Research Article

Development of an Instructional Package for Electronic Mathematics Course Using Cooperative Learning Model TAI Technique to Develop Learning Achievements for Vocational Students

Sitthichai Kulsri[1*]

Received: March 3, 2024 **Revised:** June 10, 2024 **Accepted:** June 12, 2024

Abstract

Objectives of this research were to 1) develop the Electronic Mathematics (20105-2101) instructional package using cooperative learning model TAI technique, 2) determine the efficiency of the instructional package with a 70/70 criteria, 3) compare the difference of learning achievement scores earned before and after using the instructional package, and 4) study the student satisfaction toward the instructional package. Samples consisted of 16 Electronics vocational certificate students at Yala Technical College, who registered to study the Electronic Mathematics subject in the second semester of the academic year 2022. Research instruments were: 1) An electronic mathematics instructional package with eight lesson plans, exercises, and unit tests. 2) An achievement test, with pre- and posttest, and 3) Questionnaires for learners' satisfaction. Statistics used for analyzing the data were, percentage, mean, standard deviation and t–test dependent samples. Results of this research revealed that 1) the instructional package was found to have an efficiency of E_1/E_2=71.31/70.13, which was in accordance with the predefined criterion of 70/70, 2) the comparison between pre–and post–test performance of student was statistically significant different at 0.05 level, and 3) the mean value of learner satisfaction was rather high toward the instructional package ($\bar{X}$=4.46, S.D.=0.47).

Keyword: Cooperative Learning Model; Instructional Package; TAI Technique

[1] Electronic Department, Yala Technical College
* Corresponding author e-mail: sit4012020@gmail.com

บทความวิจัย

การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สิทธิชัย กุลศรี[1*]

รับบทความ: 3 มีนาคม 2567 **แก้ไขบทความ**: 10 มิถุนายน 2567 **รับตีพิมพ์**: 12 มิถุนายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI 2) หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 70/70 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 16 คน เลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 หน่วยการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบประจำหน่วย 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t–test แบบ Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีประสิทธิภาพ E_1/E_2=71.31/70.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2=70/70 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.46, S.D.=0.47)

คำสำคัญ: การสอนแบบกลุ่มร่วมมือ; ชุดการเรียนรู้; เทคนิค TAI

[1] แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา
* Corresponding author e-mail: sit4012020@gmail.com

บทนำ

โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 เป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ต้องเรียน มีคำอธิบายรายวิชาดังนี้ “ศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เลขจำนวนเชิงซ้อน การแก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนซ์แมททริกซ์ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยกฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เมชเคอเรนต์ โนดโวลเตจ ทฤษฎีวางซ้อน ทฤษฎีเทวินิน ทฤษฎีนอร์ตัน การวิเคราะห์วงจรทรานเซียนท์เบื้องต้น วงจรเรโซแนนซ์ วงจรสตาร์ เดลต้า วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์”

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลาที่ผ่านมาเน้นเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี การสอนของครูเน้นการบรรยาย เพราะเป็นวิธีการสอนที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ต้องการสอนให้เนื้อหารายวิชาครบตามหลักสูตร ทันตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนในปีการศึกษา 2560 และ 2561 มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 60.43 และ 61.21 ตามลำดับ และนักเรียนมีค่าระดับผลการเรียนต่ำกว่า 2 (คะแนนต่ำกว่า 60 คะแนน) ร้อยละ 46.67 และ 52.63 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างน้อยยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้เนื่องมาจาก 1) เนื้อหาวิชามีปริมาณมาก ไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้ 2) เนื้อหาวิชาค่อนข้างยากเพราะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ คำนวณหาค่าปริมาณไฟฟ้าในวงจร 3) นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความสามารถในการรับรู้ และเรียนรู้ ที่ค่อนข้างแตกต่างกันมาก ทางแผนกวิชาไม่สามารถคัดเลือกเด็กที่เข้าเรียนได้ เนื่องจากผู้เรียนที่เลือกเรียนแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์มีจำนวนน้อย นักเรียนที่สมัครเข้าเรียนจึงรับเข้าเรียนทั้งหมด 4) นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งส่งผลต่อความเข้าใจและความชอบในวิชาที่เรียน และจากการทดสอบความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ในปีการศึกษา 2560 และ 2561 ที่ผ่านมา (เรื่องการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มและเศษส่วน การแก้สมการตัวแปรเดียวและสองตัวแปรเลขยกกำลัง) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 34.22 และ 37.54 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI (เทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล) ขึ้น ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เป็นวิธีการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผสมผสานกันระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการเรียนเป็นรายบุคคล (Individualization Instruction) เข้าด้วยกัน เน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมากกว่าการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่ม ให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองในตอนแรกตามความสามารถโดยใช้แบบฝึกทักษะ หลังจากนั้นแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน ที่มีความสามารถที่แตกต่างกัน (เก่ง 1 คน ปานกลาง 2-3 คน และอ่อน 1 คน) แล้วให้ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกัน ตรวจสอบร่วมกัน และช่วยเหลือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการเรียน โดยครูผู้สอนให้ความอิสระแก่ผู้เรียนในการหาความรู้จากกลุ่มเพื่อน (Sutthirat, 2015) วิธีการจัดการเรียนรู้

แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เหมาะสำหรับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ แต่สามารถนำไปปรับใช้ได้กับวิชาที่มีจุดประสงค์เน้นการพัฒนาทางด้านทักษะการฝึกปฏิบัติให้กับนักเรียน เพราะการเรียนที่พัฒนาทางด้านทักษะการฝึกปฏิบัติจะสอนผู้เรียนทั้งชั้นเป็นกลุ่มใหญ่ไม่ได้ผล เนื่องจากเมื่อครูสอนไป เด็กอ่อนก็ตามไม่ทัน เด็กเก่งก็อาจเบื่อ เพราะรู้หมดแล้ว การเรียนและฝึกฝน ฝึกหัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เป็นคู่ และฝึกด้วยตนเอง เป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่า ตอบสนองความแตกต่างในความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนได้ดีกว่า (Pilanthananon, 2000)

ในการพัฒนาชุดการเรียนรู้ผู้วิจัยวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ศึกษาหลักการ แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎีจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI แล้วทำการสร้างชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI และนำชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความถูกต้องและความตรงเชิงเนื้อหา หลังจากนั้นนำชุดการเรียนรู้ไปทำการทดสอบประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 ตามเกณฑ์ 70/70

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตรอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI

สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2=70/70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105–2101 โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI อยู่ในระดับมากขึ้นไป

การทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ มีหัวข้อดังนี้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์, จุดประสงค์ สมรรถนะและคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์, การสอน

แบบร่วมมือแบบต่าง ๆ, การจัดการเรียนการรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI, ชุดการเรียนรู้และขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้, แผนการจัดการเรียนรู้, การทดสอบประสิทธิภาพ, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการกำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย แสดงดังภาพที่ 1

กรอบแนวคิด

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest–Posttest Design) (Traimongkolkul and Chattraporn, 2012) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
O_1	X	O_2

เมื่อ O1 คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนชุดการเรียนรู้
X คือ ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI
O2 คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนชุดการเรียนรู้

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา จำนวน 16 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือในการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 หน่วยการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบประจำหน่วย
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ก่อน–หลัง
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 กำหนดขอบเขตและจัดลำดับเนื้อหา หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย แบ่งหน่วยการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ต้องการวัด กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาหน่วยการเรียนตามความสำคัญ แล้วกำหนดเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของแต่ละหน่วย ซึ่งประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียนรู้

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้

1.3 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เพื่อใช้สำหรับชุดการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20105-2101 ซึ่งมีขั้นตอนและกระบวนการ ดังนี้

ขั้นจัดกลุ่มและนำเข้าสู่บทเรียน: 1) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2) ครูแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนให้นักเรียนทราบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนคละตามความสามารถ กลุ่มละ 4-5 คน (เก่ง 1 คน, ปานกลาง 2-3 คน, อ่อน 1 คน) 3) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกล่าวถึงประโยชน์ ความสำคัญ หรือความจำเป็นที่จะต้องเรียนเนื้อหาความรู้ที่กำลังจะเรียน หรือทบทวนความรู้เดิม หรือความรู้ที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ซึ่งจำเป็นต้องใช้เรียนในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน

ขั้นนำเสนอบทเรียน: 4) ครูให้ความรู้แก่นักเรียนตามเนื้อหาในหน่วยการเรียน โดยการอธิบาย การบรรยาย การสาธิต การยกตัวอย่าง การถาม–ตอบ พร้อมกับใช้สื่อที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ทำการสอน

ขั้นฝึกทักษะและกระบวนการกลุ่ม: 5) นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่กำหนดโดยต่างคนต่างทำ หากไม่เข้าใจ หรือมีข้อสงสัยให้ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้ และเอกสารประกอบการเรียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน 6) สมาชิกภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนกันตรวจแบบฝึกทักษะโดยใช้ใบเฉลยแบบฝึกทักษะหากพบว่าสมาชิกในกลุ่มคนใดทำแบบฝึกทักษะข้อใดไม่ถูกต้อง ให้กลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ หรือให้สมาชิกภายในกลุ่มคนที่มีความรู้ความเข้าใจ และทำแบบฝึกทักษะถูกต้องช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้จนเข้าใจ แล้วให้กลับไปแก้ไขหรือทำแบบฝึกทักษะข้อเดิมที่ผิดใหม่อีกครั้งจนถูกต้อง และถ้าไม่มีสมาชิกภายในกลุ่มทำแบบฝึกทักษะถูกต้องเลย ให้ขอความช่วยเหลือจากครูในการอธิบายเพิ่มเติมจนเข้าใจ และกลับไปแก้ไขหรือทำแบบฝึกทักษะข้อที่ไม่ถูกต้องอีกครั้งจนถูกต้อง

ขั้นวัดและประเมินผล: 7) นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วย โดยที่ต่างคนต่างทำเมื่อเสร็จแล้วนำส่งให้ครูตรวจ 8) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นสรุปและให้คะแนนความสำเร็จของกลุ่ม: 9) นักเรียนแลกกันตรวจแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน โดยครูเน้นย้ำเรื่องความซื่อสัตย์ในการตรวจให้คะแนน 10) เมื่อสิ้นสุดการเรียนแต่ละหน่วย ครูทำการประมวลผลและให้คะแนนกับกลุ่มแต่ละกลุ่ม คะแนนกลุ่มได้จากการนำคะแนนผลการทดสอบประจำหน่วย ทดสอบหลังเรียนของสมาชิกมาหาค่าเฉลี่ย แล้วจัด

ระดับคะแนนกลุ่ม 3 ระดับเพื่อให้รางวัล กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มชนะเลิศ (Super Team) กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางเป็นกลุ่มรองชนะเลิศ (Great Team) และกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยเป็นกลุ่มดี (Good Team) กลุ่มชนะเลิศจะได้รับรางวัล 11) ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนอีกครั้งก่อนจบหน่วยการเรียน

1.4 สร้างชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 1) คำอธิบายรายวิชา 2) คำชี้แจงการใช้ชุดการสอน 3) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) คำแนะนำสำหรับครู 5) คำแนะนำสำหรับผู้เรียน 6) เกณฑ์การตรวจให้คะแนน ข้อตกลงในการให้คะแนน การวัดและประเมินผล 7) แผนการจัดการเรียนรู้ 8) สื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบทดสอบ ใบความรู้ แบบฝึกทักษะ และเอกสารพาวเวอร์พอยต์ จำนวน 8 ชุด ดังนี้ ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 1 พื้นฐานทางวงจรไฟฟ้า ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 2 กฎพื้นฐานในทางวงจรไฟฟ้า ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 3 เทคนิคพื้นฐานในทางวงจรไฟฟ้า ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 4 วิธีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 5 ทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 6 ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ วงจร RC และ RL แบบไม่มีแหล่งจ่าย ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 7 สัญญาณไซนูซอยด์และเฟสเซอร์ ชุดการเรียนรู้หน่วยที่ 8 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าในสภาวะคงที่

1.5 ตรวจสอบคุณภาพประเมินชุดการเรียนรู้ด้านความถูกต้องและความสอดคล้อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาประเมินด้านเนื้อหา ด้านแบบฝึกทักษะ ด้านแบบทดสอบประจำหน่วย ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ด้านคุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ และด้านรูปเล่มและการจัดพิมพ์ชุดการเรียนรู้ พบว่าผลการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญชุดการเรียนรู้ฯ มีภาพรวมค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.27, S.D.=0.57)

1.6 ทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้

ขั้นทดสอบแบบเดี่ยว (1:1) นำชุดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา ภาคเรียนที่ 2/2562 จำนวน 3 คน โดยสุ่มจากผู้เรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอ่อน 1 คน ปานกลาง 1 คน และเก่ง 1 คน ในระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพผู้วิจัยได้จับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ตรวจสอบความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ พิจารณาเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม และให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากทำการเรียนเสร็จ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2=53.67/52.33 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ E_1/E_2=70/70 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.30 หลังจากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขชุดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม

ขั้นทดสอบแบบกลุ่ม (1:10) นำชุดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา ภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 12 คน จากผู้เรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 3 คน ปานกลาง 6 คน และ อ่อน 3 คน แล้วแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพผู้วิจัยได้จับเวลาในการจัดกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พิจารณาเนื้อหา สื่อการเรียนการรู้ที่ใช้ และให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากทำการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว พบว่า การจัดการ

เรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2=64.92/63.00 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ E_1/E_2=70/70 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าความพึงพอใจรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.11 หลังจากนั้น ทำการ ปรับปรุงแก้ไขชุดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม

ขั้นทดสอบภาคสนาม (1:100) นำชุดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา ภาคเรียนที่ 2/2564 แต่มีข้อจำกัดด้านผู้เรียน เนื่องจากจำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20105-2101 จำนวน 10 คน ผู้วิจัยจึงแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 1 คน ในระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพผู้วิจัยได้จับเวลาในการจัดกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พิจารณาเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม และให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2=69.90/67.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2=70/70 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าความพึงพอใจรวมเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.28 หลังจากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขชุดการเรียนรู้ตามปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทดสอบประสิทธิภาพให้มีความสมบูรณ์ แล้วจัดทำชุดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตรวจให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 จำนวน 100 ข้อ ตรวจคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR–20 ของ Kuder Richardson พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.90 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัส 20105-2101 มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท จำนวน 30 ข้อ ใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของ Srisa-at (2017) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหาโดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ พบว่า แบบสอบถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่าเท่ากับ 0.89 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแบบแผนการทดลอง โดยนำชุดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 วิทยาลัยเทคนิคยะลา สำนักงานคณะกรรมการ

การอาชีวศึกษา จำนวน 16 คน ใช้เวลาเรียน 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 36 ชั่วโมง มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นก่อนการจัดการเรียนรู้ ปฐมนิเทศผู้เรียนเพื่อชี้แจงข้อตกลงในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI หลังจากนั้นทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนรายวิชา ทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และสอนเสริมคณิตศาสตร์พื้นฐานก่อนเรียนเป็นเวลา 10 ชั่วโมง แล้วทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อแบ่งกลุ่มผู้เรียนโดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กลุ่มละ 4-5 คน (เก่ง อ่อน ปานกลาง)

2. ขั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 หน่วยการเรียนรู้ ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลางภาคและปลายภาค เมื่อทำการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นครบทุกหน่วย แล้วให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของ Phromwong (2013) E_1 กระบวนการเรียนรู้ และ E_2 ผลลัพธ์การเรียนรู้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยการทดสอบค่าที (t-test Dependent)

3. ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แปลผลตามเกณฑ์ของ Srisa-at (2017)

ผลการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ประกอบด้วยชุดการเรียนรู้จำนวน 8 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย 1) คำอธิบายรายวิชา 2) คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้ 3) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI มีขั้นตอนและกระบวนการ คือ ขั้นจัดกลุ่มและนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนำเสนอบทเรียน ขั้นฝึกทักษะและกระบวนการกลุ่ม ขั้นวัดและประเมินผล และขั้นสรุปและให้คะแนนความสำเร็จของกลุ่ม 4) คำแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้สำหรับครู 5) คำแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน 6) เกณฑ์การตรวจให้คะแนน ข้อตกลงในการให้คะแนน การวัดและประเมินผล 7) แผนการจัดการเรียนรู้ 8) สื่อประกอบชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ แบบฝึกทักษะ ใบเฉลยแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบประจำหน่วย ใบเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วย แบบทดสอบหลังเรียน ใบเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน และเอกสารพาวเวอร์พอยต์)

ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มีผลการประเมินความถูกต้อง และความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.27, S.D.=0.57) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดการเรียนรู้

หัวข้อการประเมิน	ความถูกต้องและความสอดคล้อง			ลำดับ
	$\bar{X}$	S.D.	แปล	
1) ด้านเนื้อหาความรู้	4.20	0.59	มาก	5
2) ด้านแบบฝึกทักษะ	4.11	0.56	มาก	6
3) ด้านแบบทดสอบประจำหน่วย	3.93	0.64	มาก	7
4) ด้านแผนการจัดการเรียนรู้	4.40	0.53	มาก	2
5) ด้านการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI	4.53	0.53	มากที่สุด	1
6) ด้านคุณประโยชน์	4.33	0.56	มาก	4
7) ด้านรูปเล่มและการจัดพิมพ์ชุดการเรียนรู้	4.37	0.58	มาก	3
รวม	**4.27**	**0.57**	**มาก**	

2. ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 20105-2101 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI มีประสิทธิภาพ E_1/E_2=71.31/70.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ E_1/E_2=70/70

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรายวิชาเฉลี่ยเท่ากับ 70.13 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนรายวิชาเฉลี่ยเท่ากับ 26.75 คะแนน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนรายวิชา และหลังเรียนรายวิชา

การทดลอง	N	$\bar{X}$	$\sum d$	$\sum d^2$	t	p-value
ก่อนเรียน	16	26.75	694	31158	20.681*	.000
หลังเรียน	16	70.13				

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (.05; t15=1.7531)

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.46, S.D.=0.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยมากที่สุดคือ นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ($\bar{X}$=4.81, S.D.=0.39) รองลงมาคือ ครูให้ความสนใจให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน ($\bar{X}$=4.75, S.D.=0.43) ส่วนข้อที่มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยน้อยที่สุด มี 2 ข้อ คือ แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบประจำหน่วย และแบบทดสอบหลังเรียนมีความยากง่ายเหมาะสม ($\bar{X}$=3.94, S.D.=0.43) และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเนื้อหารายวิชาที่เรียน ($\bar{X}$=3.94, S.D.=0.43)

สรุปและอภิปรายผล

ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มีผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.27, S.D.=0.57) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นมากที่สุด

คือ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.53, S.D.=0.53) รองลงมือคือด้านแผนการจัดการเรียนรู้ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.40, S.D.=0.53) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะชุดการเรียนรู้ที่สร้างและพัฒนาอย่างถูกต้องตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ โดยนำขั้นตอนการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ของ Phromwong, Saengsawan and Thaweekulsap (2007); Wattananarong (2014) และ Mulkham and Mulkham (2015) มาปรับใช้ในการสร้างและพัฒนา นอกจากนี้แล้วชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ใช้ได้ดีกับการสอนวิชาทางด้านคณิตศาสตร์และวิชาที่ต้องการเน้นการพัฒนาทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ariyadech (2018) ที่ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการบวก การลบและการคูณทศนิยม พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=3.51) และสอดคล้องกับ Huadseng, Choorak, and Benkhan (2023) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) เรื่อง พื้นฐานตัวโน้ตดนตรีสากล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการอ่านโน้ตดนตรีสากล พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.93)

ชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2=71.31/70.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2=70/70 ทั้งนี้เนื่องมากจากชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถ มีการช่วยเหลือกันระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุเป้าหมายในการเรียน และที่สำคัญ ชุดการเรียนรู้ได้ผ่านกระบวนการหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม ก่อนนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับ Ariyadech (2018) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการบวก การลบและการคูณทศนิยม พบว่ามีประสิทธิภาพ E_1/E_2=86.67/80.43 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2=80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Donpudsa and Khechornphak (2022) ที่ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องเส้นขนาน พบว่ามีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2=80.53/74.40 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2=70/70

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ และทดสอบหาค่า t-test แบบ Dependent Samples พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกหน่วยการเรียน เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรายวิชาเฉลี่ยเท่ากับ 70.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.13 นั่นหมายความว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องมาจากความรู้พื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันโดยธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งคะแนนหลังเรียนนั้นจะสูงกว่าก่อนเรียนเพราะนักเรียนได้เรียนรู้ ได้ฝึกประสบการณ์ในเนื้อหาความรู้ในรายวิชามากขึ้น ชุดการเรียนรู้มีตัวอย่างโจทย์และแบบฝึกทักษะมากพอให้นักเรียนได้ฝึกทำ นอกจากนี้แล้ววิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เด็กเก่งช่วยเหลืออธิบายให้เพื่อนที่อ่อนกว่า ซึ่งช่วยลดความกดดันจากการที่ครูอธิบายให้กับผู้เรียนที่อ่อนโดยตรง ทำให้นักเรียนมี

ความสุขในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ariyadech (2018) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการบวก การลบและการคูณทศนิยม พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ Huadseng et al. (2023) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) เรื่อง พื้นฐานตัวโน้ตดนตรีสากล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการอ่านโน้ตดนตรีสากล พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.46, S.D.=0.48) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ที่ผู้วิจัยได้ปรับให้สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือกัน ครูส่งเสริมและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นทีม ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ของ Khaemmanee (2021) ที่กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ariyadech (2018) ที่นำรูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค TAI มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.86, S.D.=0.35) และสอดคล้องกับ Parinyakarn and Vanichwatanavorachai (2020) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบเลขของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ครูควรทำความเข้าใจคำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เกณฑ์การตรวจให้คะแนน ข้อตกลงในการให้คะแนน การวัดและประเมินผลให้เข้าใจชัดเจน และควรเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เตรียมสถานที่ สื่อต่าง ๆ ให้พร้อมก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้

2. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนและปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมที่กำหนด มีการตรวจสอบเป็นระยะ เมื่อนักเรียนมีปัญหาจะได้ให้คำแนะนำที่เหมาะสมได้

3. ครูควรดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ และบริหารเวลาในแต่ละช่วงกิจกรรมอย่างเหมาะสม มีความยืดหยุ่น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ในรายวิชาอื่น ๆ โดยเฉพาะวิชาช่างอุตสาหกรรมซึ่งเน้นการฝึกทักษะทางด้านปฏิบัติงาน

2. ควรศึกษาวิจัยโดยการนำชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่วิทยาลัยเทคนิคอื่น ๆ เพื่อพัฒนาปรับปรุงชุดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

3. ควรศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น STAD หรือ TGT เป็นต้น เพื่อทำการเปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวิธี

เอกสารอ้างอิง

Ariyadech, C. (2018). Learning activity development through cooperative learning, TAI technique in Mathematics strand entitle “plus, minus and multiply to decimal number” for Pratomsuksa 5 students. *Academic Journal of Mahamakut Buddhist University Roi Et Campus, 7*(1), 215-230. Retrieved from https://so01.tci-thaijo.org/index.php/AJMBU/article/view/197281 **[in Thai]**

Donpudsa, P., & Khechornphak, T. (2022). The development of learning achievement on parallel lines by group learning activity with tai technique of mathayomsuksa 2. *Journal of Education Rajabhat Maha Sarakham University, 19*(1), 131-140. Retrieved from https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edu-rmu/article/view/256457 **[in Thai]**

Huadseng, M., Choorak, J., & Benkhan, P. (2023). The development of cooperative learning activity packages using the Team Assisted Individualization (TAI) on basic music notation to develop learning achievement and music notation reading performance for grade 7 students. *Phetchabun Rajabhat Journal, 25*(2), 47-58. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/jpcru/article/view/265543 **[in Thai]**

Khaemmanee, T. (2021). *Teaching science* (22nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. **[in Thai]**

Mulkham, S., & Mulkham, O. (2015). *21 learning management: to develop thinking processes* (10th ed.). Bangkok: Parbpim Ltd. Partnership. **[in Thai]**

Parinyakarn, T., & Vanichwatanavorachai, S. (2020). The development of learning activities with tai technique for enhancing learning outcome about plus and minus the number of students on prathomsuksa 2. *Silpakorn Educational Research Journal, 17*(2), 115-128. Retrieved from https://so02.tci-thaijo.org/index.php/suedujournal/article/view/182942 **[in Thai]**

Phromwong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakorn Educational Research Journal, 5*(1), 7-20. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419 **[in Thai]**

Phromwong, C., Saengsawang, B., & Thaweekulsap, W. (2007). *Curriculum Development and Instruction Media Instructional Package (Unit 14)*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. **[in Thai]**

Pilanthananon, N. (2000). *Cooperative learning.* Bangkok: Mac Education Company Ltd. **[in Thai]**

Srisa-at, B. (2017). *Preliminary research* (10th ed.). Bangkok: Suviriyasan. **[in Thai]**

Sutthirat, C. (2015). *80 innovative learning-oriented learning management* (6th ed.). Nonthaburi: P Balance Design & Printing. **[in Thai]**

Traimongkolkul, P., & Chattraporn, S. (2012). *Research design* (7th ed.). Bangkok: Kasetsart University Publisher. **[in Thai]**

Wattananarong, K. (2014). *Innovation and education technical technology* (3rd ed.). Bangkok: Textbook Production Center, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. **[in Thai]**