

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้น ปวช.1

โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

Development of Academic Achievement in The Analysis of Problems of Diesel
and Gasoline Fuel Injection Systems Controlled Electronically
by Vocational Certificate Students 1 Using The Electude Simulator Application

อธิคม แป้นน้อย¹ ธนายุต พุดพิทักษ์² ดวงตา อินทรนาค³
Athikhom Paennoi¹ Thanayut Putpitak² Duangta Intaranak³

^{1,2} นักศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยตาปี

Student, Graduate Diploma Program in Teaching Profession,
Faculty of Liberal Arts, Tapee University

E-mail: Athikhom37258@gmail.com, tanayutputpitak6@gmail.com

³ อาจารย์หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยตาปี

Instructor, Graduate Diploma Program in Teaching Profession, Faculty of Liberal Arts, Tapee University

E-mail: duangta@tapee.ac.th



Received: 2025-12-23 Revised: 2026-04-30 Accepted: 2026-05-14

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้น ปวช. 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ก่อนและหลังเรียน และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ปวช. 1 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ แอปพลิเคชัน Electude Simulator กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ จำนวน 20 คน เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชางานแก๊สโซลีน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชางานแก๊สโซลีนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator โดยใช้การวิจัยกึ่งทดลองใช้รูปแบบการทดลอง แบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest–Posttest Design) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T-Test Dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ ปวช. 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x} = 25.50$) ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{x} = 18.30$) และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator อยู่ในระดับ “มากที่สุด” $\bar{X} = 4.52$ และ S.D. = 0.53 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของสื่อเสมือนจริงในการเรียนการสอนด้านช่างยนต์

คำสำคัญ : Electude Simulator ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระบบฉีดเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้อง

Abstract

This research aimed to 1) compare the learning achievement of the first-year vocational certificate students in the subject of analyzing faults in electronically controlled diesel and gasoline fuel injection systems using the Electude Simulator application before and after learning, and 2) study the satisfaction of the first-year vocational certificate students with learning using the Electude Simulator application. The sample group consisted of 20 first-year vocational certificate students in the automotive engineering program, selected using purposive sampling. The tools included lesson plans for the gasoline engineering course, an achievement test for the gasoline engineering course, and a questionnaire to assess student satisfaction with learning using the Electude Simulator application. A quasi-experimental research design was used, specifically a one-group pretest-posttest design. The statistical methods used for data analysis included mean, standard deviation, and dependent T-test. The research findings showed that 1) the academic achievement of the first-year vocational certificate students using the Electude Simulator application after the instruction was significantly higher than before the instruction at the .05 statistical significance level. The post-instructional mean ($\bar{X} = 25.5$) was significantly higher than the pre-instructional mean ($\bar{X} = 18.3$). 2) Students expressed the highest level of satisfaction ($\bar{X} = 4.52$ and S.D. = 0.53) with the learning management using the Electude Simulator application, reflecting the suitability of virtual media in automotive engineering education.

Keywords : Electude Simulator, Academic Achievement, Electronic Fuel Injection System

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์อย่างกว้างขวาง ทั้งด้านการผลิต การซ่อมบำรุง และการตรวจวิเคราะห์ระบบต่าง ๆ ของรถยนต์ โดยเฉพาะระบบเครื่องยนต์สมัยใหม่ที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น เช่น ระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fuel Injection: EFI) และระบบวินิจฉัยด้วยคอมพิวเตอร์ (On-Board Diagnostics: OBD) ทำให้ผู้เรียนสายช่างยนต์จำเป็นต้องมีความรู้และทักษะที่ทันสมัยเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม [1]

สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างยนต์ การเรียนรู้เกี่ยวกับระบบฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ยังคงเป็นความท้าทายสำคัญ เนื่องจากเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ต้องใช้ทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเครื่องมือวิเคราะห์ปัญหานี้ สามารถประยุกต์ได้ทั้งเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์แก๊สโซลีน เนื่องจากใช้หลักการวิเคราะห์เดียวกัน มีการอ่านค่าเหมือนกัน การใช้เครื่องมือวิเคราะห์สมัยใหม่ และความสามารถในการเชื่อมโยงทฤษฎีกับปฏิบัติจริง อย่างไรก็ตาม สถาบันการศึกษาในสาขาช่างยนต์จำนวนมากยังประสบปัญหา เช่น ข้อยกาด้านอุปกรณ์เครื่องมือที่ไม่เพียงพอ ความซับซ้อนของเครื่องมือวิเคราะห์สมัยใหม่ และความเข้าใจของผู้เรียนที่ยังไม่ลึกซึ้ง ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนไม่เต็มประสิทธิภาพและไม่ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานปัจจุบัน ขณะเดียวกันจากการจัดการเรียนการสอนรายวิชางานเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยการอาชีวศึกษาเชียงราย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ามีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ถึงร้อยละ 40 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการจัดการเรียนรู้ที่อาจยังไม่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและทักษะที่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากสถานการณ์ดังกล่าวจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนา โดยเฉพาะการนำสื่อแอปพลิเคชัน Electude Simulator มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาทักษะด้านการฝึกปฏิบัติในการแก้ปัญหางานเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนให้ดียิ่งขึ้น

ด้วยเหตุดังกล่าว ครูผู้สอนจำเป็นต้องประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ที่สามารถจำลองสถานการณ์เสมือนจริงเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติ หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูง คือแอปพลิเคชัน Electude Simulator ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้แบบโต้ตอบ (interactive learning media) ที่ออกแบบมาเพื่อจำลองการทำงานของระบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและระบบ

ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างสมจริง โดยผู้เรียนสามารถฝึกทักษะการวิเคราะห์ปัญหา การตรวจสอบความผิดปกติ และการแก้ไขข้อขัดข้องในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ช่วยลดการพึ่งพาอุปกรณ์จริง และเพิ่มความปลอดภัยในการเรียนรู้ (Electude, n.d.) [2]

แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) และการเรียนรู้ด้วยสื่อจำลอง (Simulation-Based Learning) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใกล้เคียงจริง โดยมีงานวิจัยสนับสนุนว่าการใช้เทคโนโลยีลักษณะนี้สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ [3] [4]

Electude เป็นโปรแกรมการเรียนรู้ออนไลน์ (e-learning) ด้านเทคโนโลยียานยนต์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านระบบจำลอง (Simulator) โดยเฉพาะระบบเครื่องยนต์และระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรมทำงานบนแพลตฟอร์มออนไลน์แบบ Cloud-based ที่จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบ วิเคราะห์ และแก้ไขข้อขัดข้องของระบบยานยนต์ได้เสมือนการปฏิบัติงานจริง [5] และ Electude นิยมใช้ในสถานศึกษาสายอาชีวศึกษา วิทยาลัย และสถาบันฝึกอบรมด้านยานยนต์ในหลายประเทศ เนื่องจากมีลักษณะการเรียนรู้แบบ Interactive และ Gamification ที่ช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจของผู้เรียน [2]

องค์ประกอบสำคัญของโปรแกรมประกอบด้วย บทเรียนเชิงโต้ตอบ แบบทดสอบ ระบบติดตามผลการเรียน (LMS) และ Engine Management Simulator ที่สามารถกำหนดสถานการณ์ความเสียหายได้หลากหลาย [6]

โปรแกรมนี้ถูกออกแบบตามแนวคิด Discovery-based learning และ Mastery learning ที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง [7] และเหตุผลที่ควรใช้ Electude คือช่วยลดข้อจำกัดด้านอุปกรณ์จริง ลดต้นทุน และเพิ่มความปลอดภัยในการฝึกปฏิบัติ ขณะเดียวกันยังสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา [8]

รวมถึง Rutten, et al. [3] ยังชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้ด้วยแบบจำลอง (Model-Based Learning) และการใช้สื่อจำลอง (Simulation-Based Learning) มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกในระบบที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากข้อมูลปัญหาและงานวิจัยสนับสนุนดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างยนต์ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและ

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยใช้การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่จากประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ Electude ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลอง วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จำลอง [9]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

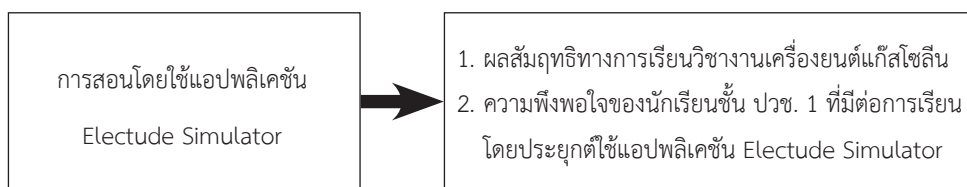
2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้น ปวช.1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ก่อนและหลังเรียน

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ปวช. 1 ที่มีต่อการเรียน โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

3. สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้ แอปพลิเคชัน Electude Simulator หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลองใช้รูปแบบ One Group Pretest - Posttest Design (หนึ่งกลุ่มสอบก่อน-สอบหลัง) [10] โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ทดลอง	T1	X	T2

เมื่อ T1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude simulator
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์

T2 แทน การทดสอบหลังเรียน

คณะผู้วิจัยมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 20 คน เนื่องจากมีจำนวนนักเรียนห้องเดียว

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ วิชางานแก๊สโซลีน เรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

4.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชางานแก๊สโซลีน เรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียน

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระโดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

4.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ ที่มีต่อการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

4.3 การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

4.3.1 การสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ วิชางานแก๊สโซลีน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude simulator คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างโดยได้ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 เอกสารประกอบการสอน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชางานแก๊สโซลีน โดยบูรณาการการใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งออกแบบกิจกรรมให้ครอบคลุมขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน ขั้นฝึกปฏิบัติผ่านสื่อจำลอง และขั้นสรุปเนื้อหา จากนั้นนำแผนไปตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีความเหมาะสมในระดับดี ($\bar{X} = 4.38$) และได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และปรับปรุงเพื่อนำไปใช้จริง

4.3.2 การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชางานแก๊สโซลีนของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator มีการสร้างและหาคุณภาพโดยศึกษาเอกสาร ตำรา หลักสูตรและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล เทคนิคการเขียนข้อสอบ วิธีการสร้างแบบทดสอบ ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานแก๊สโซลีนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้น นำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่ตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (P) = 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) = ≥ 0.20 ก่อนนำไปใช้จริง

4.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการเรียนวิชางานแก๊สโซลีน โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude simulator คณะผู้วิจัยดำเนินการ

โดยศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องได้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย Electude Simulator เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ก่อนปรับปรุงและนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง โดยวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามที่กำหนดไว้ 5 ระดับ

4.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

- 1) ทำหนังสือขอความร่วมมือจากสถานศึกษา ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
- 2) เตรียมความพร้อมของกลุ่มตัวอย่าง โดยชี้แจงให้ทราบถึงความสำคัญในการทดลองครั้งนี้

- 3) ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชางานแก๊สโซลีน ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ในการสอน ชั่วโมงแรก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปฐมนิเทศ เพื่อศึกษาความรู้เดิมของนักเรียนแล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบไว้เพื่อนำมาเป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต่อไป

- 4) ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หลังการเรียนรู้ โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1

- 5) ทดสอบหลังเรียน (Post-Test) เมื่อสิ้นสุดการสอน เรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ แล้วทำการทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชางานแก๊สโซลีน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน แล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบไว้เพื่อนำมาเป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต่อไป

- 6) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการเรียนวิชางานแก๊สโซลีน เรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล และแก๊สโซลีนควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

7) นำคะแนนการทดสอบวัดผลการเรียนวิชางานแก๊สโซลีนของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่า T-Test

8) นำคะแนนผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการเรียนวิชางานแก๊สโซลีน โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน คณะผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อบรรยายลักษณะทั่วไป ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยเพื่อระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในภาพรวม และการวัดการกระจายของข้อมูล (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เพื่อดูว่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่างมีการเกาะกลุ่มกันหรือแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งช่วยให้เห็นภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างได้ชัดเจน

2) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ก่อนนำเครื่องมือไปใช้จริง ได้มีการวิเคราะห์คุณภาพเพื่อยืนยันมาตรฐาน โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) จากนั้นทำการวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกสำหรับคัดเลือกข้อสอบ และสุดท้ายคือการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบสอบถามเพื่อยืนยันว่าเครื่องมือมีความคงเส้นคงวาในการวัดผล

3) การทดสอบสมมติฐาน เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยที่ต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนน "ก่อนเรียน" และ "หลังเรียน" ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิม (T-Test for Dependent Samples) การวิเคราะห์นี้มีเป้าหมายเพื่อพิสูจน์ว่า คะแนนสอบหลังเรียนที่เพิ่มขึ้นนั้น เป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่เชื่อถือได้

4.3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) สถิติพื้นฐาน

(1) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) คะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

(2) การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

- 2) สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 - (1) หาความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC
 - (2) หาดัชนีค่าความยากง่าย (Difficulty and easiness index : p)
 - (3) หาดัชนีจำแนก (Item Discrimination; r or D)
- 3) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแอปพลิเคชัน Electude Simulator โดยการทดสอบ T-Test แบบ Dependent

5. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยมีการสรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคู่ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้น ปวช. 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ก่อนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคู่ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้น ปวช. 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ก่อนและหลังเรียนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ข้อที่ 1

กลุ่มทดลอง	(n)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนการจัดการเรียนรู้	20	30	18.30	2.536	12.22	0.000
หลังการจัดการเรียนรู้	20	30	25.50	1.637		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5

จากตารางที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคู่ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับ ปวช. 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 25.50) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 18.30)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จากการคำนวณค่าสถิติทดสอบ t ได้ค่า $t = 12.22$, สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ ที่เรียนโดยแอปพลิเคชัน Electude Simulator รายวิชางานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ปวช. 1 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้น ปวช. 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพเวียงสระ ที่มีต่อการใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ข้อที่ 2

ความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	การประเมิน
1. ด้านเนื้อหาความรู้			
1.1 นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจจากเนื้อหาที่เรียน	4.40	0.58	มาก
1.2 เนื้อหาสาระที่เรียนเข้าใจง่าย	4.35	0.48	มาก
1.3 เนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปประยุกต์และใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.58	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.53	มาก
2. ด้านกิจกรรม			
2.1 นักเรียนได้รับความสนุกสนานและมีความสุข จากการเรียนรู้	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน ๆ	4.55	0.50	มากที่สุด
2.3 นักเรียนยินดียอมรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนๆ และครู	4.50	0.58	มาก
2.4 นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	4.45	0.50	มาก
2.5 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.45	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.51	0.52	มากที่สุด

ความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	การประเมิน
3. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
3.1 มีความเหมาะสมของสื่อการสอน	4.65	0.48	มากที่สุด
3.2 สื่ออุปกรณ์ที่ใช้ตรงกับเนื้อหา	4.35	0.63	มาก
3.3 สื่อช่วยให้เข้าใจความคิดรวบยอดได้ง่ายและรวดเร็ว	4.45	0.58	มาก
3.4 สื่อช่วยส่งเสริมการทำกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้เรียน และเกิดความคิดสร้างสรรค์	4.75	0.43	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.54	0.52	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและการประเมินผล			
4.1 การประเมินครอบคลุมเนื้อหาวิชาและตัวชี้วัด	4.65	0.48	มากที่สุด
4.2 ประเมินผลการเรียนรู้จากความรู้ด้วยความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อน และครู	4.35	0.63	มาก
4.3 นักเรียนมีโอกาสทราบผลการประเมินของตนเองและของกลุ่ม	4.45	0.58	มาก
4.4 มีการประเมินพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนตามสภาพจริง	4.75	0.43	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.55	0.53	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.52	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาความรู้ ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, S.D.= 0.53) 2) ด้านกิจกรรม ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51 , S.D.= 0.52) 3) ด้านสื่อการเรียนการสอน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54 , S.D.= 0.52) 4) ด้านการวัดและการประเมินผล ระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี ($\bar{X}$ = 4.55 , S.D.= 0.53) จากผลรวมนักเรียน 20 คน อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี ($\bar{X}$ = 4.52 และ S.D.= 0.53)

6. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคู่ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนชั้น ปวช.1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator คณะผู้วิจัยมีการอภิปรายผล ดังนี้

6.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยอมรับสมมติฐาน ข้อที่ 1

6.1.2 ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหาความรู้ ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 2) ด้านกิจกรรม ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ด้านสื่อการเรียนการสอน ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 4) ด้านการวัดและการประเมินผล ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

6.2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีนควบคู่ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนระดับ ปวช. 1 โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 25.50$) และค่าเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X} = 18.30$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้บนฐานของทฤษฎีการเรียนรู้หลายแนวคิด คือ

ประการแรก สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ของ Jean Piaget [9] ที่อธิบายว่า ผู้เรียนสร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ตรง โดยเฉพาะเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลองและแก้ปัญหาด้วยตนเองจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างมีความหมาย (meaningful learning) ซึ่งการใช้ Electude Simulator เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์หาค่าการเสีย ตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์และแอกชูเอเตอร์ และทดลองแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลอง ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่อย่างเป็นระบบ

ประการที่สอง สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) ของ David A. Kolb [11] ซึ่งกล่าวว่าการเรียนรู้เกิดจากวงจร 4 ขั้น ได้แก่ ประสบการณ์ตรง การสะท้อนคิด การสร้างแนวคิด และการทดลองใช้ โดย Electude Simulator ทำหน้าที่เป็นสื่อที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการดังกล่าวอย่างครบถ้วน กล่าวคือ ผู้เรียนได้เผชิญสถานการณ์จำลอง (Concrete Experience) วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น (Reflective Observation) สร้างความเข้าใจเชิงระบบ (Abstract Conceptualization) และนำไปทดลองแก้ปัญหาใหม่ (Active Experimentation) จึงส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึก นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation-Based Learning) ซึ่งจากงานวิจัยของ Rutten et al. [3] พบว่า การใช้สื่อจำลองช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยเฉพาะในสาขาที่ต้องอาศัยทักษะเชิงปฏิบัติ เช่น งานช่างยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับบริบทของการวิจัยครั้งนี้

ดังนั้น การที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จึงไม่ได้เกิดจากการใช้เทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้ และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

6.2.2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน Electude Simulator อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.53) แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้สื่อจำลองในการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของสื่อที่มีความเสมือนจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการวิเคราะห์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติจริงได้อย่างมั่นใจมากยิ่งขึ้น ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Richard E. Mayer [12] ที่อธิบายว่า การใช้สื่อมัลติมีเดียที่ผสมผสานภาพ เสียง และปฏิสัมพันธ์สามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chamorro-Atalaya et al. ที่พบว่าเครื่องมือการจำลองเชิงโต้ตอบช่วยเพิ่มความพึงพอใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในรายวิชาทางเทคนิคได้อย่างมีนัยสำคัญ [13] อีกทั้งยังสอดคล้องกับข้อมูลจาก Electude ซึ่งระบุว่าแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีลักษณะเชิงโต้ตอบ (interactive) และมีภาพเคลื่อนไหวประกอบการเรียนรู้ สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ความสะดวกในการเรียนรู้ และความพึงพอใจของผู้เรียนในเนื้อหาต้นระบบเครื่องยนต์ [7] สรุปได้ว่า Electude Simulator มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น รู้สึกมั่นใจ และมีความพึงพอใจสูงต่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติจริงในรายวิชาด้านเครื่องยนต์

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการใช้ผลการวิจัย

7.1.1 ควรนำอุปกรณ์จริงใช้ในการสอนควบคู่ไป ไม่ควรใช้แอปพลิเคชัน Electude Simulator เพียงอย่างเดียว

7.1.2 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีการเรียนรู้หรือต้องการความช่วยเหลือ ควรใช้การเสริมแรงกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ หรืออธิบายให้เข้าใจอีกครั้ง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาแอปพลิเคชัน Electude Simulator ที่มีความหลากหลาย น่าสนใจ มีการอธิบาย การวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องของระบบฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลและแก๊สโซลีน ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้นักเรียนสามารถทบทวนได้ทุกเวลา

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมการขนส่งทางบก. (2562). รายงานสถานการณ์ยานยนต์ในประเทศไทย. กรมการขนส่งทางบก.
- [2] Electude. (n.d.). Automotive curriculum and learning solutions. <https://www.electude.com/learning-solutions/automotive-curriculum>.
- [3] Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.
- [4] Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683.
- [5] Electude International. (2014). Cloud-based engine management simulator. <https://www.ratchetandwrench.com>.
- [6] Ingerea. (n.d.). Electude e-learning platform. https://www.ingerea.com/en_GB/electude

- [7] Electude. (n.d.). Automotive curriculum and learning solutions. <https://www.electude.com/learning-solutions/automotive-curriculum>.
- [8] Autocast. (n.d.). Why Autocast? E-learning solution for automotive technicians and engineers. <https://autocast.ro/en/about/>
- [9] Piaget, J. (1972). The psychology of the child. Basic Books.
- [10] บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). สุวีริยาสาส์น.
- [11] Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice-Hall.
- [12] Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press.
- [13] Chamorro-Atalaya, O., Morales-Romero, G., Quispe-Andía, A., Trinidad-Loli, N., León-Velarde, C., Lezama-Gonzales, P., & Mendoza-Daza, J. (2021). Analysis of satisfaction in the use of technological simulation tools in the learning of the automatic process control course. International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP), 11(6), 132–140. <https://doi.org/10.3991/ijep.v11i6.24911>