

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยนต์ไฟฟ้า
สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Developing of Learning Achievement with the Demonstration Practice
Package of Electric Vehicle for Students in Mechanical Education, Faculty
of Industrial Education Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ธนัช ศรีพนม^{1*}, วรพจน์ ตรีรัตน์ฤดี², วิโรจน์ บัวพันธ์³, ธีระชัย รัยวรัค⁴ และวิศิษฐ์ อ่อนประสงค์⁵

Tanut Sripanom^{1*}, Worapot Treeratrudee², Wirote Buaphan³,

Teerachai Raiwarak⁴ and Wisit Onprasong⁵

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

^{2,3,4,5}สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคตราด จังหวัดตราด 23000

¹Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Pathumthani 12110

^{2,3,4,5}Department of Auto Mechanic Technology Trat Technical College, Trat 23000

Received : December 12, 2022 Revised : December 23, 2022 Accepted : December 25, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการพัฒนาทักษะจากการจำลองปัญหาและการตรวจเช็คระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี การดำเนินการสร้างชุดสาธิตฝึกปฏิบัติมีขั้นตอนดังนี้ คือ 1) ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรและลักษณะรายวิชายานยนต์สมัยใหม่ 2) สร้างเนื้อหาและสื่อด้านยานยนต์ไฟฟ้าแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใบปฏิบัติงาน รวมถึงเอกสารประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน 3) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของด้านสื่อชุดสาธิต ด้านเนื้อหาแบบทดสอบ ใบปฏิบัติงาน และเอกสารประเมินความพึงพอใจ พร้อมทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 4) นำชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยนต์ไฟฟ้าไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล

*ธนัช ศรีพนม

E-mail : tanutt_s@rmutt.ac.th

ชั้นปีที่ 3 จำนวน 15 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ปีการศึกษา 1/2564 และ 5) หาประสิทธิภาพชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า 1) ชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยนต์ไฟฟ้า และสื่อประกอบการสอนมีค่าประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ E1/E2 เท่ากับ 70.89/87.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70/80 2) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยนต์ไฟฟ้า พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน , ชุดสาธิตฝึกปฏิบัติ , ยานยนต์ไฟฟ้า

Abstract

The purpose of this study was to develop and find the efficiency of the demonstration practice package of electric vehicle for developing skills from simulating problems and checking different systems of electric vehicles for students of mechanical education, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi., The steps to create the demonstration practice package are as follows 1) study the curriculum structure and course outline of modern automotive course 2) create content and teaching materials on electric vehicles, pre-test and post-test worksheets, lap sheets, and student satisfaction assessment documents 3) the accuracy of the demonstration practice package, content, testing worksheets, lap sheets, and satisfaction assessment documents were checked by the experts and improving according to the advice of experts 4) trial the demonstration practice package of electric vehicles with 15 samples from the 3rd year mechanical education students enrolled in the Modern Vehicle Technology course in the academic year 1/2021 5) the efficiency of the demonstration practice package of the electric vehicle was found by using statistics to analyze the data. The study results found that 1) the demonstration practice package of electric vehicles had learning efficiency E1/E2 equal to 70.89/87.10 which was higher than the specified criterion of 70/80 2) the learning achievement after study through the demonstration practice package of electric vehicles was significantly higher than before at the 0.05 level and 3) the students' satisfaction with the demonstration practice package of electric vehicles was found to a high level.

Keywords: Learning Achievement, The Demonstration Practice Package, Electric Vehicle.

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยียานยนต์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญกับผู้ใช้รถยนต์มากขึ้น แหล่งพลังงานที่ใช้ในยานยนต์ที่ผ่านมานั้นได้จากเครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันปิโตรเลียมเป็นหลัก แต่จากการที่สำรวจน้ำมันปิโตรเลียมมีแนวโน้มที่จะลดลงภายในอนาคตทำให้จึงต้องมีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะนำพลังงานทดแทนมาแทนที่น้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียมได้โดยเทคโนโลยียานยนต์ที่มีการพัฒนาให้ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน เช่น ยานยนต์ HEV (Hybrid Electric Vehicle) คือ ยานพาหนะที่มีระบบการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สองระบบทำงานร่วมกันยานยนต์ PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) คือรถยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินที่ใช้พลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานร่วมกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน รวมถึงยานยนต์ EV (Electric Vehicle) คือ รถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานโดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งสะสมพลังงาน ซึ่งได้มีประมาณการไว้ว่ารถที่ขับเคลื่อนจากพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวจะเริ่มเข้ามามีบทบาทตั้งแต่ปี 2020 เป็นต้นไปและในที่สุดก็จะมาแทนที่ยานยนต์ที่ขับเคลื่อนโดยใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในหรือน้ำมันปิโตรเลียมประมาณปี 2050 ขณะที่รัฐบาลปัจจุบันก็มีนโยบายสนับสนุนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนจากพลังงานไฟฟ้าด้วยเช่นเดียวกัน (สถาบันยานยนต์, 2555)

หลักสูตรครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานที่ผลิตครูอาชีวศึกษาในสาขาช่างยนต์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนนักศึกษาต้องเรียนทั้งวิชาชีวะช่างยนต์ วิชาชีวะด้านเครื่องกล และวิชาชีวะควบคุมคู่กันไป เพื่อให้เป็นครูช่างที่มีสมรรถนะเชี่ยวชาญทั้งวิชาชีวะช่างยนต์ และสามารถถ่ายทอดสมรรถนะวิชาชีวะช่างยนต์ให้กับผู้เรียนได้อีกด้วย เพื่อการพัฒนา นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์เครื่องกลให้มีสมรรถนะวิชาชีวะตรงตามความต้องการและให้ทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบันนี้ ซึ่งในปัจจุบันสถาบันการอาชีวศึกษาที่นักศึกษาไปฝึกสอนนั้นได้เริ่มมีการนำรถยนต์พลังงานไฟฟ้าเข้ามาสอนภายในสาขาช่างยนต์ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ที่จบในระดับ ปวช. และปวส. จะต้องทำหน้าที่ในการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ไฟฟ้าให้ได้ประกอบกับในหลักสูตรครุศาสตร์เครื่องกลมีรายวิชา

เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่เป็นรายวิชาบังคับให้นักศึกษาเรียนรู้ จากการสอบถามอาจารย์ผู้รับผิดชอบในรายวิชาดังกล่าวพบว่า สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนด้านยานยนต์ไฟฟ้า ยังมีไม่เพียงพอและยังไม่ทันสมัยส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะในการปฏิบัติและแก้ปัญหาในงานยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงคิดที่จะพัฒนาชุดสื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ในการพัฒนาทักษะจากการจำลองปัญหาและการตรวจเช็คระบบต่างๆของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นการทำงานของระบบต่าง ๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับระบบยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในสถาบันอาชีวศึกษาได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดสื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการพัฒนาทักษะจากการจำลองปัญหา และการตรวจเช็คระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับ นักศึกษาครูศาสตร์เครื่องกลคณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ชุดสื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้า ในการพัฒนาทักษะจากการจำลองปัญหาและการตรวจเช็คระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตยานยนต์สมัยใหม่ ของนักศึกษาสาขาครูศาสตร์เครื่องกล คณะครูศาสตร์ อุตสาหกรรมที่เรียนรู้จากชุดสื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้า และเอกสารการสอนที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเรียนรู้และพัฒนาทักษะจากชุด

สื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมาแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาสาขาครูศาสตร์เครื่องกล ชั้นปีที่ 3 จำนวน 15 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ในปีการศึกษาที่ 1/2564

4.2 การสร้างและพัฒนานวัตกรรม

4.2.1 ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning หรือการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะเป็นการส่งเสริมการมีอิสระทางด้านความคิด และการกระทำของผู้เรียน การมีวิจรรย์ญาณและการคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะมีโอกาส มีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริง และมีการใช้วิจรรย์ญาณในการคิดและตัดสินใจในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น มุ่งสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้กำกับทิศทางการเรียนรู้ ค้นหาสไตล์การเรียนรู้ของตนเองสู่การเป็นผู้รู้คิด รู้ตัดสินใจด้วยตนเอง (Metacognition) ดังนั้น Active Learning จึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ในการมีวิจรรย์ญาณการวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การประเมิน ตัดสินใจ และการสร้างสรรค์ (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ,2562) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติด้านการจัดการเรียนการสอนจะส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดพัฒนาการทุกด้านไม่ว่าจะเป็น การเรียนรู้เนื้อหาสาระ การฝึกปฏิบัติจริง ฝึกฝนทักษะทางสังคม ทักษะชีวิต ทักษะวิชาชีพการพัฒนาทักษะ การคิดขั้นสูง โดยสถานศึกษาทำความร่วมมือกับสถานประกอบการรับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนร่วมกันตั้งแต่การกำหนดวัตถุประสงค์ การกำหนดเนื้อหา กิจกรรม และวิธีการประเมิน (ทิตนา แชมมณี , 2562) ซึ่งคณะผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติงาน การสร้างชุดการสอน และ การสอนภาคปฏิบัติ

4.2.2 ออกแบบโครงสร้างชุดสื่อดิจิทัลปฏิบัติการยานยนต์ไฟฟ้า ผู้วิจัยเลือกมอเตอร์ชนิดบัสเลสขนาด 48 โวลต์ 1000 วัตต์ ที่ติดตั้งพร้อมชุดเพลาท้ายยาว 100 เซนติเมตร จัดทำอุปกรณ์การจำลองปัญหาและ

การตรวจเช็คในกล่องควบคุมมอเตอร์และระบบไฟสัญญาณต่าง ๆ จากนั้นทำการติดตั้งกับโครงสร้างที่ออกแบบไว้

4.2.3 ออกแบบกล่องสวิทช์จำลองปัญหาและการตรวจเช็คระบบต่างๆของยานยนต์ โดยทำการเลือกจำลองปัญหาในการฝึกทักษะปฏิบัติเพื่อตรวจเช็คระบบต่างๆของยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 10 ใบงาน ประกอบด้วย

4.2.3.1 ตรวจเช็คระบบขับเคลื่อนไปด้านหน้า

4.2.3.2 ตรวจเช็คระบบขับเคลื่อนไปด้านหลัง

4.2.3.3 สวิทช์จำลองปัญหาและตรวจเช็คระบบไฟส่องสว่าง

4.2.3.4 ตรวจเช็คระบบสัญญาณไฟเลี้ยว

4.2.3.5 ตรวจเช็คระบบไฟเบรก

4.2.3.6 ตรวจเช็คระบบไฟถอย

4.2.3.7 ตรวจเช็คระบบแตร

4.2.3.8 ตรวจเช็คระบบชุดควบคุมไฟฟ้า

4.2.3.9 ตรวจเช็ค Brushless Motor

4.2.3.10 ตรวจเช็คระบบแบตเตอรี่และระบบการชาร์จแบตเตอรี่

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการท่วิจัย

4.3.1 ชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยานยนต์ไฟฟ้าพร้อมจัดทำแบบประเมินความสอดคล้องในด้านการออกแบบโครงสร้างและคู่มือการใช้งานให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านที่มีความรู้ทางด้านยานยนต์สมัยใหม่ประเมินความเหมาะสม กำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ค่า 0.5 ขึ้นไปจากผลการประเมินได้ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.93

4.3.2 เอกสารประกอบการฝึกทักษะปฏิบัติเพื่อตรวจเช็คระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย คู่มือครู คู่มือนักศึกษา ใบเนื้อหาแบบฝึกหัด ใบปฏิบัติงานจำนวน 10 ใบงานพร้อมแบบประเมินผลการปฏิบัติงานแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ พร้อมจัดทำแบบประเมินความสอดคล้องในด้านเอกสารประกอบการฝึกทักษะปฏิบัติให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่มีความรู้ทางด้านยานยนต์สมัยใหม่ประเมินความเหมาะสม กำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ค่า 0.5 ขึ้นไป จากผลการประเมินได้ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.87

4.3.3 แบบประเมินผลความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติงานยานยนต์ไฟฟ้า แล้วนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบดูความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาและความถูกต้อง แล้วนำมาหาค่าความสอดคล้อง กำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ค่า 0.5 ขึ้นไป จากผลการประเมินได้ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.89 ปฏิบัติงานจำนวน 10 ใบงานพร้อมแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ พร้อมจัดทำแบบประเมินความสอดคล้องในด้านเอกสารประกอบการฝึกทักษะปฏิบัติให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านที่มีความรู้ทางด้านยานยนต์สมัยใหม่ประเมินความเหมาะสม กำหนดค่ากำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ค่า 0.5 ขึ้นไป จากผลการประเมินได้ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.89

4.3.4 การหาคุณภาพเครื่องมือ โดยให้นักศึกษาสาขาครุศาสตร์เครื่องกลชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้พบมีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ อยู่ในระดับง่าย จำนวน 14 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 46.67 อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 13 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 43.33 และอยู่ในระดับยากจำนวน 3 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 10 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ อยู่ในระดับสูงมาก จำนวน 19 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 63.33 อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 11 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 36.67 สรุปได้ว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีระดับความยาก - ง่ายเหมาะสม และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป สามารถนำไปใช้ได้

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4.1 ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ได้แบ่งหน่วยเรียนในหัวข้อยานยนต์ไฟฟ้าไว้จำนวน 4 สัปดาห์ โดยเรียนทฤษฎี 1 ชั่วโมงและลงปฏิบัติ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ สัปดาห์ที่ 1-3 จะลงปฏิบัติทั้ง 10 ใบงาน ส่วนสัปดาห์ที่ 4 เป็นการประเมินผลทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ รวมทั้งสิ้นใช้เวลา 16 ชั่วโมง

4.4.2 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนในหัวข้อยานยนต์ไฟฟ้า จากนั้นดำเนินการเรียนการสอนทั้งเรียนทฤษฎีและลงปฏิบัติ

จากตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพของการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองหาประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ผลข้อมูล พบว่า มีประสิทธิภาพของชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 70.89/87.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70/80 จึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าและเอกสารประกอบการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เป็นไปตามสมมุติฐานวิจัยที่ตั้งไว้

5.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	df	t-Stat	t-Critical	Sig
ก่อนเรียน	15	13.40	1.55	14	21.038	1.76	0.000**
หลังเรียน	15	26.13	2.03				

จากตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าผลคะแนนก่อนเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 13.40 และหลังเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 26.13 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และยังได้ค่า df เท่ากับ 14 ค่า t-Stat เท่ากับ 21.038 ส่วนค่า t-Critical เท่ากับ 1.76 ถือว่า Sig ที่ 0.000** จากค่าดังกล่าว t-test ที่ได้จากการคำนวณมากกว่าค่า t-test ที่ได้จากตารางซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานของการวิจัยโดยผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.4 การประเมินผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า

ที่	ข้อความ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
1.	มีความแข็งแรง ทนทาน สบายงามและง่ายการใช้งาน	4.15	0.71	85.00	มาก
2.	มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.38	0.74	87.50	มาก
3.	การตรวจเช็คและจำลองปัญหาการทำงานเสมือนงานจริง	4.75	0.46	95.00	มากที่สุด

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

ที่	ข้อความ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
4.	คู่มือการใช้งานมีความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.20	0.89	85.00	มาก
5.	ชุดสาธิตมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในคู่มือการใช้งาน	4.18	0.52	87.50	มาก
6.	เนื้อหาทั้งทฤษฎีและปฏิบัติมีการลำดับจากเนื้อหาทั่วไปหาเนื้อหาที่ยาก	4.50	0.53	90.00	มากที่สุด
7.	ภาพประกอบมีความชัดเจนเหมาะสมกับการเรียนรู้	4.13	0.64	82.50	มาก
8.	ในการเรียนรู้และฝึกปฏิบัตินี้สามารถนำไปแก้ปัญหาในระบบต่างของยานยนต์ไฟฟ้าได้	4.69	0.46	93.50	มากที่สุด
9.	ชุดสาธิตมีความทันสมัยทำให้เกิดความน่าสนใจในการเรียนรู้	4.63	0.52	92.50	มากที่สุด
10.	สร้างความมีส่วนร่วม มีการทำงานเป็นทีมในการเรียนรู้	4.00	0.76	80.00	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.36	0.62	87.85	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าในภาพรวมทั้งหมดพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.36, S.D. = 0.62$) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้และเมื่อนำมาพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดคือ การตรวจเช็คและจำลองปัญหาการทำงานเสมือนงานจริง ($\bar{X} = 4.75, S.D. = 0.46$) รองลงมาคือในการเรียนรู้และฝึกปฏิบัตินี้สามารถนำไปแก้ปัญหาในระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าได้ ($\bar{X} = 4.69, S.D. = 0.46$) และลำดับที่สาม คือ ชุดสาธิตมีความทันสมัยทำให้เกิดความน่าสนใจในการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.63, S.D. = 0.52$)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ชุดการชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าและเอกสารประกอบการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นพบว่า มีประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 70.89/87.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/80

6.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าในภาพรวมทั้งหมดพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

7. อภิปรายผลการวิจัย

7.1 คณะผู้วิจัยได้พัฒนาชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า และเอกสารประกอบการสอนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่ามีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยเท่ากับ 70.89/87.10 หมายความว่าผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและแบบฝึกทักษะทั้ง 10 ใบงาน คิดเป็นร้อยละ 70.89 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 87.10 แสดงว่าชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70/80 ซึ่งจะไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้ ผู้สอนสามารถนำชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ผลการวิจัยเป็นตามนี้เพราะว่าคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตั้งแต่คำอธิบายรายวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของรายวิชา เอกสารต่าง ๆ ด้านยานยนต์ไฟฟ้าและการควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบบัสเลส คู่มือการใช้งานมอเตอร์แบบบัสเลส และกล่องควบคุมจากบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายจนได้พัฒนาเป็นชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้ารวมถึงผู้เชี่ยวชาญมีส่วนช่วยเหลือแนะนำให้แก้ไขปรับปรุงและประเมินความเหมาะสมในการใช้สำหรับการเรียนการสอน ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i โดยได้พัฒนาชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติหลังจากนั้นนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชางานจักรยานยนต์กับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 17 คน พบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 87.45/89.61 จากเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (ประดิษฐ์ เลิศไพโรจน์ , 2562) และผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้นเรื่อง

งานตัด งานเจียรระไน และงานเจาะด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในการพัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติดังกล่าวได้นำมาทดลองใช้กับนักเรียนในสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังจำนวน 22 คน ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทศบาลพระพุทธรบาทจังหวัดสระบุรี ผลการวิจัยพบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 81.02/80.08 จากเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์, 2563)

7.2 ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบวัดผลก่อนเรียน นักศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 13.40 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม และหลังจากนักศึกษาได้ผ่านการเรียนรู้ด้วยชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า การทดสอบวัดผลหลังเรียน นักศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 26.13 คะแนน ทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคณะผู้วิจัยได้นำแนวคิดการผลิตชุดการสอนของศาสตราจารย์ ดร.ชัยงค์ พรหมวงศ์ ซึ่งได้กล่าวว่าการผลิตหรือวางแผนการสอนและผลิตสื่อประสมที่จะช่วยแก้ปัญหาหรือสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลทำให้ผู้เรียนสามารถก้าวหน้าไปตามความพร้อม ความถนัด และความสามารถของแต่ละคนได้อย่างเต็มที่ ผู้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมกลุ่มในลักษณะต่าง ๆ จะทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ให้มากที่สุด (ชัยงค์ พรหมวงศ์ , 2551) และผลการวิจัยที่คณะผู้วิจัยดำเนินการยังสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดจำลองสถานการณ์ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงรถจักรยานยนต์ Honda รุ่น Click I โดยได้พัฒนาชุดจำลองระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงแล้วนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชางานจักรยานยนต์กับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 17 คน ผลการวิจัย พบว่าการวัดผลก่อนเรียนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 6.59 คะแนน และวัดผลหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 12.59 คะแนนจากคะแนนเต็ม 15 คะแนนเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (จักรพันธ์ โทสิทธิ์, 2562)

7.3 ด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า ในภาพรวมทั้งหมดพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.36$, S.D. = 0.62) แสดงให้เห็นถึงความน่าพอใจของชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ของระบบขับเคลื่อนยานยนต์และยังได้ลงมือปฏิบัติจริงตรวจเช็คระบบต่าง ๆ จากการจำลองปัญหาของยานยนต์ไฟฟ้าที่เสมือนงานจริงและจากการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติงานจริงนี้ช่วยให้สามารถนำไปแก้ปัญหาในระบบต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าได้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 20101 - 2009 ด้วยเทคนิคการสอนแบบการฝึกลงมือปฏิบัติงาน หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา แล้วนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนสาขาวิชาช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 3 - 4 จำนวน 35 คน ปีการศึกษา 2563 วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดเพราะได้เรียนรู้งานของจริงกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดขนาดได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้เข้าใจการใช้งานเครื่องมือวัดละเอียดและสามารถประยุกต์ใช้ในงานอื่น ๆ ได้ (ธีระพล บุญธรรม, 2565)

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ปีการศึกษาที่ 1/2564 โดยใช้ชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้า ในการสอนและฝึกทักษะให้กับนักศึกษาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี การศึกษาวิจัยเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้น ดังนั้น ควรสนับสนุนมีการวิจัยและพัฒนาวัสดุประกอบการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่หรือทางด้านเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะปฏิบัติที่สูงขึ้น

8.2 ในการพัฒนาชุดสาธิตฝึกปฏิบัติสำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติด้านยานยนต์สมัยใหม่ในครั้งต่อไปควรจัดทำชุดสาธิตฝึกปฏิบัติยานยนต์ไฟฟ้าในด้านการซ่อมและบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้าที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจเช็คและบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

10. เอกสารอ้างอิง

- จักรพันธ์ โทสิทธิ์. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาชุดจำลองสถานการณ์ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงรถจักรยานยนต์ Honda รุ่น Click I. **วารสารการอาชีวศึกษภาคกลาง**, 3, (2), หน้า 61-69.
- ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์. (2563, มกราคม - มิถุนายน). การพัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องงานตัด งานเจียระไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**, 12, (1), หน้า 281-296.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2551). **การสร้างชุดการสอน**. คันเมื่อ เมษายน 10, 2562, จาก <http://inno-sawake.blogspot.com/>
- ทิตินา แคมมณี. (2562). **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**(พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระพล บุญธรรม. (2565, มกราคม - มิถุนายน). การพัฒนาชุดการสอนวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์รหัสวิชา 20101 - 2009 ด้วยเทคนิคการสอนแบบ การฝึกลงมือปฏิบัติงาน หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา **วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา**, 6, (1), หน้า 104-114.

ประดิษฐ์ เลิศโพธวัฒน์. (2562 , มกราคม – มิถุนายน).
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตฝึก
ปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda
Wave 110i. วารสารการอาชีวศึกษา
ภาคกลาง , 3, (1) , หน้า 49 - 57.
สถาบันยานยนต์. (2555). **แผนแม่บทอุตสาหกรรม
ยานยนต์ ปี พ.ศ. 2555 - 2559.** กรุงเทพฯ :
สถาบันยานยนต์ กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562)
**แนวทางการนิเทศ เพื่อพัฒนาและส่งเสริม
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
ตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้.**
กรุงเทพฯ: หน่วยงานนิเทศก์ สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.