การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

THE DEVELOPMENT OF FLIPPED CLASSROOM LEARNING USING PROJECT BASED LEARNING AND EVERYCIRCUIT APPLICATION TO ENHANCE ELECTRICAL CIRCUIT ANALYSIS SKILLS DEPARTMENT OF ELECTRONICS VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS

ฐิณาภรณ์ ไฝ่ทอง* และกอบสุข คงมนัส
Tichaporn Fhaitong* and Kobsook Kongmanus
E-mail: tichapornf63@nu.ac.th* and kobsookk@nu.ac.th

Received: August 24, 2023
Revised: September 5, 2023
Accepted: October 30, 2023

ABSTRACT

This research is flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application. The samples were 20 students from vocational certificate level students, Sri Samrong Industrial and Community Education College who enrolled in the subject Direct Current Circuit, semester 1, academic year 2022 and selected by purposive sampling. The research instruments were 1) a lesson plan of flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application, 2) a achievement test of flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application, 3) the assessment of electrical circuit analysis skills, and 4) the assessment of project based learning. Research data were analyzed by using mean ($\overline{x}$), standard deviation (SD), percentage (%) and test the hypothesis with t-test for dependent-samples. The results of the research were: 1) the quality assessment result of flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application from five experts was at a high mean value ($\overline{x}$ = 4.85), with standard deviation (SD) = 0.120. 2) The comparison shows that learners' learning achievement after studying is significantly (.05) higher than before studying. 3) The comparison of learners' electrical circuit analysis skills after studying higher than before study which was significant at .05. 4) The project was evaluated at the highest-level mean value ($\overline{x}$ = 2.39), accounting for more than 80% of the total.

Keywords: Flipped classroom, Project based learning, EveryCircuit application, Electrical circuit analysis skills

*Corresponding author E-mail: kobsookk@nu.ac.th
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
Faculty of Education Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) อาชีวศึกษาจังหวัดสุโขทัย กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่วิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความรู้ แบบประเมินทักษะ และแบบประเมินชิ้นงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ร้อยละ (%) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในภาพรวม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 2) การเปรียบเทียบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลงาน การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$ = 2.39) คิดเป็นร้อยละ 80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: ห้องเรียนกลับด้าน, โครงงานเป็นฐาน, แอปพลิเคชัน EveryCircuit, ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

1. บทนำ

จากเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ถือว่าเป็นโรคระบาดใหญ่ทั่วโลก เป็นเวลาหลายปีที่ประชาคมทั่วโลกต้องเผชิญกับสถานการณ์นี้ ซึ่งการแพร่ระบาดนี้ได้ส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างกว้างขวางทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ ระบบบริการสุขภาพ (Chaosurin et al., 2021, p. 97) รวมไปถึงการจัดการศึกษาที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนรูปแบบในชั้นเรียนหรือรูปแบบปกติในสถานศึกษาได้ สถานศึกษาต้องกำหนดให้ครูปรับวิธีการจัดการเรียนการสอนจากรูปแบบปกติเป็นการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในลักษณะสอนสด (Live) ผ่านแพลตฟอร์ม (Platform) การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีคุณภาพ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้บรรลุจุดประสงค์รายวิชาที่เทียบเคียงกับการสอนในห้องเรียน มอบหมายงานและรับ-ส่งงานผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน แต่การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษานั้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและการลงมือทำด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ จึงจะสามารถใช้งานและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ จึงเป็นความท้าทายของการจัดการอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ยังคงคุณภาพของผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษาเพื่อเป็นกำลังคนที่สำคัญของประเทศต่อไป (Office of the Vocational Education Commission [OVEC], 2021, p. 4)

โครงสร้างหลักสูตรที่ดำเนินการเรียนการสอนแต่ละภาคเรียน โดยจัดอัตราส่วนการเรียนรู้ภาคทฤษฎีต่อภาคปฏิบัติในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ ประมาณ 20 : 80 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันในลักษณะของงานโครงงาน และหรือชิ้นงานในแต่ละภาค Intharayut et al. (2016, p. 72) กล่าวว่า เนื่องจากวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าหรือวงจรไฟฟ้า เป็นวิชาบังคับและเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากการสังเกตการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่ ผู้สอนให้ความรู้ตามเนื้อหาสาระด้วยการบรรยาย อธิบายแสดงสาธิต ซึ่งเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์มีหลายขั้นตอนในการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ ผู้เรียนมีจำนวนมาก ผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถตรวจสอบและตรวจปรับผู้เรียนได้ทุกคนทุกขั้นตอนได้ทั่วถึงทั้งชั้น ด้านพฤติกรรมการทำการบ้านของนักศึกษาซึ่งจากความคิดเห็นของนักศึกษา ไม่ค่อยมีเวลาทบทวนบทเรียน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยากมีพื้นฐานไม่แน่น สิ่งที่สำคัญไม่กล้าถามอาจารย์เมื่อไม่เข้าใจ (Wattananai et al., 2010, pp. 736-741)

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิถีใหม่สามารถดำเนินการได้หลากหลายรูปแบบซึ่งไม่ว่าสถานศึกษาจะเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการใดก็ตาม แต่ต้องเล็งเห็นความสำคัญในการจะพัฒนาผู้เรียนไปสู่การพัฒนาได้อย่างยั่งยืนไม่ใช่เป็นเพียงแค่การพัฒนาแบบผิวเผิน แต่ต้องเป็นการพัฒนาแบบลุ่มลึก ทั้งนี้การที่สถานศึกษาจะพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ได้นั้นจะต้องสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมโดยสถานศึกษาควรตระหนักให้ความสำคัญในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีคุณภาพนำไปสู่การพัฒนาได้อย่างยั่งยืน (Jitchayawanit et al., 2022, p. 494) ปัจจุบันเทคโนโลยี

เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากเพิ่มขึ้น ทำให้การเรียนการสอนมีการเอาเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องในรูปแบบของสื่อต่าง ๆ ทั้งวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมไปถึงแอปพลิเคชัน โดยการใช้สื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการนำแอปพลิเคชันมาเป็นตัวช่วยเสริมความรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือแท็บเล็ต โดยเป็นอีกช่องทางที่ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดอยู่แต่ภายในห้องเรียน อีกทั้งยังสะดวกสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ตามต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่บุคคลเหล่านี้ (Khlangboonklong, 2012, pp. 2-4) แอพพลิเคชัน EveryCircuit เป็นแอปพลิเคชันจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบออนไลน์ที่มีรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามดูดี สามารถวาดวงจรไฟฟ้าและสามารถทำงานบนโทรศัพท์มือถือ ทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอด์ (Android) และระบบปฏิบัติการไอโอเอส (IOS) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ง่ายมาก มีระบบการออกแบบที่ดีสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ (Khotmanee & Trebooniti, 2022, p. 35) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PJBL) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการแสวงหาความรู้ การใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาเพื่อสร้างผลงานหรือชิ้นงาน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ถาวรด้วยตัวผู้เรียนเอง ทั้งนี้ ผู้เรียนอาจทำเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงาน เป็นทีม ได้ร่วมมือร่วมใจในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่มและเกิดผลสำเร็จร่วมกัน (OVEC, 2016, p. 2) การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุผล คือ เกิดการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทั้งภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีการฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การทำงานอย่างเป็นระบบจนเกิดเป็นชิ้นงาน เกิดการเรียนแบบร่วมมือโดยการร่วมกันทำกิจกรรม มีการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเป็นผู้มีนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องมีความสามารถในการสื่อสาร สามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา คิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีจิตสาธารณะ มีระเบียบวินัย สามารถก้าวทันโลก (Pongsawat & Piriyasurawong, 2015, p. 233)

โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยประกอบด้วย 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และ 4) เพื่อศึกษาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยการใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถใช้ได้กับผู้เรียนเพื่อสนับสนุนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างไร้ขีดจำกัด (Pongsawat & Piriyasurawong, 2015, p. 228) โดยโปรแกรม EveryCircuit เป็นโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบออนไลน์ที่มีรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามดูดี โปรแกรมสามารถวาดวงจรไฟฟ้าและสามารถทำงานบนมือถือได้ด้วย (Wittarit & Kantayut, 2022, p. 35) ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนนั้นสามารถพัฒนาได้จากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลายและจากบรรยากาศของการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น การแลกเปลี่ยนความคิด การชี้แจงเหตุผลการแก้ไขปัญหา รวมถึงวิธีการสอนของครูที่ส่งผลต่อความสามารถด้านการวิเคราะห์ของนักเรียน (Bloom, 1956, pp. 25-39) จากการศึกษาของ Sajjaboriboon (2018, pp. 91-92) ที่ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในห้องเรียนกลับด้านแบบร่วมมือผ่านเครือข่ายสังคม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ Tursina & Mahammad (2017, p. 399) ที่ได้ทำการศึกษา ผลของการใช้โปรแกรมจำลองผล EveryCircuit ที่ช่วยกระตุ้นความสามารถในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สามารถช่วยดึงดูดการเรียนรู้ และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า พัฒนาในการคิดและคำนวณเพื่อเป็นพื้นฐานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์จาก EveryCircuit

สมมติฐานประกอบด้วย ความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะในการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และวัดทักษะชิ้นงานการสร้างวงจรไฟฟ้าที่ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) อาชีวศึกษาจังหวัดสุโขทัย

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 กลุ่มเป้าหมายในการเลือกที่ได้โดยใช้วิธีแบบเจาะจง จำนวน 20 คน

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

ตัวแปรตาม คือ ความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหา โดยคุณสมบัติของเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วย ได้แก่

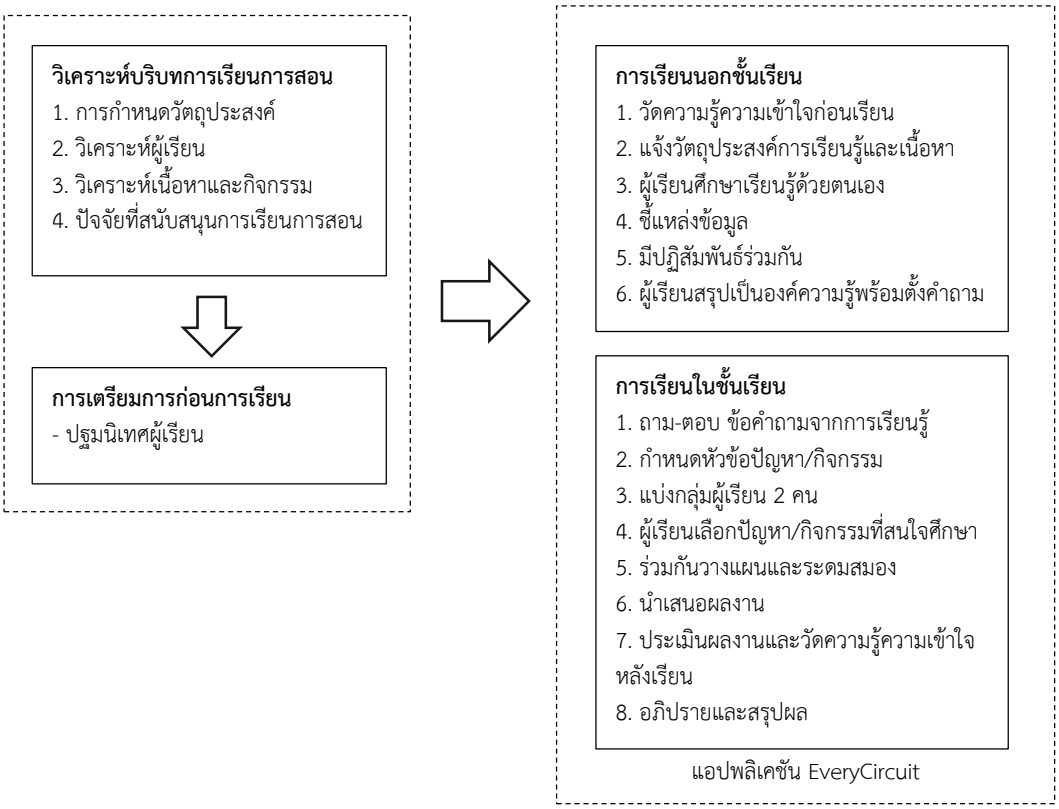
หน่วยที่ 1 วงจรไฟฟ้าและปริมาณทางไฟฟ้า
หน่วยที่ 2 การต่อตัวต้านทาน
หน่วยที่ 3 กฎของโอห์ม
หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
หน่วยที่ 5 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน
หน่วยที่ 6 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

ขอบเขตด้านระยะเวลา คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีการสร้างขึ้นตามหลักการของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน อย่างมีระบบของ ADDIE Model (Seels & Glasgow, 1998, p. 177) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 1 รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

2) แบบทดสอบความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบทดสอบความรู้เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 30 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ของสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยการวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้ตามหลักสูตรทุกแผนการเรียนรู้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความรู้ ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในการเขียนยึดหลักตามหลักการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ โดยเลือกแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก หลักในการคิดคะแนน คือ ตอบถูก 1 ข้อ ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ 0 คะแนน นำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และนำกลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ นำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีคุณสมบัติด้านประสบการณ์การสอนหรือการทำงานมีความรู้ความสามารถด้านเนื้อหาและด้านวิจัยจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (Worakum, 2018, p. 269) ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรง
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรง
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงผลการเรียนรู้

นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบความรู้เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ ปรับแก้ข้อคำถามของแบบทดสอบความรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และปรับแก้ข้อคำถามของแบบทดสอบให้ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ผลการประเมินพบว่าแบบทดสอบความรู้มีค่า IOC ค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 ได้ข้อสอบ 30 ข้อ นำแบบทดสอบความรู้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความรู้เรื่องวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

3) แบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี รูปแบบ วิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการโดยสร้างตามขอบข่ายวัตถุประสงค์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956, pp. 25-39) จำนวน 5 ข้อ นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนของ Worakum (2018, p. 269) ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับคุณลักษณะต้องการที่วิเคราะห์ พบว่า แบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีค่า IOC ค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 ได้จำนวน 10 ข้อ นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า คือ ปรับแก้ตัวเลือกของข้อสอบและข้อคำถามให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์ นำแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง เพื่อปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.80 จากนั้นคัดเลือกแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45-0.80 นำแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่คัดเลือกไว้ จำนวน 5 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 จัดพิมพ์เป็นแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 5 ข้อ เพื่อใช้วัดทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4) แบบประเมินชิ้นงานจากการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินชิ้นงานจากการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อใช้ในการประเมินชิ้นงาน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบประเมิน ดังนี้ ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี รูปแบบ วิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบประเมินชิ้นงาน ซึ่งกำหนดประเด็นในการประเมินโครงงาน ประกอบไปด้วย 1) รายงานชิ้นงาน 2) ความสำคัญของการจัดทำชิ้นงาน 3) เนื้อหาชิ้นงาน 4) กระบวนการทำงาน 5) การนำเสนอชิ้นงาน 6) ผลงานจากการทำชิ้นงานกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินกระบวนการทำงานชิ้นงานแบบรูบริกส์ (Rubrics) โดยใช้แบบมาตรประเมินค่า 3 ระดับ คือ

3 คะแนน	หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในระดับสูง
2 คะแนน	หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในระดับปานกลาง
1 คะแนน	หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในระดับต่ำ

โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

2.50 - 3.00	หมายถึง การทำชิ้นงานอยู่ในระดับสูง
1.50 - 2.49	หมายถึง การทำชิ้นงานอยู่ในระดับปานกลาง
1.00 - 1.49	หมายถึง การทำชิ้นงานอยู่ในระดับต่ำ

นำแบบประเมินกระบวนการทำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความชัดเจน ความเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข นำแบบทดสอบทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีคุณสมบัติด้านประสบการณ์การสอนหรือการทำงานมีความรู้ความสามารถด้านเนื้อหา และด้านวิจัย จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง เพื่อนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญนำแบบประเมินชิ้นงานไปใช้ในการประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1) นำแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบบปรนัย 4 ตัวเลือกไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)

2) นำแบบประเมินทักษะก่อนเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อไปทดสอบกับ กลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)

3) ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 สัปดาห์ รวม 24 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

4) นำแบบทดสอบความรู้ หลังเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่แบบปรนัย 4 ตัวเลือกไปทดสอบกับ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง จำนวน 20 คน แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-Test)

5) นำแบบทดสอบทักษะ หลังเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่แบบอัตนัย 5 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-Test)

6) ประเมินผลงานของนักเรียนด้วยแบบประเมินชิ้นงาน การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit มีผลการประเมินความเหมาะสม โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2) เปรียบเทียบแบบทดสอบความรู้หลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test for One-Sample

3) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test for One-Sample

4) ศึกษาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าจากชิ้นงาน วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ร้อยละ (%) ซึ่งมีเกณฑ์การผ่านร้อยละ 80

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผลการประเมินคุณภาพ แผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับการประเมิน n=5
1. จุดประสงค์การเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	.548	มากที่สุด
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	4.60	.548	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.733**	**.278**	**มากที่สุด**
2. สาระสำคัญ			
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	.548	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.866**	**.182**	**มากที่สุด**
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	.548	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.60	.548	มากที่สุด
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.75**	**.250**	**มากที่สุด**
4. เนื้อหา			
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	.447	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.80	.447	มากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.86**	**.182**	**มากที่สุด**
5. กิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.80	.447	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5.00	.000	มากที่สุด
5.3 เร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.60	.548	มากที่สุด
5.4 เหมาะสมกับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	5.00	.000	มากที่สุด
5.5 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.88**	**.109**	**มากที่สุด**
6. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้			
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	.000	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม	5.00	.000	มากที่สุด
6.3 เร้าความสนใจต่อผู้เรียน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	**5.00**	**.000**	**มากที่สุด**
7. การวัดและประเมินผล			
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
7.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.80	.447	มากที่สุด
7.4 วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
7.5 เครื่องมือที่ใช้วัดเหมาะสมกับผู้เรียน	4.60	.548	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.88**	**.178**	มากที่สุด
เฉลี่ยทั้งหมด	**4.85**	**.120**	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านนั้น ในภาพรวมปรากฏว่า มีผลการประเมินความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.120 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ พบว่า ระดับความ

เหมาะสม อยู่ในระดับ มากที่สุด โดยเมื่อพิจารณารายข้อแล้วพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4.2 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จากการศึกษาผลคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางการเรียนก่อนและหลังแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยวิเคราะห์ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการทดลอง	n	$\overline{x}$	SD	t	df	Sig
ก่อนเรียน	20	9.60	2.23	17.14	19	.000
หลังเรียน	20	17.00	1.37			

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

จากการศึกษาผลคะแนนทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ทางการเรียนก่อนและหลังแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

ตารางที่ 3 ผลการการวิเคราะห์ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผลการทดลอง	n	$\overline{x}$	SD	t	df	Sig
ก่อนเรียน	20	7.55	2.06	14.64	19	.000
หลังเรียน	20	16.30	1.56			

*p < .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.4 ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้แบบประเมินกระบวนการทำชิ้นงาน แสดงไว้ในตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับ แอปพลิเคชัน EveryCircuit

รายการที่ต้องประเมิน	$\overline{x}$	ร้อยละ (%)	ผลการประเมิน n = 20
1. รายงานโครงงาน	2.50	83.3 %	สูง
2. ความสำคัญของการจัดทำโครงงาน	2.60	86.7 %	สูง
3. เนื้อหาโครงงาน	2.44	81.3 %	สูง
4. กระบวนการทำงาน	2.43	81 %	สูง
5. การนำเสนอ	2.41	80.3 %	สูง
6. ผลงานจากการทำชิ้นงาน	2.47	82.3 %	สูง
เฉลี่ย	**2.47**	**82.56 %**	**สูง**

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย $\overline{x}$ ทั้งหมด 2.47 ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยสรุปผลได้ ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผลการประเมินคุณภาพ แผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในภาพรวมปรากฏว่า มีผลการประเมินความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.120 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ พบว่า ระดับความเหมาะสม อยู่ในระดับ มากที่สุด 2) ผลเปรียบเทียบแบบทดสอบความรู้หลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ทั้งหมด 2.47 ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

จากการวิจัยการจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลได้ ดังนี้ 1) ผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนจนได้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้รับการประเมินคุณภาพของแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านนั้น ในภาพรวมปรากฏว่า มีผลการประเมินความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.120 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ พบว่า ระดับความเหมาะสม อยู่ในระดับ มากที่สุด ทั้งนี้เพราะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นลำดับขั้นตอนและมีความหลากหลายของการเรียนรู้ ยึดผู้เรียนเป็นจุดศูนย์กลาง มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและแอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือในการประกอบการสอน เน้นทักษะการคิดในขั้นสูงการวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ซึ่งเหมาะกับการเรียนรู้ในปัจจุบัน ที่ให้เรียน ได้รู้ ได้ทดลองจริงด้วยตนเอง ทั้งยังฝึกการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างเพื่อนและครูผู้สอนในชั้นเรียน โดยสอดคล้องกับแนวคิดของ Boonmee (2021, pp. 383-384) การสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกับสื่อการสอนที่เป็นของจริง ร่วมทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ทดลองทำในสิ่งที่คิดผ่านการทำโครงงาน เรียนรู้การทำงานผ่านกระบวนการกลุ่ม ออกไปเรียนรู้ เก็บเกี่ยวประสบการณ์จากแหล่งเรียนรู้ภายนอก หรือจัดแสดงของตนเอง จะทำให้เกิดประสบการณ์เกิดความรู้ และทักษะ เกิดการพัฒนาตนเอง และสามารถนำไปปรับใช้ในการประกอบอาชีพ และดำรงชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 2) ผลการเปรียบเทียบแบบทดสอบความรู้หลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากผลความแตกต่างของคะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.60 คะแนน และคะแนนหลังเรียน 17.00 คะแนนมีความแตกต่าง 7.40 แสดงให้เห็นว่า แผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แสดงให้เห็นว่า สามารถตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี มีความสามารถในการสื่อสาร สามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจิตสาธารณะมีระเบียบวินัย สามารถก้าวทันโลก และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่พึงประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Srihirun (2017, p. 19) ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในกรณีศึกษาข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศ ผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ รวบยอดของเนื้อหาและทำความเข้าใจถึงเรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง อีกทั้งเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและมีเหตุมีผล สามารถนำทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ในอนาคต ซึ่งผลการวิจัยที่พบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thana (2020, p. 64) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากผลความแตกต่างของคะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.55 คะแนน และหลังเรียน 16.30 มีความแตกต่างกัน 8.75 โดย Thana (2020, p. 64) ได้ศึกษาในเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ในรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น พบว่า ทักษะการคิดของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานมีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chabaporn (2019, p. 89) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.68 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 84.59 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 20.67 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 73.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ทั้งหมด 2.47 คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชันมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ นอกชั้นเรียน (Out class activities) แบ่งออกเป็น ขั้นเตรียม ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจและสืบค้น (Exploration) และการจัดการเรียนในชั้นเรียน (In class activities) แบ่งออกเป็นขั้นที่ 3 อภิปรายและลงข้อมูล (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และประยุกต์ (Elaboration) ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) ขั้นที่ 6 สรุป สอดคล้องกับ Pongsawat & Piriyasurawong (2015, p. 233) การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการบูรณาการหลักการและทฤษฎีทางด้านการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) มาสร้างเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถใช้ได้กับผู้เรียนเพื่อสนับสนุนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างไร้ขีดจำกัด ศึกษาหาความรู้ได้ตามสภาพแวดล้อมและเวลาที่ผู้เรียนต้องการ ดังนั้น การเรียนการสอนยุคใหม่ทั้งบทบาทหน้าที่และกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนและผู้สอนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจากห้องเรียนสู่โลกกว้างมีรูปแบบกิจกรรมเชิงแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของผู้เรียน ตลอดจนใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นนักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนมีเวลามากขึ้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถสอบถามในสิ่งที่ผู้เรียนสงสัยและสนใจ สามารถฝึกกระบวนการคิด การวางแผน การแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบจนได้เป็นชิ้นงานที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนและสมาชิกภายในกลุ่ม และ 4) ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนสามารถจัดทำรายงานชิ้นงานออกมาเป็นรูปเล่มชิ้นงานมีองค์ประกอบครบถ้วนและเสร็จตามเวลาที่กำหนดได้ดี ในส่วนของความสำคัญของการจัดทำ

ชิ้นงาน มีการทำงานเป็นกระบวนการกลุ่มและมีการพัฒนาตนเอง ด้านเนื้อหาโครงงาน มีการใช้ข้อมูลข่าวสารที่เหมาะสมอย่างเด่นชัด กระบวนการทำงาน ในการประเมินและปรับปรุงการดำเนินงานมีการนำเสนอ ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอ และผลงานจากการทำชิ้นงาน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยควรมีการเพิ่มเติมในส่วนของการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อสร้างความเชื่อมั่นของเครื่องมือ และการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพต้องมีการสร้างความเข้าใจเป็นอย่างมาก เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถวางแผนการสอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในบริบทของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals* (Handbook 1). David Mckay.

Boonmee, W. (2021). Teaching materials and learning in the 21st century. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation, 7*(9), 373-386. (in Thai)

Chabaporn, P. (2019). *The 5Es flipped classroom for promoting critical thinking skills and learning achievement on the properties of genetic material and mutation of Grade 12 student* [Master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)

Chaosurin, S., Kasemsiri, J., Chewwattana, W., Manipantee, S., & Chuchan, N. (2021). The impact of the Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on children with chronic diseases and guidelines for providing care. *Vajira Nursing Journal, 23*(2), 97-107. (in Thai)

Intharayut, S., Tansriwong, S., & Koseeyaporn, 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, 22*(1), 70-83. (in Thai)

Jitchayawanit, K., Suwanasri, N., Khamkhad, U., Krutmuang, C., & Rojanaiti, S. (2022). *Learning management in new normal towards sustainable development. Journal of Modern Learning Development, 7*(7), 490-503. (in Thai)

Khlangboonklong, K. (2012). *The assisted mother in raising her child and recording the child development web application* [Thesis]. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

Khotmanee, W., & Trebooniti, K. (2022). a study on online learning achievement with EveryCircuit program: A case study on basic parameter measurement of electrical measurements and instrumentation. *Vocational Education Central Region Journal, 6*(1), 34-39. (in Thai)

Office of the Vocational Education Commission. (2021). *Curriculum for certificate of vocational education in electronic*. Author. (in Thai)

Pongsawat, P., & Piriyasurawong, P. (2015). Flipped classroom using project-based Learning. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*. *6*(2), 228-234. (in Thai)

Seels, B., & Glasgow, Z. (1998). *Making instructional design decisions* (2nd ed.). Merril.

Srihirun, W. (2017). Critical thinking with flipped classroom. *Graduate Studies Journal, 13*(65), 19-28. (in Thai)

Sajjaboriboon, M. (2018). *The Project-Based Learning Model in a Collaborative Flipped Classroom through Social Networks* [Master's Thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bankok. (in Thai)

Thana, T. (2020). *Development of analytical thinking ability and academic achievement for vocational certificate students through Project Based Learning (PjBL) of a Basic Microcontroller* [Master's Thesis]. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

Tursina, R., & Muhammad, E. (2017). The Effect of EveryCircuit Simulator to Enhance Motivation and Students Ability in Analyzing Electrical Circuits. In 2nd Asia Education Symposium. (AES 2017). (pp. 399-404). SCITEPRESS. (in Indonesia)

Wattananai, Luksanasakul, A., Koseeyaporn, P., & Wangsanitwong, M. (2010). The study of the academic process problem at the Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology. In P. Koseeyaporn (Ed.), *Proceedings of 3rd National Conference on Technical Education "Engineering & Techmical Education"* (pp. 736-741). NCTechED. (in Thai)

Worakum, P. (2018). *Educational research* (9th ed.). Thaksila Printing. (in Thai)

Wittarit, K., & Kantayut, T. (2022). A Study on Online Learning Achievement with EveryCircuit Program : A Case Study on Basic Parameter Measurement of Electrical Measurements an Instrumentation. Vocational Education Central Region Journal, 6(1), 34-39. (in Thai)