



การเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

The Learning by using Experimental Worksheets Techniques Affecting to
Academic Achievements in the Course of Electrical Circuits 1 for the 1st year
Diploma Vocational Certificate Students in the Field of Electrician
Kamphaengphet Technical College

ณัฐดนัย เรือนคำ*

Nathdanai Rueankham

Received : February 17, 2025

Revised : May 16, 2025

Accepted : June 16, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาคุณภาพของใบงานการทดลอง รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร 2) หาประสิทธิภาพของใบงานการทดลอง รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร และ 4) ประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองในการเรียนรู้รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร โดยใช้หลักการ ออกแบบการเรียนการสอนตามแนวทาง ADDIE MODEL 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การ พัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล เป็นแนวคิดหลักในการพัฒนานวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่ ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ด้วยการจับฉลากเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้กลุ่มผู้เรียนเป็นหน่วยสุ่ม

*อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

Lecturer in Department of Electrician Kamphaengphet Technical College(Corresponding Author)

e-mail: nuthdanai25170@gmail.com

เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสอน ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอน รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.55$, S.D. = 0.52) และผลการประเมินคุณภาพของเอกสารใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอน รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามระดับความคิดเห็นของผู้สอนที่ได้รับการเผยแพร่ผลงานวิชาการ โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.46$, S.D. = 0.46) 2) ประสิทธิภาพของใบงานประกอบการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่สร้างขึ้นสำหรับเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.60/84.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 3) ผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานทดลองประกอบการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรูปแบบคะแนนที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองประกอบการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มีความพึงพอใจ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, S.D. = 0.50)

คำสำคัญ : การเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง / ใบงานการทดลอง / วงจรไฟฟ้า 1 / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ABSTRACT

This research is an experimental research. The objectives are present to 1) Assess the quality of the experimental worksheets in the course of electrical circuits 1 of students at the 1st year diploma vocational certificate in the field of electrician kamphaengphet technical college, 2) Evaluate the efficiency of the experimental worksheets in the course of electrical circuits 1 of students at the 1st year diploma vocational certificate in the field of electrician kamphaengphet technical college, 3) compare the academic achievement between the experimental group and the control group who learned by using the experimental worksheet techniques in the course of electrical circuits 1 of students at the 1st year diploma vocational certificate in the field of electrician kamphaengphet technical college, and 4) Assess students satisfaction with learning by using the experimental worksheet techniques in the course of electrical circuits 1 of students at the 1st year diploma vocational certificate in the field of electrician kamphaengphet technical college. This study applied the principles of instructional design based on the ADDIE model, which consists of five steps: analysis, design, development, implementation and evaluation as the main concept in developing innovations. The sample group used in the research was 1st year diploma vocational certificate in the field of electrician kamphaengphet technical college, who registered for the subject Electrical Circuit 1 in the second semester of the academic year 2023, consisting of 2 groups, divided into an

experimental group of 20 people and a control group of 20 people. The researcher used the cluster random sampling method by drawing lots to select the experimental and control groups, using the student group as the random unit, The experimental group was taught by the researcher. The research results found that : 1) The quality of the experimental worksheets for teaching Electrical Circuit 1, as assessed by experts, was at the highest level overall ($\bar{X}=4.55$, S.D. = 0.52) and The evaluation of the experimental worksheets based on teacher opinions, as published in academic works, indicated a high overall quality level ($\bar{X}=4.46$, S.D. = 0.46). 2) The efficiency of the teaching worksheets for Electrical Circuit 1, designed for both learning and practice, resulted in an average score of 82.60/84.25 percent, exceeding the set criterion of 80/80 percent. 3) The experimental group of students who learned using the experimental worksheet technique in Electrical Circuit 1 es achieved significantly higher academic scores than the control group, who were taught using traditional methods at .05. 4) Students who used the experimental worksheet technique in Electrical Circuit I reported the highest level of overall satisfaction ($\bar{X}=4.58$, S.D. = 0.50).

Keywords : Learning with Experimental Worksheet Technique /

Experimental Worksheet / Electric Circuits 1 / Academic Achievement

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เป็นสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เปิดสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มุ่งเน้นในการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถเรียนรู้และฝึกฝน การสร้างองค์ความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 เป็นรายวิชากลุ่มพื้นฐานวิชาชีพในสาขางานไฟฟ้ากำลังที่กำหนดไว้ในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563 ซึ่งเนื้อหา มีลักษณะมุ่งเน้นกระบวนการคิดแก้ปัญหา การวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ การเชื่อมโยงความเป็นเหตุเป็นผล อาศัยหลักการที่ต้องใช้ศาสตร์ด้านวงจรไฟฟ้าต้องมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานของวงจร หน่วย การกำหนดทิศทางกระแสแรงดัน กฎพื้นฐานทางวงจรไฟฟ้ามาใช้วิเคราะห์และด้านสมการคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ส่วนด้านคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้ เช่น จำนวน เศษส่วน ทศนิยม ตัวคูณร่วมน้อย สมบัติต่างๆ เช่น การสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง ส่วนด้านพีชคณิต เช่น สมการ การแก้สมการที่ต้องใช้สมบัติการสมมาตร การบวก การคูณ การหาร การแทนค่า การคูณไขว้ เป็นต้น เห็นได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์มีหลายขั้นตอน (Seetao et al., 2013) ผู้เรียนต้องทำหน้าที่ศึกษาค้นคว้า ทดลอง แก้ปัญหาและพิสูจน์ความรู้ตามทฤษฎีให้ได้ด้วยตนเอง ประกอบกับเนื้อหาวิชา

คณิตศาสตร์ค่อนข้างยาก ผู้เรียนมีพื้นฐานไม่เพียงพอและสิ่งสำคัญคือผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สอบถามอาจารย์เมื่อไม่เข้าใจ (Intharayut and Koseeyaporn, 2012)

จากการสอนที่ผ่านมาพบว่า การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนใช้จำนวนมากไม่เพียงพอหรือราคาสูงเกินไป จำนวนนักศึกษามากเกินสัดส่วนของกลุ่มเรียน งบประมาณในการจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ เวลาที่ใช้สอนภาคปฏิบัติมีไม่เพียงพอ เครื่องมือและอุปกรณ์การสอนเกิดการชำรุดขณะลงมือปฏิบัติการทดลอง ซึ่งการทดลองไม่สามารถดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและรายวิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในระบบการเรียนการสอนทุกระดับ ทำให้ได้รับความสะดวก รวดเร็ว เพิ่มประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถค้นคว้าความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างไม่จำกัด ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และได้ประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ฝึกภาคปฏิบัติ มีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้คิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนด้านการวิเคราะห์และออกแบบการทดลอง เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง โอกาสผิดพลาดน้อยและทำงานได้รวดเร็ว การสร้างโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulations) เป็นการเสนอประสบการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพื่อให้ผู้เรียนเผชิญ และแก้ปัญหาที่ผู้เรียนต้องเสี่ยงที่จะเรียนรู้จากประสบการณ์จริง โปรแกรมจำลองสถานการณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมอย่างแพร่หลายคือ โปรแกรม PSpice มีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูง แม่นยำ รวดเร็ว และใช้งานง่าย (Moonsri, 1997) ดังนั้นการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสื่อเพื่อประกอบการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงนำโปรแกรม PSpice มาช่วยจำลองการวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้า จำลองพฤติกรรมของอุปกรณ์ไฟฟ้า จำลองผลตอบสนองทางธรรมชาติ ซึ่งการทดลองจะมีขั้นตอนการทดลองตามใบงานการทดลอง ผลการทดลองจะปรากฏผลได้หลายรูปแบบ มีส่วนประกอบของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลการทดลองเหมือนเครื่องมือและอุปกรณ์จริง ตัวอย่างเช่น การวัดค่ากระแสและแรงดันจะบอกค่าตัวเลข ตัวอักษร และบอกค่าในรูปของกราฟ และเมื่อวัดรูปคลื่นสัญญาณจะมีรูปคลื่นในรูปของกราฟที่มีความละเอียดมาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โปรแกรมจำลองวงจรด้วยโปรแกรม PSpice เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนจำลองพฤติกรรมของวงจรไฟฟ้าภายใต้เงื่อนไขต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีต้นแบบ สามารถทดสอบและวิเคราะห์ได้อย่างครอบคลุม แม่นยำ การใช้โปรแกรมจำลองวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรม PSpice วิเคราะห์นี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของวงจร จะลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัดบางประการของการทดลองในห้องปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี และมีส่วนช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักศึกษา

จากความสำเร็จและความเป็นมาของปัญหา ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาเทคนิคการสอนโดยใช้ใบงานการทดลองในรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 เพื่อแก้ไขปัญหการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ด้านทฤษฎีและทักษะในการจำลองวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้า เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและครอบคลุมหลักสูตรของรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอน เทคนิคการสอน โดยใช้ใบงานการทดลองผ่านโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรม PSpice เป็นวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน เป็นประโยชน์และส่งเสริมผู้เรียนให้เข้าใจในเนื้อหาทางทฤษฎีมากยิ่งขึ้น สามารถลดปัญหาการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ

เพิ่มประสิทธิภาพการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้ง สร้างความเชื่อมั่นและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของใบงานการทดลอง รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของใบงานการทดลอง รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองในการเรียนรู้รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

สมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ด้วยการจับฉลากเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้กลุ่มผู้เรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยใช้แบบจำลอง ADDIE model (McGriff, 2000) สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 เพื่อเน้นความรู้และทักษะการใช้โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรม PSpice ซึ่งยึดเนื้อหาทฤษฎีใน

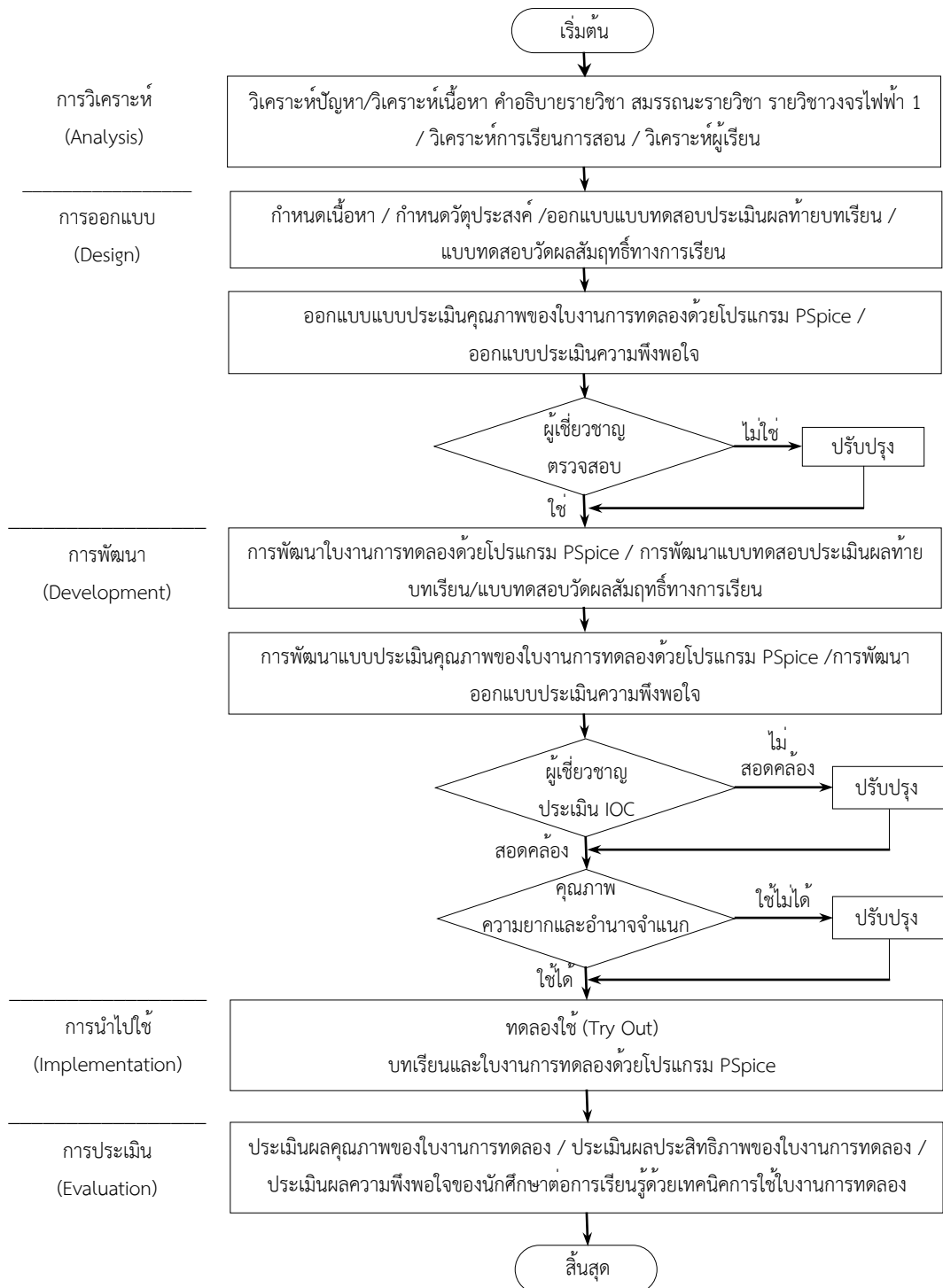
การสร้างใบงานการทดลองให้มีความครอบคลุมของเนื้อหาในการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลอง ADDIE model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน 1) ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) 2) ขั้นการออกแบบ (Design) 3) ขั้นการพัฒนา (Development) 4) ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) และ 5) ขั้นการประเมิน (Evaluation) มาพัฒนา ดังแสดงในภาพที่ 1

จากการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยใช้แบบจำลอง ADDIE model แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นหัวข้อเรื่องของบทเรียนและใบงานการทดลอง ได้แก่ บทเรียน ประกอบด้วย 8 บทเรียน ได้แก่ 1) หลักการพื้นฐาน 2) กฎพื้นฐาน 3) วิธีวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 4) ทฤษฎีบทวงจรไฟฟ้า 5) ออปแอมป์ 6) ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ 7) วงจรอันดับหนึ่ง และ 8) วงจรอันดับสอง ส่วนใบงานการทดลอง ประกอบด้วย 8 ใบงาน ได้แก่ 1) โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าผ่านโปรแกรม SPICE 2) กฎพื้นฐาน 3) แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบไม่อิสระหรือแบบควบคุม 4) วิธีวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 5) ทฤษฎีบทวงจรไฟฟ้า 6) ออปแอมป์ 7) ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ และ 8. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าแบบทรานเซียน จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างเนื้อหาทั้ง 8 บทเรียนและ 8 ใบงานการทดลองขึ้นและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาเพื่อนำไปใช้

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ก่อนการทดลองได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบภาคปฏิบัติ และจิตพิสัย ไปดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แล้วทำการตรวจให้คะแนน เพื่อเก็บข้อมูลความรู้ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างไว้เปรียบเทียบกับข้อมูลหลังเรียน จำนวน 100 ข้อ
2. ดำเนินการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยดำเนินการสอนครบจำนวน 8 บทเรียน การเก็บคะแนนแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ คะแนนส่วนที่เป็นภาคทฤษฎีได้จากการสอบประเมินผลท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 20 คะแนนส่วนที่เป็นภาคปฏิบัติได้จากการทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังจากได้ทำการทดลองใบงานการทดลองเสร็จคิดเป็นร้อยละ 60 และคะแนนส่วนที่เป็นจิตพิสัยระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 20 รวมเป็นร้อยละ 100 จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปเทียบกับคะแนนน้ำหนักความสำคัญของเนื้อ (%) ของแต่ละบทเรียน เพื่อให้การประเมินผลคะแนนที่แท้จริงเป็นไปตามสัดส่วนดังกล่าว จึงต้องนำคะแนนที่ได้จากการสอบภาคทฤษฎี การสอบภาคปฏิบัติ และจิตพิสัยระหว่างเรียน มาแปลงให้เป็นไปตามสัดส่วนด้วยการคำนวณกับค่าคะแนนน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา จึงกำหนดวิธีคำนวณคะแนนจริงตามสมการ (1) เพื่อหาประสิทธิภาพ (E1)

$$\text{คะแนนจริง} = \frac{\text{คะแนนดิบ} \times \text{ค่าน้ำหนักคะแนน}}{\text{คะแนนรวม}} \quad \dots (1)$$



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยใช้แบบจำลอง ADDIE model

3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มอีกครั้งหนึ่งหลังจากทำการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองเสร็จสิ้น ชุดเดิม จำนวน 100 ข้อ เพื่อหาประสิทธิภาพ (E2)

4. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ซึ่งลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ แล้วนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (Best, 1970)

5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้ค่าสถิติทดสอบ t-test independent (Saiyot and Saiyot, 2000)

สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพของใบงานการทดลอง

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคุณภาพของใบงานการทดลอง ด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง และด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาคุณภาพของใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง			
1. จัดพิมพ์ตัวอักษรและเครื่องหมายชัดเจน ทำให้ศึกษาเรียนรู้ และทำความเข้าใจได้ง่าย	4.40	0.55	มาก
2. มีรูปภาพประกอบชัดเจน มีความหมายตรงตามเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้เหมาะสมตามหลักการของการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
4. รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.20	0.45	มาก
5. สำนวน ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย และการใช้ภาษาถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ใบงานการทดลองที่ใช้โปรแกรมจำลองในการวิเคราะห์วงจรเพื่อหาคำตอบมีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
7. เนื้อหามีลักษณะที่เข้าใจง่าย และก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
8. ขั้นตอนการลงมือทดลองปฏิบัติตามใบงานอ่านเข้าใจง่าย	4.40	0.55	มาก
9. ใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับเนื้อหาใบความรู้ภาคทฤษฎี	4.40	0.55	มาก
10. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้อย่างดีที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง	4.52	0.52	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง			
1. กระบวนการทดลองปฏิบัติสามารถทำให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเอง	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบนำตนเองและนำไปประยุกต์ใช้งานได้	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถเรียนย้อนกลับมาศึกษาเนื้อหาที่ไม่เข้าใจได้ง่ายและสะดวก	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ช่วยตรวจสอบให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ได้จริง	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้เพิ่มขึ้น	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.40	0.55	มาก
7. การเรียนรู้นี้มีประโยชน์ต่อผู้เรียนและครูผู้สอนสามารถเผยแพร่ได้	4.60	0.55	มากที่สุด
8. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตลอดเวลา และเรียนรู้ได้อย่างอิสระ	4.40	0.55	มาก
9. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนความอดทน ความกล้าแสดงออกการตัดสินใจการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นได้	4.60	0.55	มากที่สุด
10. ใบงานการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และรู้จักแนวทางการแก้ปัญหาในขณะลงมือปฏิบัติงานตามใบงานด้วยตนเองได้	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง	4.58	0.53	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.55	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอน รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าภาพรวมมีความเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.55$, S.D. = 0.52) โดยด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก

ที่สุด ($\bar{X}=4.52$, S.D. = 0.52) ส่วนด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, S.D. = 0.53)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคุณภาพของใบงานการทดลอง ด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง และด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ทำการประเมินโดยผู้สอนจำนวน 20 ท่าน ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการหาคุณภาพของใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามระดับความคิดเห็นของผู้สอน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง			
1. จัดพิมพ์ตัวอักษรและเครื่องหมายชัดเจน ทำให้ศึกษาเรียนรู้ และทำความเข้าใจได้ง่าย	4.35	0.49	มาก
2. มีรูปภาพประกอบชัดเจน มีความหมายตรงตามเนื้อหา	4.25	0.44	มาก
3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาได้เหมาะสมตามหลักการของการเรียนรู้	4.30	0.47	มาก
4. รูปแบบการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.15	0.37	มาก
5. สำนวน ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย และการใช้ภาษาถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.20	0.41	มาก
6. ใบงานการทดลองที่ใช้โปรแกรมจำลองในการวิเคราะห์วงจรเพื่อหาคำตอบมีความเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.55	0.51	มากที่สุด
7. เนื้อหามีลักษณะที่เข้าใจง่าย และก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.65	0.49	มากที่สุด
8. ขั้นตอนการลงมือทดลองปฏิบัติตามใบงานอ่านเข้าใจง่าย	4.30	0.47	มาก
9. ใบงานการทดลองมีความสอดคล้องกับเนื้อหาใบความรู้ภาคทฤษฎี	4.60	0.50	มากที่สุด
10. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้อย่างดีทำให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้	4.75	0.44	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง	4.41	0.46	มาก
ด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง	4.51	0.47	มากที่สุด
1. กระบวนการทดลองปฏิบัติสามารถทำให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเอง	4.35	0.49	มาก
2. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบนำตนเองและนำไปประยุกต์ใช้งานได้	4.65	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ตามระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
แบบทดสอบภาคปฏิบัติ	4.40	0.53	มาก
แบบประเมินผลการสอบภาคปฏิบัติ	4.48	0.55	มาก

3. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของใบงาน รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1

หลังจากนักศึกษาได้ศึกษาเรียนรู้รายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยใช้ใบงาน จนครบแต่ละบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของใบงาน

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	E_1	E_2
กลุ่มทดลอง	20	100	82.60	84.85
กลุ่มควบคุม	20	100	80.05	81.25

จากตารางที่ 4 พบว่าใบงานการทดลองประกอบการสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบทดสอบประเมินผลท้ายบทเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลอง (E_1) ทำได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 82.60 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) ทำได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 84.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นคะแนนที่เพิ่มขึ้นระหว่างกลุ่มผู้เรียนเรียนที่รู้ด้วยเทคนิคการใช้ด้วยใบงานการทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยนำเสนอค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนที่เพิ่มขึ้นหรือ Gain Score คำนวณจากผลต่างของคะแนนหลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียนของผู้เรียนแต่ละคนของแต่ละกลุ่ม แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าสถิติของคะแนนที่เพิ่มขึ้นของแต่ละกลุ่ม (Gain Score)

กลุ่มผู้เรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
กลุ่มทดลอง	20	28.00	3.934
กลุ่มควบคุม	20	19.85	2.834

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น หลังจากเรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ด้วยใบงานการทดลองจัดการเรียนการสอนเป็น 28.00 คะแนน

($\bar{X}$ = 28.00, S.D. = 3.934) ส่วนกลุ่มควบคุมที่ใช้จัดการเรียนการสอนปกติ มีคะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น 19.85

คะแนน ($\bar{X}$ = 19.85, S.D. = 2.834)

เมื่อนำคะแนนที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนแต่ละคนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้สถิติ t สำหรับการทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample t-test) ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่เพิ่มขึ้นระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่เป็นอิสระต่อกัน

ความแปรปรวน	Levene's Test		สถิติ t	df	Sig.
	F	Sig.			
ความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน	1.029	0.317	7.518	38	0.00

จากตารางที่ 6 พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีการทดสอบของ Levene's พบว่า ไม่แตกต่างกัน (F = 1.029, Sig. 0.317) สำหรับการทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่เพิ่มขึ้น ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบ 2 ด้าน (2-tailed) พบว่าคะแนนที่เพิ่มขึ้นของทั้งกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน (t = 7.518, Sig. 0.00) ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบด้านเดียวทางขวา (1-tailed) ด้วยเงื่อนไขสถิติ $t > 0$ และ $\text{Sig.}/2 \leq 0.05$ จากตารางที่ 4-9 พบว่า เงื่อนไขเป็นจริง กล่าวคือ สถิติ $t = 7.518 > 0$ และ $\text{Sig.}/2 = 0.00 < 0.05$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก และยอมรับสมมติฐานทางเลือกที่ว่า คะแนนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมจริง ($t = 7.518 > 0$, $\text{Sig.}/2 = 0.00 < 0.05$) นั้นหมายความว่า การเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติจริง

5. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน ซึ่งนักศึกษามีความพึงพอใจ โดยภาพรวมแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ทำความเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	4.45	0.60	มาก
2. ได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ	4.75	0.44	มากที่สุด
3. มีความสุข รู้สึกสนุก และชอบในเรื่องที่เรียน	4.70	0.47	มากที่สุด
4. กระตุ้นให้เกิดความสนใจ นวัตกรรม เกิดความอยากเรียนมากขึ้น	4.60	0.50	มากที่สุด
5. ช่วยให้สามารถอธิบายคุณลักษณะของวงจรไฟฟ้าได้มากขึ้น	4.30	0.47	มาก
6. มีความน่าสนใจและเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ามากขึ้น	4.55	0.51	มากที่สุด
7. มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนในห้องเรียนมากขึ้น	4.55	0.60	มากที่สุด
8. ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา สามารถเชื่อมโยงไปสู่การทดลองได้จริงมากขึ้น	4.45	0.51	มาก
9. สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้	4.55	0.51	มากที่สุด
10. ความพึงพอใจในรูปแบบการเรียนการสอน	4.85	0.37	มากที่สุด
รวม	4.58	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง พบว่าความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง อยู่ในระดับมากที่สุด 7 รายการและอยู่ในระดับมาก 3 รายการ โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ความพึงพอใจในรูปแบบการเรียนการสอน ($\bar{X}=4.85$, S.D. = 0.37) ได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติอย่างอิสระ ($\bar{X}=4.75$, S.D. = 0.44) และมีความสุข รู้สึกสนุกและชอบในเรื่องที่เรียน ($\bar{X}=4.70$, S.D. = 0.47) และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 โดยการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง อยู่ในระดับมาก 2 รายการ ได้แก่ ทำความเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น ($\bar{X}=4.45$, S.D. = 0.60) และส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา สามารถเชื่อมโยงไปสู่การทดลองได้จริงมากขึ้น ($\bar{X}=4.45$, S.D. = 0.51)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ด้านคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า ใบงานการทดลองประกอบการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น ผ่านการประเมินคุณภาพในด้านเนื้อหาใบงานการทดลอง และด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนการ

ประเมินคุณภาพจากผู้สอน จำนวน 20 ท่าน โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาใบงานการทดลองที่สอดคล้องภาคทฤษฎีเชื่อมโยงเนื้อหาสู่ภาคปฏิบัติผ่านการเขียนโปรแกรมจำลองวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรม PSpice ซึ่งด้านเนื้อหาของใบงานการทดลองมีรูปภาพประกอบที่ชัดเจน มีลำดับขั้นตอนชัดเจน เนื้อหาที่มีลักษณะที่เข้าใจง่าย และก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้ ส่วนด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง เป็นกระบวนการทดลองปฏิบัติสามารถเชื่อมโยงสู่ภาคทฤษฎีทำให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเอง ส่งเสริมการเรียนรู้แบบนำตนเองและนำไปประยุกต์ใช้งาน เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ร่วมกัน มีความสนใจใฝ่รู้เพิ่มขึ้น ผู้เรียนฝึกฝนความอดทน ความกล้าแสดงออกการตัดสินใจการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยตรวจสอบให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ซึ่งสอดคล้องกับ Thammasuna (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชางานไฟฟ้ายานยนต์ รหัสวิชา 3101-2104 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน วิชา งานไฟฟ้ายานยนต์ รหัสวิชา 3101-2104 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.33) และผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน โดยครูผู้ที่ได้รับการเผยแพร่ผลงานวิชาการชุดการสอนโดยรวมอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.47, S.D. = 0.44) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sriyos (2017) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องมืองล (2102-2006) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของแผนการสอน วิชากลศาสตร์เครื่องมืองล โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.36, S.D. = 0.48) และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของสื่อสไลด์นำเสนอด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยต์ วิชากลศาสตร์เครื่องมืองล โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.44)

2. ด้านประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า ใบงานการทดลอง ประกอบการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยประสิทธิภาพจากการทำแบบทดสอบประเมินผลท้ายบทเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 82.60 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 84.85 ซึ่งสาเหตุที่ได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Thorndike, 1969) ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวให้หลักการสำคัญว่าการฝึกฝนทักษะและความชำนาญส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม มาสร้างและพัฒนาใบงานการทดลองเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 จึงทำให้การทดสอบหาประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้วยใบงานการทดลองมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ซึ่ง สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Worachak et al. (2018) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้าปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ พบว่า ชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมี

ประสิทธิภาพ 80.83/84.30 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Thammasuna (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชางานไฟฟ้ายานยนต์ รหัสวิชา 3101-2104 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชางานไฟฟ้ายานยนต์ รหัสวิชา 3101-2104 ที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 84.10/81.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Donchai (2022) ได้ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้ารหัสวิชา 30104-2002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี พบว่า ชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 89.01/84.49 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 ด้วยเช่นกัน

3. ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นคะแนนที่เพิ่มขึ้นระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยใบงานการทดลองประกอบการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง ประกอบการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่สร้างและพัฒนาขึ้นนั้น ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยมที่เน้นการฝึกฝน การฝึกทักษะ เพราะผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามใบงานการทดลองใช้ในรูปแบบโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือ PSpice ที่เน้นการฝึกฝนของผู้เรียนด้วยตนเอง จึงมีความรู้และความชำนาญในรายวิชาสูงขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้ภาคปฏิบัติสู่ภาคทฤษฎีได้อย่างดี สอดคล้องกับการวิจัยของ Sawangchit and Koseeyaporn (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพโปรแกรมแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์บนอินเทอร์เน็ตสำหรับการปรับทักษะการคำนวณ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อใช้โปรแกรมแบบฝึกหัดคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการวิจัยของ Intharayut et al. (2012) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ผสมผสานเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า พบว่า กลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนแบบวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการวิจัยของ Worachak et al. (2018) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ พบว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการวิจัยของ Tangtong (2018) ได้ศึกษาวิจัยแนวทางการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้งาน (Job Sheet) รายวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมโดยใช้ใบงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการวิจัยของ Donchai (2022) ได้ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้ารหัสวิชา 30104-2002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี พบว่า ผลการทดสอบความแตกต่าง

ของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test Dependent) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. ด้านผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่เรียนรู้ด้วยเทคนิคการใช้ใบงานการทดลอง พบว่า โดยภาพรวม นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.58$, S.D. = 0.50) เนื่องมาจากสื่อที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนซึ่งรวมถึงการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วย PSpice เป็นการใช้เทคโนโลยีในการสอนทำให้เกิดการกระตุ้นความสนใจ น่าติดตาม เกิดความอยากเรียนมากขึ้นผู้เรียนส่งผลเกิดความพึงพอใจของผู้เรียน สอดคล้องกับการวิจัยของ Tangtong (2018) ได้ศึกษาวิจัยแนวทางการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้งาน (Job Sheet) รายวิชาโครงสร้างข้อมูล และอัลกอริทึม ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคใบงาน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและด้านการจัดกิจกรรม สอดคล้องกับการวิจัยของ Thammasuna (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชา งานไฟฟ้ายานยนต์ รหัสวิชา 3101-2104 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2557 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชา งานไฟฟ้ายานยนต์ รหัสวิชา 3101-2104 มีระดับความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.36$, S.D. = 0.22) สอดคล้องกับการวิจัยของ Sriyos (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการสอนวิชา กลศาสตร์เครื่องมืองล (2102-2006) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน วิชา กลศาสตร์เครื่องมืองล มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.33$, S.D. = 0.75) สอดคล้องกับการวิจัยของ Donchai (2022) ได้ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน วิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.04$, S.D. = 0.61)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการฝึกปฏิบัติร่วมกับการพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวทาง ADDIE Model มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างและพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้คือ ใบงานการทดลอง ซึ่งเมื่อนำไปทดลองใช้แล้วมีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์เป็นที่ประจักษ์ จึงเสนอแนะให้ผู้สนใจในรายวิชาอื่นสามารถนำทฤษฎีการเรียนรู้ไปปรับประยุกต์ใช้สำหรับการออกแบบสร้างและพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

2. การที่ผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนได้นั้น ผู้สอนเอาใจใส่และหมั่นตรวจคำถามท้ายการทดลองเมื่อผู้เรียนตอบถูกมีการแนะนำการหาความรู้เพิ่มเติมให้สูงขึ้น หากผู้เรียนตอบผิด ผู้สอนควรใช้วิธีตั้งคำถามอย่างเป็นขั้นตอน หรือให้คำแนะนำเพื่อหาคำตอบเพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ทดลอง ควรเดินสำรวจ อำนวยความสะดวกในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับคอมพิวเตอร์ขณะทำการทดลองตามใบงานการทดลองด้วยโปรแกรม PSpice ที่สร้างขึ้น

3. ใบงานการทดลองโดยใช้โปรแกรม PSpice นี้ช่วยขยายความรู้เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาทางทฤษฎีให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์และความแตกต่างขอปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของวงจรที่เกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้าอย่างมาก สามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ หากไม่เข้าใจเนื้อหาสามารถย้อนกลับมาศึกษาได้ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการส่งเสริมให้สร้างใบงานทดลองที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ และมีการสนับสนุน ให้มีการใช้ใบงานทดลองที่มีคุณภาพ ในการเรียนการสอนเชิงทดลองให้แพร่หลาย

2. ควรนำโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หรือ PSpice ไปทดลองใช้สำหรับการออกแบบสร้างและพัฒนาใบงานการทดลองในรายวิชาที่มีกระบวนการเรียนการสอนสัมพันธ์ หรือสอดคล้องกับรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 อาทิ รายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไป

References

- Best, John W. (1970). *Research in Education*. Prentice-Hill.
- Chareonsuk, W. (2012). *A Development of Learning Achievement Using Job Sheet in control System Laboratory of Undergraduate Students Rajamangala University of Technology Thanyaburi*. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. [In Thai]
- Donchai, S. (2022). *Creation and efficiency of teaching kits for Electrical Design Course code 30104-2002 Higher Vocational Certificate Curriculum B.E.2563 Electrical Power Work Branch Ubon Ratchathani Technical College*. Ubon Ratchathani Technical College. [In Thai]

- Intharayut, S., and Koseeyapom, P. (2012). A Study on the Basics of Mathematics and Electricity for the Students of the Industrial Education Program, Electrical Engineering King Mongkut's University of Technology North Bangkok Academic Year 2011. In W. Wipawiwat, P. Wuttiphruk, and P. Kosiyabhon(Eds.), *The 5th National Conference on Industrial Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok*. 5-6 July 2012(pp.353-358). Bangkok: Faculty of Technical Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok. <http://journal.fte.kmutnb.ac.th/download/v5n1/journalFTE-Fulltext-2014-5-1-.pdf> [In Thai].
- Intharayut, S., Tansriwong, S., and Koseeyapom, P. (2016). The Development of A Computer-Based Learning and Practice Program under Eclecticism Theory for The Subject of Electric Circuit Analysis. *The Golden Teak : Humanity and Social Science Journal (GTHJ)*, 22(1), 159-166. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/tgt/article/view/60690/49969> [In Thai].
- McGriff, S. J. (2000). *Instructional System Design (ISD) : Using the ADDIE Model*. Instructional System, College of Education. The Pennsylvania State University.
- Moonsri, C. (1997). *The Development of Experimental Kits for Simulation Laboratory Instruction Type Entitled Transistor Circuit by Using PSpice Version 6.1 for Windows 3.11*. [Unpublished master's]. King Mongkut's University of Technology Thonburi. [In Thai]
- Saiyot, L., and Saiyot, A. (2000). *Learning Measurement Techniques* (2 nd ed). Children's club.
- Sawangchit, C., and Koseeyaporn, P. (2016). Development and Efficiency Evaluation of the Internet-based Mathematical Practice Program for Mathematical Skill Improvement. *The Golden Teak : Humanity and Social Science Journal (GTHJ)*, 22(1), 159-166. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/tgt/article/view/60724/49998> [In Thai].
- Seetao, C., Tansriwong, S., and Koseeyaporn, P. (2013). Development of Teaching Method with Intelligent Virtual Teacher Assistance to Strengthen the Learning Efficiency for Teaching in the Topic of Circuit Analysis at Department of Teacher Training in Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 4(1), 76-84. <http://journal.fte.kmutnb.ac.th/download/v4n1/journalFTE-Abstract-2013-4-1-9.pdf> [In Thai].

- Sriyos, S. (2017). *Development of teaching kits for Machine Tool Mechanics (2102-2006) Vocational Certificate Curriculum B.E. 2556 Industrial Subject Type Office of the Vocational Education Commission, Ministry of Education*. Udon Thani Technical College. [In Thai]
- Tangtong, O. (2018). The Development of Learning Achievement on the Data Structures and Algorithms using Techniques of using Job Sheet Method. *Journal of Project in Computer Science and Information Technology Thepsatri Rajabhat University*, 4(2), 60-65. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/184522/129930> [In Thai].
- Thammasuna, P. (2017). *Development and efficiency of teaching kits for Automotive Electrical Work Course code 3101-2104 according to the Higher Vocational Certificate (Vocational Certificate) Curriculum B.E. 2557 of the Office of the Vocational Education Commission*. Udon Thani Technical College. [In Thai]
- Thorndike, R. L. (1969). *Measurement and evaluation in psychology and education* (3 rd ed). John Wiley.
- Worachak, T., Dee-Muenwai, T., and Phonchon, T. (2018). Development of teaching media sets Energy control in electrical machines for learning of 3rd year electrical technology students Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University. *Journal of Technology and Innovation, Uttaradit Rajabhat University*, 1(1), 40-55. https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JTI_URU/article/view/1080/737 [In Thai].