December 1, 2022
Revised: December 21, 2022
Accepted: December 23, 2022

1 Instructor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
2 Instructor, Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
* Corresponding Author, Tel. +668 3444 5656 e-mail: Pakawat.k@rmutp.ac.th

1. บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 ได้มีการศึกษามุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ที่หลากหลายมีทักษะความชำนาญเฉพาะด้านเพื่อรองรับการแข่งขันในศตวรรษที่ 21 ที่มีความก้าวหน้าจากการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในด้านการศึกษาให้ผู้เรียนได้เสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพของผู้สอน ช่วยให้เกิดผลเป็นรูปธรรมมีความชัดเจนรวดเร็ว และแม่นยำมากยิ่งขึ้น [1] การจัดการศึกษาในปัจจุบันที่ได้ เปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้งานเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับยุคสมัย และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 และ ฉบับที่ 3 มาตรา 22 ที่ระบุว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่ เกี่ยวข้อง จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น การจัดการเรียนรู้แบบที่ เน้นการปฏิบัติ เป็นการจัดกิจกรรมเน้นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง จากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้จากการกระทำ ได้ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทฤษฎี และปฏิบัติ และมาตรา 66 ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้เพื่อให้มีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการ ศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต [2] เทคโนโลยีการผลิตในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ได้มีการนำเอาระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ควบคุมการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนแรงงานคนมากขึ้น มีการนำเอาระบบการควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในรถยนต์ เครื่องบินและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น กล้องดิจิตอล เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศและโทรทัศน์ เป็นต้น รวมถึงระบบการผลิตอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบแมคคาทรอนิกส์หุ่นยนต์ ซึ่งระบบอัตโนมัติหมายถึงการนำเอาแมคคาทรอนิกส์ที่ทำงานลักษณะต่าง ๆ มาต่อกันเป็นระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม การศึกษาสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบไฮดรอลิกส์ได้แก่ สาขาวิชาเครื่องกล สหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ทางอุตสาหกรรม เป็นต้น [3] นอกจากนั้น ระบบ ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ได้ถูกใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยนำมาใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ เช่น วิชาไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม วิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์และ วิชาการควบคุมระบบอัตโนมัติ [4] เทคโนโลยีมีความสำคัญกับระบบอัตโนมัติตั้งแต่ยุคแรกเริ่มจนถึงยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 (Industrial Revolution 4.0) คือ เทคโนโลยีกำลังของไหล (Fluid Power Technology) ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) นับเป็นอีกส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีดังกล่าว เครื่องจักรอุตสาหกรรม (Industrial Machinery) รวมไปถึงเครื่องจักรกลเคลื่อนที่ (Mobile Machinery) ที่อาศัยการขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก เข้ามาประยุกต์ใช้ส่งผลให้การขับเคลื่อนนิ่มนวล แม่นยำเที่ยงตรง ประหยัดพลังงาน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะการพัฒนาชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและฝึกทักษะเกี่ยวกับระบบควบคุม ซึ่งในปัจจุบันยังขาดแคลนชุดฝึก ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาทำให้นักศึกษาไม่ได้รับความรู้อย่างทั่วถึงเนื่องจากต้องจัดนักศึกษาจำนวนหลายคนต่อกลุ่ม ซึ่งชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ ที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะให้กับนักศึกษา หรือผู้สนใจเพื่อจะได้นำความรู้ดังกล่าวไปใช้งานในสถานประกอบการต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 พัฒนาและประเมินคุณภาพชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่สำหรับใช้เป็นสื่อการสอน

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ ที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ขึ้นไป 3.51

3.2 ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/80

3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

4.1 การออกแบบและสร้างชุดฝึกชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ในครั้งนี้ มีแนวคิดโดยยึดขั้นตอนของสำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ [5] มาเป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดฝึกโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1.1 กำหนดเป้าหมายในการนำชุดฝึกไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกส่วนประกอบของอุปกรณ์

4.1.3 การออกแบบและเขียนแบบ

4.1.4 การหาข้อมูลอุปกรณ์ที่ออกแบบและสร้าง

4.1.5 การสร้างต้นแบบ

4.1.6 การวิเคราะห์เนื้อหา

4.1.7 การสร้างใบงานให้กับนักศึกษา

4.1.8 การนำชุดฝึกไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย

4.1.9 การปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลอง

4.2 นำชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของ ชัยยงค์ [6] โดยจะนำชุดจำลองที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปใช้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการปฏิบัติงาน คือมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) อยู่ในเกณฑ์ 80/80

4.4 ตัวแปรในการวิจัย

4.4.1 ตัวแปรต้นในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

4.4.2 ตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไฮดรอลิกส์และ นิวแมติกส์ประยุกต์ ในปีการศึกษา 2/2564

5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไฮดรอลิกส์และ นิวแมติกส์ประยุกต์ ในปีการศึกษา 2/2564 จำนวน 30 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากห้องเรียน

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.2.1 ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ประกอบด้วย

1) ใบความรู้

2) ใบงาน จำนวน 10 ใบงาน

3) สื่อการสอน Power point เรื่องการควบคุมระบบไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

4) โปรแกรม Automation Studio 6.4

5) ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

5.2.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ซึ่งเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า [7] (Rating Scale) 5 ระดับแบบประเมินประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านการออกแบบและโครงสร้าง 2) ด้านการใช้งานและด้านสื่อ และ 3) ด้านใบทดสอบ

การออกแบบและการพัฒนาชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานด้านระบบไฮดรอลิกส์ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์การสอนมาแล้วไม่ต่ำกว่า 10 ปี โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญมาประเมินใช้วิธีชี้แจงรายละเอียด

ต่าง ๆ แล้วทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

5.2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ (Index of Consistency) อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.60 – 0.76 มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.22 – 0.82 และค่าความเชื่อมั่น 0.87

5.2.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อน (แบบทดสอบระหว่างเรียนและทดสอบหลังเรียน) ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

5.4 ขอบเขตด้านตัวแปร

5.4.1 ตัวแปรต้นในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การสอนโดยใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

5.4.2 ตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิภาพของผู้เรียนโดยใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

5.5 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นหน่วยย่อยในรายวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ เรื่องการควบคุมการทำงานขับเคลื่อนระบบไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ซึ่งประกอบด้วย 6 หัวข้อย่อย ได้แก่ 1) ระบบไฮดรอลิกส์และการควบคุม 2) ระบบบังคับเลี้ยว (ด้วยพวงมาลัย) 3) ระบบบังคับเลี้ยว (ด้วย Joystick) 4) วงจรไฮดรอลิกส์ 5) การออกแบบวงจรโมบายไฮดรอลิกส์และ 6) การต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

5.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองวิจัยครั้งนี้ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 (เดือนมิถุนายน - เดือนตุลาคม)

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

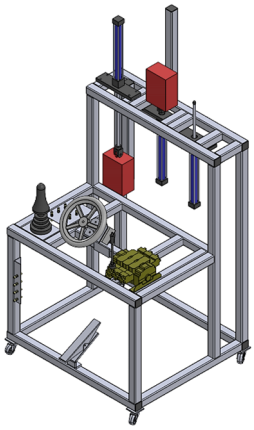
6.1 กระบวนการพัฒนาชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

6.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุดฝึกในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในเรื่อง ไฮดรอลิกส์และการควบคุม, วาล์วไฮดรอลิกส์ควบคุมทิศทางแบบมือโยก, ปั๊มไฮดรอลิกส์และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์, วงจรไฮดรอลิกส์, การออกแบบระบบไฮดรอลิกส์, การต่อวงจรควบคุมไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ ระบบบังคับเลี้ยว (ด้วยพวงมาลัย), ระบบบังคับเลี้ยว (ด้วย Joystick)

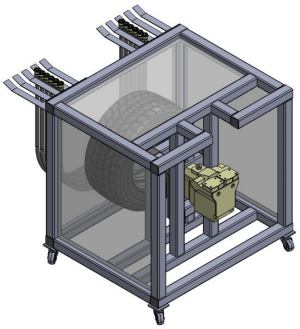
6.1.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

6.1.3 ออกแบบเนื้อหาที่สอดคล้องและครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง

6.1.4 ออกแบบและสร้างชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 แบบร่างชุดไฮดรอลิกส์เคลื่อนที่

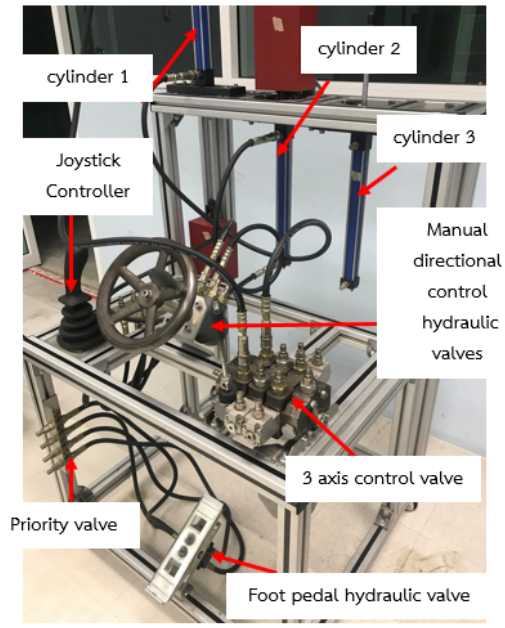


รูปที่ 2 แบบร่างชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิกส์

6.1.5 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

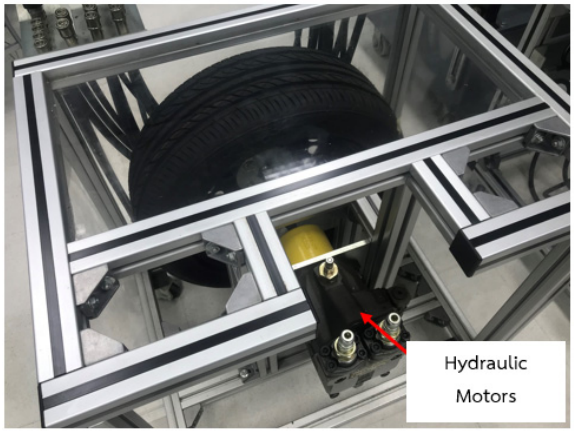
6.1.6 ดำเนินการสร้างชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่โดยสามารถอธิบายส่วนประกอบชุดจำลองแต่ละส่วนได้ดังนี้ 1) โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดสนิม ขนาด 80 x 65 x 120 cm และมีร่องสำหรับยึดสกรูขนาด

30 mm และมีอุปกรณ์ประกอบร่วมได้แก่ 1)กระบอกสูบสองทาง จำนวน 3 ตัว 2) วาล์วไฮดรอลิกส์ควบคุมทิศทางแบบมือโยก จำนวน 1 ตัว 3) คอนโทรลวาล์ว 3 แกน จำนวน 1 ตัว 4) ไฮดรอลิกส์วาล์วเท้าเหยียบ จำนวน 1 ตัว และ 5) วาล์วแบ่งน้ำมัน 1 ตัว แสดงดังรูปที่ 3



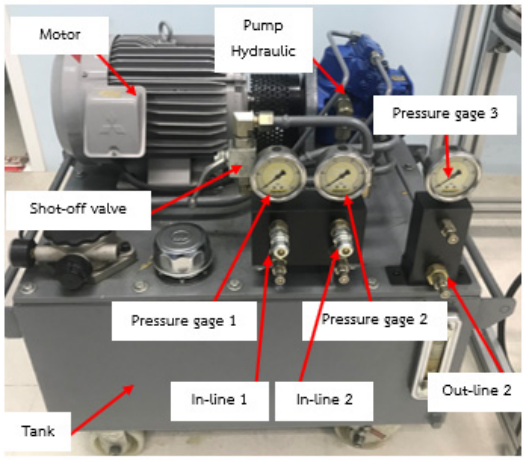
รูปที่ 3 ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

ชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดสนิม ขนาด 90 x 80 x 90 cm และมีร่องสำหรับยึดสกรูขนาด 30 mm และมีอุปกรณ์ประกอบร่วมได้แก่ มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ จำนวน 1 ตัว และ ชุดล้อรถยนต์ขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด และ ล้อรับน้ำหนักได้ล้อละ 250 Kg จำนวน 4 ล้อ แสดงดังรูปที่ 4

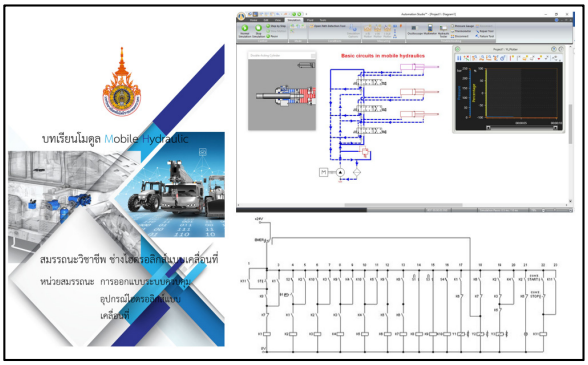


รูปที่ 4 ชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิกส์

ชุดต้นกำลังมีอุปกรณ์ประกอบร่วมได้แก่ มีถังพักความจุ ขนาด 40 ลิตร มอเตอร์ 1 ตัว ปั๊มไฮดรอลิกส์ 1 ตัว วาล์วควบคุมความดัน 1 ตัว เกจวัดความดัน 3 ตัว ท่อทางเดินน้ำมัน ไหลออก 2 ตัว ท่อทางเดินน้ำมัน ไหลเข้า 1 ตัว มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ จำนวน 1 ตัว และ ชุดล้อรับน้ำหนักได้ล้อละ 250 Kg จำนวน 4 ล้อ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ชุดต้นกำลัง



รูปที่ 6 ชุดการสอนไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

6.1.7 คณะผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพของสื่อ

6.1.8 การทดลองใช้

ทดลองใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทดลองใช้โดยผู้พัฒนาเองตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและแก้ปัญหาในการใช้งาน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2) ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช่กลุ่มเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่าง แต่เทียบเคียงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์

อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนในรายวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ ในปีการศึกษา 2/2564 จำนวน 14 คน เพื่อสอบถามความคิดเห็นจากการใช้ชุดฝึกที่พัฒนาขึ้น และนำผลไปปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3) ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึก

รูปที่ 7 บรรยากาศการเรียนผ่านชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.2.1 นำชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ทดลองใช้กับนักศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) อธิบายชี้แจงให้กับนักศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตเนื้อหา การปฏิบัติงานตามใบงาน และทำแบบ ทดสอบก่อนเรียน

2) ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Google Form

3) ศึกษาเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

4) ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่สร้างขึ้น

5) หลังการเรียนเสร็จให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Google Form เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์

6) นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ แบบประเมินไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

7) นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติตามใบงานมาวิเคราะห์ผลตามหลักการทางสถิติ

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการทางสถิติโดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

7.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ [8] การวิเคราะห์ข้อมูลได้นำผลจากการประเมินคุณภาพแสดงความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

7.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่โดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 เป็นวิธีการที่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพชุดฝึกในการเรียนการสอนได้ทั้งภาพรวมและส่วนย่อยเป็นรายวัตถุประสงค์

8. ผลการวิจัย

8.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ จากผู้เชี่ยวชาญแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ ระดับคุณภาพ ด้านการออกแบบ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านขนาดรูปร่างเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.86	0.38	ดีมาก
2. ด้านความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์	4.14	0.90	ดี
3. ด้านความแข็งแรงของโครงสร้างชุดฝึก	4.29	0.95	ดี
4. ด้านความประณีตสวยงาม	4.71	0.49	ดีมาก
5. ด้านความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์	4.29	0.95	ดี
6. ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน	4.86	0.38	ดีมาก
ค่าผลเฉลี่ย	**4.52**	**0.67**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ซึ่งพบว่า ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ด้านขนาดรูปร่างเหมาะสมต่อการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับดีมาก และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และ ด้านความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ มีความเหมาะสมระดับดี และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 เมื่อพิจารณาผลประเมินด้านการออกแบบโดยรวมอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพในด้านการใช้งานและด้านสื่อของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านการใช้งาน			
1. ความเหมาะสมของใบปฏิบัติงาน	4.71	0.49	ดีมาก
2. ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอน	4.57	0.53	ดีมาก
3. ความสะดวกในการปฏิบัติงานต่อวงจร	4.29	0.76	ดี
4. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชุดฝึก	4.86	0.38	ดีมาก
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.57	0.53	ดีมาก
ค่าผลเฉลี่ย	**4.60**	**0.54**	**ดีมาก**
ด้านสื่อ			
1. โครงสร้างการออกแบบถูกต้อง	4.86	0.38	ดีมาก
2. มีคุณภาพที่ใช้ในการสอนได้	4.57	0.79	ดีมาก
3. สะดวกต่อการใช้งาน	4.29	0.95	ดี
4. กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.57	0.79	ดีมาก
5. ประโยชน์ต่อการเรียนการสอน	4.29	0.76	ดี
ค่าผลเฉลี่ย	**4.51**	**0.73**	**ดีมาก**
รวมค่าผลเฉลี่ย	**4.56**	**0.63**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินด้านการใช้งานและด้านสื่อซึ่งผลการเปรียบเทียบทั้ง 2 ด้านพบว่า 1) ด้านการใช้งาน พบว่า ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชุดฝึกมีความเหมาะสมระดับดีมาก และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และด้านความสะดวกในการปฏิบัติงานต่อวงจร มีความเหมาะสมระดับดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 เมื่อพิจารณาผลประเมินด้านการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 2) ด้านสื่อ พบว่า โครงสร้างการออกแบบถูกต้อง มีความเหมาะสมระดับดีมาก และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 และด้านสะดวกต่อการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านสื่อโดยรวมอยู่ในระดับดีมากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านใบงานที่สร้างขึ้น พบว่า จำนวนใบงานครอบคลุมเนื้อหา ใบงานการออกแบบและต่อวงจร มีความเหมาะสมระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 4.71 และ ความถูกต้องของจุดประสงค์การสอน มีความเหมาะสมระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 เมื่อพิจารณาในโดยรวมแล้วอยู่ระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ในด้านใบงานชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1. ใบทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน	4.57	0.78	ดีมาก
2. จำนวนใบงานครอบคลุมเนื้อหา	4.86	0.38	ดีมาก
3. ความถูกต้องของจุดประสงค์การสอน	4.43	0.53	ดี
4. รูปภาพและสัญญาลักษณ์ในใบทดลองมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.71	0.79	ดีมาก
5. เนื้อหาของใบทดลองกับเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานชุดฝึก	4.71	0.76	ดีมาก
6. ใบงานการออกแบบและต่อวงจร	4.86	0.38	ดีมาก
7. ความเหมะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.57	0.53	ดีมาก
ค่าผลเฉลี่ย	4.67	0.58	ดีมาก

8.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
1. คะแนนก่อนสอบท้ายหน่วยเรียน (E_1)	30	41.17	82.33
2. คะแนนการทดสอบหลังเรียน (E_2)	30	41.90	83.80

จากตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ E_1 = 82.33 และ E_2 83.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ดังนั้นชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

8.3 ผลการเปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ที่พัฒนาขึ้นใช้กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาไฮดรอลิกส์และ นิวแมติกส์ ประยุกต์ในปีการศึกษา 2/2564 จำนวน 30 คน

ตารางที่ 5 ผลคะแนนของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\overline{X}$	S.D	t	Sig
ก่อนเรียน	30	17.23	2.33	15.43	0.00*
หลังเรียน	30	25.10	2.47		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 5 แสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งผลของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.23 คะแนน และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.10 คะแนน พบว่าผลคะแนนของการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

9. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

9.1 ผลการประเมินชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่จากผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.67) คุณภาพด้านการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.54) คุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.73) และคุณภาพด้านใบงานอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.58) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไกรลาศ และคณะ [9] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสรรถนะวิชาชีพตามมาตรฐานฝีมือแรงงาน สาขาช่างเขียนแบบเครื่องกลด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.59) และ สอดคล้องกับสนิท [10] ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์เครื่องบรรจุชิ้นงานอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่า มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 4.62, S.D. = 0.44) ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่มีการเรียนรู้ทฤษฎีพร้อมกับปฏิบัติทดลองตามลำดับขั้นตอนในใบงานที่มีการออกแบบและครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ

9.2 ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.33/83.80 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของเฉลิมศักดิ์ และคณะ [11] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของด้านชุดฝึกมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 83.90/84.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงษ์ดนัย และสรเดช [12] ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง ภาพมุมกว้างของหน้าที่และการเชื่อมต่อภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อจัดทำแผนผังความคิด ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของด้านชุดฝึก มีประสิทธิภาพ E_1/E_2เท่ากับ 87.89/84.00 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งอรุณ [13] ได้ทำวิจัยเรื่องการใช้ชุดเรียนปฏิบัติการสำเร็จรูปสำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรมนาคมตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของด้านชุดฝึก มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.33/87.33 ทั้งนี้เนื่องจากนักศึกษาได้ผ่านการทดลองและทดสอบโดยรวมทั้งหมดจึงทำให้นักศึกษาเข้าใจและสามารถปฏิบัติการออกแบบวงจรและเขียนโปรแกรมโดยรวมได้ทั้งหมดซึ่งนำมาใช้ควบคุมชุดฝึกได้ทั้งหมด

9.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทดสอบก่อนและหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิวัฒน์ [14] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขัน พบว่าผลให้ผลการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระดับ .01 และสอดคล้องกับ โชคชัย และคณะ [15] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะเรื่อง การซ่อมบำรุงระบบไฮดรอลิกส์ของรถบดอัดหินโรยทางรางรถไฟ โดยใช้ t-test วิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่ามีผลต่อผู้ใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ผู้สอนควรพัฒนาบทเรียนให้มีการประยุกต์ใช้งานเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน

10.2 ก่อนใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ควรมีการแนะนำให้นักเรียนเข้าใจในการใช้สื่อ และทำความคุ้นเคยกับชุดฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งาน

10.3 ขณะที่ผู้เรียนใช้ชุดฝึกไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ผู้สอนควรควบคุมดูแลนักเรียนให้เป็นไปตามการสอนและตามเวลาที่กำหนด เพื่อป้องกัน ไม่ให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการใช้สื่อ

10.4 ควรทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรือสังคมออนไลน์ เพื่อติดตามความ ก้าวหน้าของผู้เรียน

11. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในการจัดทำบทความนี้ซึ่งได้ช่วยให้บทความนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

12. เอกสารอ้างอิง

[1] Office of The Education Commission, National Education plan (2017-2036), Bangkok: Prikwan, 2017. (in Thai).

[2] Department of National Education Act B.E. 2010, "National Education Act B.E. 2542," [Online]. Available: https://person.mwit.ac.th/01-Statutes/NationalEducation.pdf. [Accessed 3 July 2022].

[3] B. Paattarajarukul, Mechatronics Preliminary, Bangkok: SE-ED, 2011. (in Thai).

[4] Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, "Bachelor of Industrial Technology Program in Mechanical Engineering," Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bankkok, 2013. (in Thai).

[5] King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, "The Design Creation Prototype test and Demonstration set," Institte for Technical Education Development, Bangkok, 2000. (in Thai).

[6] C. Brahmawong, "Developmental Testing of Media and Instructional Package," *Silpakorn Educational Research Journal,* vol. 5, no. 1 : January-June 2013, pp. 5-20, 2013. (in Thai).

[7] C. Chianchana, Advanced research methodology : A focus on critical thinking for research, Bagkkok: TEXTBOOK PUBLISHING and DIGITAL PUBLICATION CENTER KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK, 2022. (in Thai).

[8] S. Sikkhabandit, Educational Technology, Bankkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, 1985. (in Thai).

[9] G. Dornchai, M. Kaweyoo, P. Yingkayun and N. Techaratanakul, "THE DEVELOPMENT OF THE TRAINING PACKAGE FOR COMPETENCY DEVELOPMENT IN STANDARD LABOR SKILL: COMPUTER AIDED DESIGN FOR MECHANICAL DRAFTING (CAD)," *Journal of Industrial Education,* vol. 17, no. 2 : May-August, pp. 23-31, 2018. (in Thai).

[10] S. Khwanmuang, "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET," *Journal of Industrial Education,* vol. 20, no. 3 : September - December, pp. 80-90, 2021. (in Thai).

[11] C. Donggan, P. Pupat and T. Ratanaotarn, "THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC AUTOMOTIVE SYSTEM PACKAGE OF VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS IN AUTOMOTIVE PROGRAM," *Journal of Industrial Education,* vol. 15, no. 1 : January - April, pp. 44-50, 2016. (in Thai).

[12] P. Jittavisuttikul and S. Krootjohn, "The Development of Supplementary Learning Media using Augmented Reality Technology on a Top-Level View of Computer Function

and Interconnection with Think-Pair-Share Activities to Create Mind Map," *Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 10, no. 2 : May – August, pp. 73-81, 2019. (in Thai).

[13] R. Porncharoen, "Using the programmed instruction laboratory in the teaching of telecommunication engineering of qualification framework for higher education," *ITED Journal,* vol. 31, no. 111 : July - September, pp. 38-47, 2019. (in Thai).

[14] W. Meesuwan, "THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL FOR ROBOTICS CONTROL PROGRAMMING USING TEAM-GAMES-TOURNAMENT," *Journal of Education Naresuan University,* vol. 23, no. 1 : January - March, pp. 297-307, 2021. (in Thai).

[15] C. Alongkrontuksin, P. Korakotjintanakarn, K. Chanaisawan and T. Saeheaw, "The Competency Based Training Package Subject: Hydraulic System Repairing and Maintenance for Track Tamping Machines Tamping force Tamping force," *ITED Journal,* vol. 34, no. 120 : October - December, pp. 64-75, 2021. (in Thai).