



การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์

นายสันติ ทรัพย์มาก

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์

นายสันติ ทรัพย์มาก

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองโครงการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์

โดย นายสันติ ทรัพย์มาก

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุภวิโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์)

ชื่อ : นายสันติ ทรัพย์มาก
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน
 เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง
 เสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 สาขาวิชาช่างยนต์
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาที่เรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ในรายวิชางานเครื่องยนต์เล็ก สื่อการเรียนรู้เดิมยังมีข้อจำกัดในการเห็นภาพชิ้นส่วนและหลักการทำงานภายในหัวฉีดยังไม่ชัดเจน นักเรียนไม่เข้าใจเรื่องหลักการทำงานส่งผลให้การถอดประกอบหัวฉีดเกิดความเสียหาย ผู้วิจัยจึงนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาพัฒนาสื่อการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม 2) แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผ่านประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าในภาพรวมความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เมื่อนำไปใช้กับนักเรียน (E_1) คิดเป็นร้อยละ 80.25 และ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 85.75 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ นักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(มีจำนวนทั้งสิ้น 136 หน้า)

คำสำคัญ : หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล, เทคโนโลยีความจริงเสริม,
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Santi Sapmak
 Independent Study Title : Development of Learning media on topic fuel injector operation of small diesel engine by augmented reality technology AR for Vocational Certificate Students in Automotive Engineering
 Major Field : Mechanical Engineering Education
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 Independent Study Advisor : Associate Professor Dr. Kittiwoot Sutthivirode
 Co-Advisor : Assistant Professor Dr. Tongchana Thongtip
 Academic Year : 2024

write contents

ABSTRACT

This research focuses on students learning about diesel engine fuel injectors in the Small Engine Mechanics course. The existing instructional media had limitations in clearly illustrating the components and internal working principles of the fuel injector, leading to students' lack of understanding. This often resulted in damage during disassembly and assembly of the injector. To address this issue, the researcher developed instructional media using Augmented Reality (AR) technology. The objectives of the study were: (1) to develop and evaluate the effectiveness of instructional media on diesel engine fuel injector systems using AR technology, and (2) to compare students' learning achievement with a predetermined benchmark. The sample group was selected through purposive sampling. The statistics used in the research included percentage, mean, standard deviation, and hypothesis testing. Research instruments comprised: (1) AR-based instructional media on the working principles of diesel fuel injectors, (2) an evaluation form for assessing the appropriateness of the instructional media, and (3) a learning achievement test evaluated by experts. The results revealed that: (1) the overall suitability of the instructional media, as assessed by experts, was rated at a high level, with an average score of 4.48. The effectiveness of the instructional media, when applied to students, was 80.25% for the first criterion (E1) and 85.75% for the second criterion (E2); and (2) the students' learning achievement was significantly higher than the predetermined criterion at the 0.05 level of statistical significance.

(Total 136 Pages)

Keywords: Fuel injector of small diesel engines, Augmented Reality Technology, Academic Achievement

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ได้รับคำแนะนำช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร. กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เมตตาให้คำปรึกษา คอยให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางตั้งแต่กระบวนการเริ่มทำงานวิจัย การสร้างเครื่องมือ การทดลองใช้ทดลองจนสรุปผลการทดลองงานวิจัยมาโดยตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์ ที่ท่านได้เมตตาให้ข้อเสนอแนะ แนวทางความรู้ในการสร้างสื่อโปรแกรมในการสร้างสื่อ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขสารนิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งคณะอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษาทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ เทคโนโลยีด้านการศึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาเป็นผู้ประเมินคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะ ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ เพื่อนร่วมงานที่คอยเป็นกำลังใจให้คำแนะนำให้คำปรึกษา จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ต่อไป

สันติ ทรัพย์มาก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิด	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ระบบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	6
2.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	16
2.3 แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี EON-XR Metaverse	21
2.4 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้	23
2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้	25
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	34
3.1 กลุ่มทดลอง	34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	34
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	43
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	47
4.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	49
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมกับเกณฑ์	53
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผล	55
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	56
5.3 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก ก	62
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	63
หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ	65
ประมวลภาพกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง	70
ภาคผนวก ข	73
แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	74
แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค	90
วิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี	91
ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	92
ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้	93
ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้	94
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ	95
ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน	
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องระบบส่งกำลังแปรผันต่อเนื่อง มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80	
ภาคผนวก ง	101
ชุดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	102
ใบเนื้อหา	106
ใบแบบฝึกหัด	120
คู่มือครู	123

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ใบแบบทดสอบ	124
ใบเฉลยแบบทดสอบ	133
ใบปฏิบัติงาน	134
ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน	135
ประวัติผู้วิจัย	136



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปลงในภาพรวม	49
4-2	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้	50
4-3	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้	51
4-4	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ด้านกาออกแบบ สื่อการเรียนรู้	52
4-5	ผลการวิจัยการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	53
4-6	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการใช้สื่อการ เรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วย เทคโนโลยีความจริงเสริมเกนซ์	53
ค-1	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค-2	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการ ทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริง เสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้	93
ค-3	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการ ทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริง เสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้	94
ค-4	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ	95
ค-5	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน	97
ค-6	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงาน หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม มีค่า ตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80	99

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดการวิจัย	3
2-1	เครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์สูบเดียว	7
2-2	หัวฉีดแบบเดียยสั้น	7
2-3	หัวฉีดแบบเดียยสั้น	8
2-4	หัวฉีดแบบรูปเดียว	8
2-5	หัวฉีดแบบรูปเดียว	9
2-6	ระบบน้ำมันเครื่องยนต์เล็กดีเซลสูบเดียว	9
2-7	หัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล	10
2-8	ส่วนประกอบหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล	11
2-9	หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	13
2-10	การทำงานของหัวฉีดขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	13
2-11	การทำงานของหัวฉีดขณะหยุดฉีดน้ำมัน	14
2-12	เครื่องทดสอบหัวฉีด	16
2-13	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	16
2-14	ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในอุตสาหกรรม	19
2-15	ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทางการแพทย์	20
2-16	ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทางการโฆษณา	20
2-17	แพลตฟอร์ม EON-XR สร้างสื่อการเรียนรู้บนโลกความเป็นจริงเสริม	21
2-18	อัปโหลดภาพ 3D หรือภาพ 360 องศา โดยใช้งานผ่านแพลตฟอร์ม EON	22
2-19	ระบบปฏิบัติการของแพลตฟอร์ม EON – XR	22
3-1	กระบวนการวางแผนสร้างสื่อ	35
3-2	แพลตฟอร์ม EON-XR ที่นำมาสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	36
3-3	แพลตฟอร์ม Sketchfab ที่อัปโหลดไฟล์ชิ้นงาน	37
3-4	ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการ ทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-5	ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน	45
3-6	นักเรียนเข้าสู่เนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	45
3-7	นักศึกษาแบ่งกลุ่มและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้	46
3-8	นักเรียนทำแบบทดสอบหลังกิจกรรมการเรียนรู้	46
3.5	ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน	40
3.6	นักศึกษาเข้าสู่เนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องระบบส่งกำลังแปรผันต่อเนื่อง	41
3-7	นักศึกษาแบ่งกลุ่มและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้	41
ก-1	ออกแบบส่วนประกอบของชิ้นงาน	70
ก-2	ชิ้นงานที่แยกส่วนประกอบ	70
ก-3	สร้างสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	71
ก-4	นำสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมามีกับนักเรียน	71
ก-5	นักเรียนเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	72
ก-6	ทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รายวิชางานเครื่องยนต์เล็กนักเรียนจะต้องศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรขนาดเล็กสับเดียวเช่นเครื่องยนต์เล็กดีเซลคูโบต้ารุ่น ET และรุ่น RT การทำงานของระบบน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันจากถังจะถูกส่งไปยังกรองน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อกรองสิ่งสกปรกและความชื้นที่ปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิง จากนั้นน้ำมันจะเข้าไปที่ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงให้สูงขึ้นแล้วจึงส่งน้ำมันที่มีแรงดันสูงไปยังหัวฉีด เพื่อฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละอองเข้าไปยังห้องเผาไหม้ในจังหวะจุดระเบิด โดยเฉพาะการทำงานของหัวฉีดในขณะฉีดน้ำมัน แรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าที่เรือนเข็มหัวฉีดจะต้องชนะแรงของสปริงหัวฉีดถึงจะทำให้เข็มหัวฉีดยกขึ้นเพื่อฉีดน้ำมันเป็นฝอยละออง จากนั้นสปริงหัวฉีดจะดันให้เข็มหัวฉีดกลับสู่ตำแหน่งเดิมเพื่อปิดรูน้ำมันไว้ กลไกการทำงานของหัวฉีดจึงมีความซับซ้อน จะต้องศึกษาการทำงานชิ้นส่วนภายในให้เข้าใจรวมทั้งการวินิจฉัยเพื่อให้มั่นใจก่อนการซ่อมบำรุงรักษาและถอดประกอบ (Yaqing Bo et al, 2024) ซึ่งสื่อเดิมที่มีอยู่ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นการทำงานชิ้นส่วนภายในหัวฉีดได้ การใช้สื่อประเภทรูปภาพ วีดีโอ หนังสือเรียนยังมีความชัดเจนได้ไม่มากพอ รวมทั้งสื่อที่เป็นของจริงมีราคาแพง ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงชัดเจนอาจส่งผลทำให้ชิ้นส่วนหลักของหัวฉีดเช่น เรือนเข็มหัวฉีด กับเข็มหัวฉีดเกิดความเสียหายได้ มีผลทำให้การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีความผิดปกติ จึงเป็นปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาด้านความรู้และทักษะของผู้เรียน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างสื่อเรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้นักเรียนได้มีทั้งความรู้และความเข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติงานจริง ซึ่งเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลที่สูงขึ้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก การสร้างสื่อการเรียนการสอนสมัยใหม่เป็นตัวกลางที่มีความสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ในยุคโลกาภิวัตน์หรือในยุคที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยเครื่องมือเหล่านี้ช่วยสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน เปิดโลกการเรียนรู้กว้างไกลต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ โดยเฉพาะกระบวนการเสริมแรงจูงใจจะช่วยกระตุ้นความ

สนใจในระหว่างการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็นหลักการทำงานชิ้นส่วนภายในหัวฉีด ในขณะการฉีดน้ำมันเป็นฝอยละอองและขณะหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ความเข้าใจหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลโดยละเอียด จะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจก่อนลงมือปฏิบัติงานและถอดประกอบได้อย่างถูกต้อง จากการเรียนรู้ด้วยสื่อที่มีการพัฒนาด้วยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ มีความทันสมัยให้เห็นภาพที่ชัดเจนมีความน่าสนใจมากขึ้น การผสมผสานโลกของความจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยใช้วิธีซ้อนภาพในโลกเสมือนไว้บนภาพในโลกความเป็นจริง ผ่านอุปกรณ์ดิจิทัลหรืออุปกรณ์แสดงผลภาพ สร้างแรงจูงใจและกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่อยากจะเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างมาก (Kristian Kiili ,et all 2023) ช่วยในการปรับปรุงและพัฒนาระบบการศึกษา ให้สามารถสื่อสารความรู้และข้อมูลได้ง่ายขึ้น

จากปัญหาและอุปสรรคที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในรายวิชาการเครื่องยนต์เล็ก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ นักเรียนสามารถใช้สมาร์ตโฟนเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน และสามารถศึกษาส่วนประกอบการทำงานภายในชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ทำให้นักเรียนเห็นภาพการทำงานของหัวฉีดน้ำมันที่ชัดเจนยิ่งขึ้น กระตุ้นความสนใจ (Kristy A. Robinson et al, 2024) ซึ่งจำเป็นต่อการเสริมการรับรู้ของนักเรียนที่เป็นรูปธรรม ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ปฏิบัติงานและถอดประกอบได้อย่างถูกต้องสามารถศึกษาเนื้อหาและทบทวนบทเรียนได้หลายครั้ง และยังสามารถแก้ไขปัญหาในการที่สื่อของจริงมีอยู่อย่างจำกัดได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเทียบกับเกณฑ์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล พัฒนาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ในรายวิชางานเครื่องยนต์เล็ก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ขอบเขตด้านกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่เรียนภาควิชาเทคโนโลยีเครื่องกล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2567 รวมทั้งหมด 103 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนกำลังศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

1.5.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการสอนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์

1.5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.5.3.1 หน้าที่และหลักการทำงานของระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

1.5.3.2 ชื่อและส่วนประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

1.5.3.3 หลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

1.5.3.4 งานบริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

1.5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ในรายวิชาการเครื่องยนตร์เล็ก รหัสวิชา 20101-2101 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม จำนวน 20 คน ระยะเวลา 2 สัปดาห์มีการทดสอบหลังเรียน

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล จากสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมที่มีประสิทธิภาพ

1.6.2 พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมให้สูงขึ้น

1.6.3 นำความรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมไปประยุกต์ใช้ในพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นได้

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 สื่อการเรียนรู้ หมายถึง การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อช่วยในการสร้างสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อประกอบการจัดการเรียนการสอน ในชั้นเรียนนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม เพื่อช่วยให้ผู้ศึกษาสามารถเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมัน

เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ได้เข้าใจโครงสร้างที่ซับซ้อนของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล เพื่อให้มั่นใจก่อนการซ่อมบำรุงรักษาและถอดประกอบปฏิบัติงานจริง

1.7.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่สามารถแสดงมุมมองภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ด้วยการผสมผสานโลกของความจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยใช้วิธีซ้อนภาพในโลกเสมือนไว้บนภาพในโลกความเป็นจริง สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

1.7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการเนื้อหาเรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.7.4 นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม จำนวน 20 คน ที่เรียนในรายวิชา งานเครื่องยนต์เล็ก รหัสวิชา 2101-2101

1.7.5 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล หมายถึง ระบบที่ฉีดน้ำมันดีเซลให้เป็นฝอยละอองเข้าไปยังห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เล็กดีเซลคูโบต้ารุ่น ET เพื่อทำการจุดระเบิดเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล เครื่องยนต์เกิดการการทำงาน

1.7.6 หัวฉีด หมายถึง หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลแรงดันของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าที่เรือนเข็มหัวฉีด แรงดันน้ำมันจะต้องชนะแรงของสปริงหัวฉีดถึงจะทำให้เข็มหัวฉีดยกขึ้นเพื่อฉีดน้ำมันเป็นฝอยละออง จากนั้นสปริงหัวฉีดจะดันให้เข็มหัวฉีดกลับสู่ตำแหน่งเดิมเพื่อปิดรูน้ำมันไว้

1.7.7 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้หมายถึง ความสามารถของสื่อที่สร้างขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาสูงขึ้น วัดจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบฝึกหัดหลังเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย โดยนำเสนอหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 ระบบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล
- 2.2 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้
- 2.3 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้
- 2.4 แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี AR
- 2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้
- 2.6 การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

เครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์สูบเดียว เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กำลังในการขับเคลื่อนด้วยการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องยนต์ดีเซลใน มีทั้งแบบลูกสูบเอียง และแบบลูกสูบตั้ง เครื่องยนต์เล็กดีเซลที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย จะเป็นเครื่องยนต์แบบลูกสูบนอนใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล การบำรุงรักษาใช้งานได้สะดวกตลอดเวลา มีความทนทานสูงและสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้นาน มักใช้ในการเกษตร เช่น เครื่องต้นกำลังรถไถนา เดินตาม เครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดยาหวานบูย เครื่องปั่นไฟฟ้า เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์เครื่องจักรกลทางการเกษตรอีกมากมาย ระบบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำงานร่วมกับปั๊มเชื้อเพลิง เพื่อให้การจ่ายน้ำมันมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะส่งผลต่อการเผาไหม้และสมรรถนะของเครื่องยนต์ระบบหัวฉีดในเครื่องยนต์ดีเซลมีความสำคัญในการลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและลดการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ขนาดเล็ก หากหัวฉีดทำงานไม่ดีอาจทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของเครื่องยนต์



ภาพที่ 2-1 เครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์สูบลมเดียว

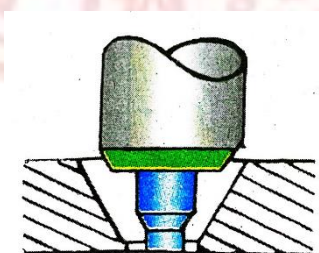
ที่มา : <https://www.google.com/search?sca>

2.1.1 หัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล

หัวฉีดมีหน้าที่รับน้ำมันแรงดันสูงจากปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงฉีดไปยังห้องเผาไหม้ในลักษณะที่เป็นฝอยละอองในจังหวะอัดสุด หัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีอยู่ 2 แบบ

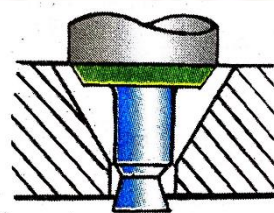
2.1.1.1 หัวฉีดแบบเดือย เป็นหัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ แบบห้องเผาไหม้ช่วย หรือแบบเอเนอร์จีเซลล์ (Energy Cell) หัวฉีดแบบเดือยจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมาในลักษณะรูปกรวยบานกว้าง หัวฉีดแบบเดือยนี้จะถูกสร้างให้ปลายเข็มหัวฉีดยื่นมานอกปลอกเข็มหัวฉีดเล็กน้อย ปลายเข็มหัวฉีดนี้มีทั้งแบบเข็มตรง และแบบเข้มนานปลาย หัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์เล็กดีเซล หัวฉีดแบบเดือยแบ่งออกเป็น 2 แบบดังนี้

1) หัวฉีดแบบเดือยสั้นลักษณะหัวฉีดแบบเดือยสั้นจะมีปลายเดือยที่สั้นกว่าหัวฉีดแบบเดือยยาว การใช้งานใช้ในกรณีที่เครื่องยนต์ทำงานที่รอบต่ำหรือช่วงเวลาที่ต้องการการฉีดเชื้อเพลิงที่เข้มข้นและการกระจายที่ดีในช่วงความเร็วรอบต่ำ ข้อดีช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ในรอบต่ำ และสามารถลดการเกิดควันดำจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ได้ดี ข้อจำกัดอาจไม่เหมาะกับการใช้งานในรอบสูงหรือเมื่อเครื่องยนต์มีการทำงานที่ความเร็วสูง



ภาพที่ 2-2 หัวฉีดแบบเดือยสั้น เฉลิ้ม (2562)

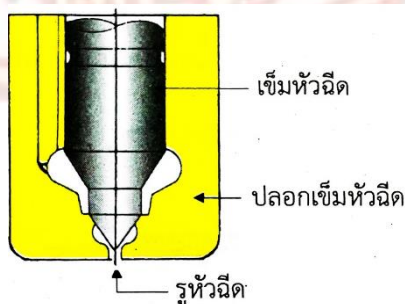
2) หัวฉีดแบบเดือยยาว มีปลายเดือยที่ยาวกว่าหัวฉีดแบบเดือยสั้นการใช้ งานใช้ในกรณีที่เครื่องยนต์ทำงานที่รอบสูงหรือความเร็วรอบที่ต้องการการกระจายเชื้อเพลิงที่ดีและ เหมาะสมกับการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพในช่วงรอบสูงข้อดีช่วยให้การกระจายเชื้อเพลิงมี ประสิทธิภาพมากขึ้นในรอบสูง ซึ่งจะช่วยให้การเผาไหม้เกิดขึ้นเต็มที่ในช่วงที่เครื่องยนต์ทำงานที่ ความเร็วสูงข้อจำกัดการใช้งานในรอบต่ำอาจทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และอาจเกิดควันดำได้หาก ใช้อย่างไม่เหมาะสม



ภาพที่ 2-3 หัวฉีดแบบเดือยสั้น เฉลิม (2562)

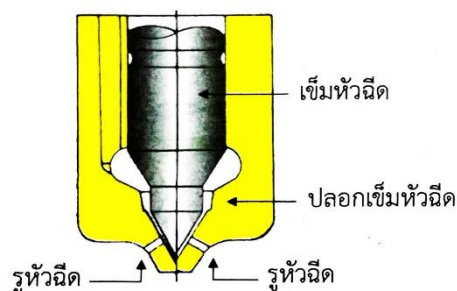
2.1.1.2 หัวฉีดแบบรู เป็นแบบที่ใช้กับห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือโดยตรง หัวฉีดแบบนี้ ตัวเข็มทำเป็นปลายแหลมนั่งอยู่บนปากภายในปลอกเข็มหัวฉีดไม่ไผ่ล่อออกมาข้างนอก ปลายของหัวฉีดมี ทั้งแบบรูเดียวและแบบหลายรู นมหนูแบบรู ประกอบด้วยเสี้ยนนมหนูและเข็มนมหนู ปลายเสี้ยนนม หนูมีรูเดียวหรือหลายรู แล้วแต่ลักษณะการใช้งานของห้องเผาไหม้และใช้เฉพาะห้องเผาไหม้แบบเปิด แรงฉีดน้ำมัน 175 – 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปลายนมหนูไม่ไผ่ล่อออกมานอกเสี้ยนนมหนู ความดันน้ำมันจึงมีแรงยกบานนมหนูให้เข็มนมหนูยกขึ้น

1) หัวฉีดหนึ่งรู แบบนี้มีเพียงรูเดียวสำหรับการฉีดน้ำมันดีเซลลงในห้อง เผาไหม้ของเครื่องยนต์มักนิยมใช้สำหรับเครื่องยนต์เล็กๆ ที่ไม่ต้องการปริมาณการฉีดมากเกินไป



ภาพที่ 2-4 หัวฉีดแบบรูเดียว เฉลิม (2562)

2) หัวฉีดหลายรู แบบนี้มีหลายรูสำหรับฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาผลาญ ซึ่งช่วยให้การเผาเรียบขึ้นและมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ขนาดกลางถึงใหญ่

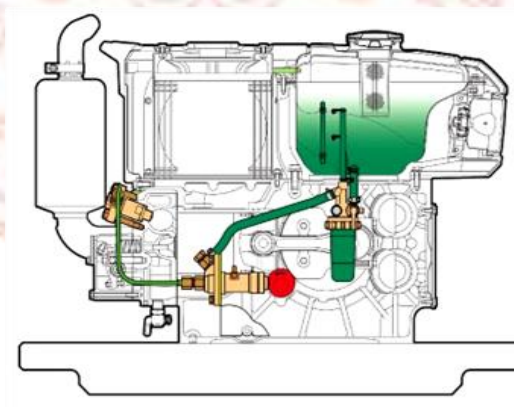


ภาพที่ 2-5 หัวฉีดแบบรูเดียว เฉลิม (2562)

หัวฉีดแบบรูเดียวเป็นแบบใช้กับห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือโดยตรงหัวฉีดแบบนี้ตัวเข็มทำเป็นปลายแหลมตั้งอยู่บนปากภายในปลอกเข็มหัวฉีดไม่ไหลออกมาข้างนอกปลายของหัวฉีดมีทั้งแบบรูเดียวและแบบหลายรู

2.1.2 การทำงานของหัวฉีดน้ำมันดีเซล

เข็มหัวฉีดจะทำหน้าที่เป็นตัวปิด เปิดรูน้ำมันโดยมีสปริงทำหน้าที่กดเข็มหัวฉีดให้ตั้งอยู่บนปากปลอกเข็มหัวฉีด เมื่อน้ำมันแรงดันสูงจากปั๊มส่งมายังหัวฉีด น้ำมันก็จะไปดันให้เข็มหัวฉีดยกตัวขึ้นโดยชนะแรงดันสปริงเข็มหัวฉีดก็จะเปิดรูน้ำมันให้น้ำมันฉีดออกไปเมื่อน้ำมันถูกฉีดออกไปแล้วแรงดันของน้ำมันจะลดลงสปริงก็จะดันเข็มหัวฉีดลงมาปิดรูน้ำมันตามเดิม



ภาพที่ 2-6 ระบบน้ำมันเครื่องยนต์เล็กดีเซลสูบเดียว

ที่มา : คู่มืออบรมคูโบต้า

ฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้ให้เป็นฝอยละเอียด เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วโดยไม่หยุดฉีดเข้าห้องเผาไหม้โดยให้กระจายทั่วห้องเผาไหม้ เพื่อผสมกับอากาศได้อย่างรวดเร็ว น้ำมันที่ฉีดออกจากนมนูเข้าห้องเผาไหม้จะเป็นฝอยละอองได้ต้องอาศัยส่วนประกอบที่ทำให้เกิดฝอยละอองโดยการฉีดน้ำมันผ่านนมนูหัวฉีดและต้องฉีดด้วยความดันฉีดสูงเพราะภายในห้องเผาไหม้มีความดันมากถ้า น้ำมันออกจากนมนูหัวฉีดเป็นหยดออกซิเจนจะไม่สามารถเข้าไปรวมตัวกับไฮโดรเจนและคาร์บอนของหยดน้ำได้หรือรวมตัวกันยากเผาไหม้ยากไอเสียมีควันสีดำ นมนูหัวฉีดต้องสร้างให้มีความแข็งแรงทนต่ออุณหภูมิสูง ระยะฉีดน้ำมันเพียงเสี้ยววินาทีที่จะต้องเริ่มฉีดและหยุดฉีดอย่างฉับพลันไม่ให้เกิดน้ำมันหยุดได้นมนูหัวฉีดเป็นตัวฉีดน้ำมันเข้าไปในห้องเผาไหม้มีมากแบบด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์ที่จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์แต่อย่างไรก็ตาม นมนูหัวฉีดเป็นตัวมาตรฐาน



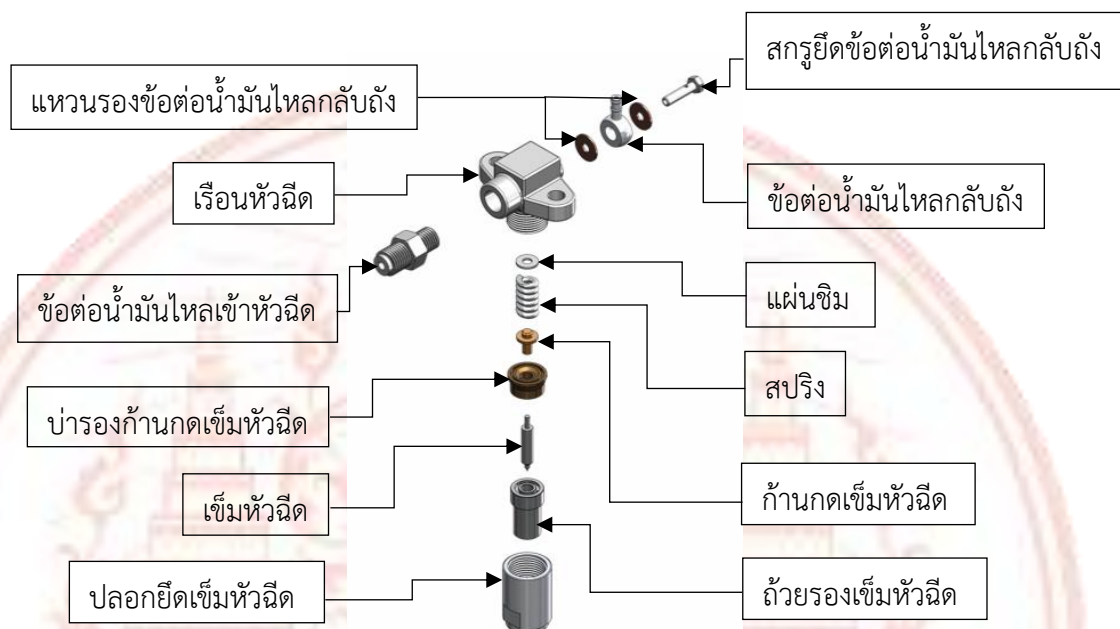
ภาพที่ 2-7 หัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล

ที่มา : คู่มืออบรมคูโบต้า

ควรมีคุณสมบัติที่สามารถรองรับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและช่วยให้เครื่องยนต์ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ หัวฉีดที่ดีจะต้องสามารถกระจายเชื้อเพลิงได้อย่างทั่วถึงในห้องเผาไหม้ ทำให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงและลดการเกิดควันดำหรือการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์โดยคุณสมบัติที่ดีของหัวฉีดมีดังนี้

- 1) หัวฉีดต้องทำงานภายใต้กำลังดันสูงมากได้
- 2) ต้องทำงานได้รวดเร็วและทนต่ออุณหภูมิสูงได้
- 3) หัวฉีดจะต้องประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่แข็งแรง
- 4) หัวฉีดจะต้องฉีดน้ำมันด้วยความเร็วภายในเศษส่วนของวินาทีได้

2.1.3 ส่วนประกอบหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล



ภาพที่ 2-8 ส่วนประกอบหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล

2.1.3.1 ปลอกยึดเข็มหัวฉีด ทำหน้าที่ในการยึดและควบคุมตำแหน่งของเข็มหัวฉีดให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อให้เข็มสามารถเปิดหรือปิดช่องทางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างแม่นยำ

2.1.3.2 ถ้วยรองเข็มหัวฉีด มีหน้าที่สำคัญในการช่วยควบคุมการจ่ายน้ำมันให้กับเครื่องยนต์ ถ้วยรองเข็มหัวฉีดจะอยู่ในตำแหน่งที่รองรับเข็มหัวฉีดของหัวฉีด ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเปิด-ปิดการจ่ายน้ำมันดีเซลให้กับห้องเผาไหม้ตามความต้องการของเครื่องยนต์

2.1.3.3 เข็มหัวฉีด มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการจ่ายน้ำมันดีเซลให้กับห้องเผาไหม้ การควบคุมการฉีดน้ำมันเข็มหัวฉีดจะทำหน้าที่เปิด ปิดทางน้ำมันที่ไหลผ่านหัวฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำมันในระบบและสัญญาณจากระบบควบคุมเครื่องยนต์ เมื่อแรงดันน้ำมันสูงพอ เข็มจะยกขึ้นและน้ำมันจะถูกฉีดออกไปในรูปแบบละอองละเอียด เพื่อให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ เข็มหัวฉีดจะปรับตำแหน่งตามการควบคุมจากระบบเพื่อให้การจ่ายน้ำมันมี

ความแม่นยำตามสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น รอบเครื่องยนต์ โหลด และอุณหภูมิ การจ่ายน้ำมันที่เหมาะสมจะช่วยให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.3.4 บำรุงรักษากัดเข็มหัวฉีด ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับการเคลื่อนไหวของเข็มหัวฉีด หรือที่เรียกว่า ก้านกดหัวฉีด ซึ่งจะยกขึ้นหรือลงตามแรงดันน้ำมันหรือการควบคุมจากระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ โดยที่บำรุงจะต้องมีความแข็งแรงและแม่นยำเพื่อให้เข็มหัวฉีดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3.5 ก้านกดเข็มหัวฉีด มีหน้าที่หลักในการควบคุมการเปิด-ปิดของเข็มหัวฉีดในระบบการจ่ายน้ำมันของเครื่องยนต์ โดยจะทำงานร่วมกับปั๊มเชื้อเพลิงและการควบคุมอื่นๆ ภายในระบบหัวฉีดน้ำมัน เพื่อให้เครื่องยนต์ได้รับปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมในแต่ละจังหวะของการทำงาน ก้านกดเข็มหัวฉีด ควบคุมการเปิดและปิดของเข็มหัวฉีด ก้านกดเข็มจะทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เข็มหัวฉีดเปิดออกและปล่อยน้ำมันออกมาให้กับห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในเวลาที่เหมาะสม โดยจะมีการปรับระดับการเปิดของเข็มตามปริมาณน้ำมันที่ต้องการและความเร็วรอบเครื่องยนต์

2.1.3.6 สปริงแผ่นซึม ทำหน้าที่ในการกดเข็มหัวฉีดให้อยู่ในตำแหน่งปิด ไม่ปล่อยน้ำมัน จนกว่าแรงดันน้ำมันจากปั๊มเชื้อเพลิงจะเพียงพอที่จะทำให้เข็มหัวฉีดเปิดออก เมื่อแรงดันน้ำมันสูงถึงระดับที่กำหนด สปริงจะถูกดันให้เปิดเข็มหัวฉีดออกเพื่อปล่อยน้ำมันเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์

2.1.3.7 แหวนรองข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง ทำหน้าที่เป็นตัวปิดหรือซีลระหว่างข้อต่อที่น้ำมันไหลกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมัน โดยช่วยป้องกันการรั่วซึมของน้ำมันที่อาจเกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อที่ไม่สนิท หรือความเสียหายของข้อต่อ การทำงานที่ดีของแหวนรองจะช่วยให้ระบบน้ำมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่มีการสูญเสียน้ำมัน

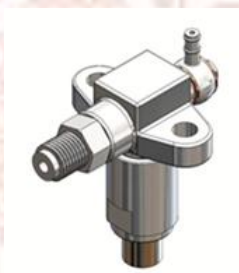
2.1.3.8 สกรูยึดข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง มีหน้าที่ในการยึดและตรึงข้อต่อที่ใช้เชื่อมต่อที่น้ำมันที่ไหลกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมันหรือถังเก็บน้ำมันยึดข้อต่อน้ำมันให้ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและมั่นคง ซึ่งทำให้ท่อที่เชื่อมต่อสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การยึดข้อต่อให้แน่นหนาจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการหลวมของข้อต่อที่อาจทำให้เกิดการรั่วซึมของน้ำมัน

2.1.3.9 ข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อที่น้ำมันที่ไหลกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมัน หรือถังเก็บน้ำมัน โดยส่วนใหญ่จะพบในเครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงในรูปแบบที่ต้องการหมุนเวียนน้ำมันไปกลับเพื่อรักษาความสมดุลของระดับน้ำมันและความดันในระบบน้ำมันการไหลของน้ำมันกลับถังข้อต่อชิ้นนี้จะทำให้การไหลของน้ำมันที่ผ่านเครื่องยนต์แล้ว หลังจากที่ถูกใช้ไปในกระบวนการเผาไหม้กลับไปถังน้ำมันเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนใหม่

2.1.3.10 แผ่นซึม ทำหน้าที่การควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลจะมีระบบหัวฉีดที่ใช้ในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงในห้องเผาไหม้ โดยที่การทำงานของหัวฉีดจะต้องมีการควบคุมความดันและปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งแผ่นซึมนี้จะมีบทบาทสำคัญในการปรับแต่งการทำงานของหัวฉีดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดแผ่นซึมหัวฉีดมักจะมีควมหนาหรือความบางที่แตกต่างกันไปตามการใช้งานและชนิดของเครื่องยนต์ เพื่อตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันในแต่ละเครื่องยนต์

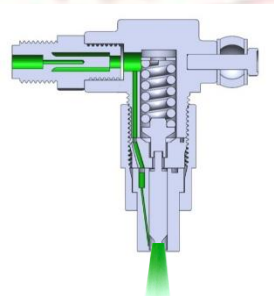
2.1.3.11 เรือนหัวฉีด หน้าที่หลักในการรองรับและปกป้องส่วนประกอบต่าง ๆ ของหัวฉีด รวมถึงการควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์รองรับและติดตั้งหัวฉีด เป็นที่ยึดติดสำหรับส่วนประกอบของหัวฉีด

2.1.4 การทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล โดยการทำงานของหัวฉีดมีขั้นตอนและการทำงานที่เฉพาะเจาะจงเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียพลังงานการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้



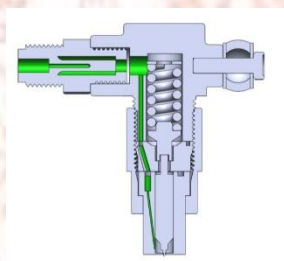
ภาพที่ 2-9 หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

2.1.4.1 การทำงานขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงการทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กมักจะมีขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไป เมื่อถึงจุดที่ลูกสูบขึ้นถึงจุดสูงสุด Top Dead Center: TDC ระบบหัวฉีดจะทำงาน โดยหัวฉีดน้ำมันจะฉีดน้ำมันดีเซลที่มีความดันสูงประมาณ 1000-2000 บาร์ เข้าไปในกระบอกสูบ



ภาพที่ 2-10 การทำงานของหัวฉีดขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

2.1.4.2 การทำงานของหัวฉีดขณะหยุดฉีดน้ำมันเครื่องยนต์ดีเซลควบคุมการจ่ายน้ำมันที่ทำงานโดยอัตโนมัติในการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบตามเงื่อนไขต่างๆ เช่น อัตราความเร็วรอบ และภาระการทำงานของเครื่องยนต์ เมื่อระบบควบคุมกลไกการสร้างแรงดันน้ำมันจะส่งน้ำมันไปยังหัวฉีดเพื่อส่งให้ฉีดน้ำมันหรือหยุดฉีดน้ำมัน ในบางกรณี เช่น เมื่อเครื่องยนต์ต้องการหยุดการเผาไหม้ชั่วคราว อาจเป็นในช่วงการปิดเครื่องยนต์หรือในช่วงที่ไม่มีภาระการทำงาน ระบบจะส่งน้ำมันไปยังหัวฉีดเพื่อหยุดการฉีดน้ำมัน การหยุดฉีดน้ำมันระบบภายในหัวฉีดจะปิดการไหลของน้ำมัน โดยปกติแล้วหัวฉีดจะทำงานผ่านการเปิด ปิดของ วาล์ว ภายในที่ควบคุมการไหลของน้ำมัน ในช่วงที่หยุดการฉีดน้ำมัน น้ำมันที่มีแรงดันจากปั๊มจะถูกหยุดไม่ให้ไหลไปที่หัวฉีด ซึ่งจะทำให้ไม่มีการพ่นน้ำมันลงในกระบอกสูบ



ภาพที่ 2-11 การทำงานของหัวฉีดขณะหยุดฉีดน้ำมัน

2.1.4.3 ขณะเครื่องยนต์เครื่องยนต์หยุดทำงานผลกระทบจากการหยุดฉีดน้ำมัน ไม่มีการเผาไหม้ เมื่อไม่มีการฉีดน้ำมัน น้ำมันที่เคยถูกฉีดเข้าไปจะไม่เผาไหม้ในกระบอกสูบ ซึ่งจะทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์หยุดลงเครื่องยนต์หยุดทำงาน หากการหยุดฉีดน้ำมันเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น การหยุดชั่วคราวหรือในขณะลดความเร็วรอบเครื่องยนต์ จะหยุดทำงานหรือมีการลดพลังงานอย่างมากการสตาร์ทใหม่ เมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงานอีกครั้ง ระบบจะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบใหม่ และการเผาไหม้จะเริ่มตื้นขึ้นอีกครั้ง

2.1.4.4 ขณะเครื่องยนต์เครื่องยนต์หยุดทำงานผลกระทบจากการหยุดฉีดน้ำมัน ไม่มีการเผาไหม้ เมื่อไม่มีการฉีดน้ำมัน น้ำมันที่เคยถูกฉีดเข้าไปจะไม่เผาไหม้ในกระบอกสูบ ซึ่งจะทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์หยุดลงเครื่องยนต์หยุดทำงาน หากการหยุดฉีดน้ำมันเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น การหยุดชั่วคราวหรือในขณะลดความเร็วรอบเครื่องยนต์ จะหยุดทำงานหรือมีการลดพลังงานอย่างมากการสตาร์ทใหม่ เมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงานอีกครั้ง ระบบจะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบใหม่ และการเผาไหม้จะเริ่มตื้นขึ้นอีกครั้ง

2.1.4.5 การป้องกันความเสียหายของหัวฉีดในบางกรณีที่เครื่องยนต์ต้องการหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็วหรือในระหว่างการทำงานที่มีภาระเบา ระบบจะมีการควบคุม

เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของน้ำมันหรือความร้อนที่สูงเกินไปในกระบอกสูบ ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดจากการทำงานที่ไม่สมบูรณ์

2.1.4.6 การตรวจสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลตรวจสอบสภาพของหัวฉีดสภาพของหัวฉีด ควรตรวจสอบหัวฉีดว่ามีคราบน้ำมันหรือฝุ่นจับอยู่หรือไม่ หากหัวฉีดมีการสึกหรอหรือเสียหาย อาจทำให้การฉีดน้ำมันไม่ดี การพ่นน้ำมันหากหัวฉีดมีการพ่นน้ำมันที่ไม่เป็นละออง หรือมีการรั่วซึม อาจทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

2.1.5 การทดสอบหัวฉีดเครื่องทดสอบหัวฉีดสามารถใช้เครื่องทดสอบหัวฉีดเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อทดสอบการทำงานของหัวฉีด โดยเครื่องทดสอบจะช่วยตรวจสอบความดันของน้ำมันที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีด ตามค่ามาตรฐานที่บริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด ซึ่งรุ่น ET 100 มีค่ามาตรฐานแรงดัน 120 kg/cm² การเพิ่มหรือลดความหนาแผ่นชิมขนาด 0.10 cm จะทำให้ค่าแรงดันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง 10 kg/cm² ค่ามาตรฐานแรงดันปลดปล่อยชุดเข็มหัวฉีดใช้ค่าแรงดัน 800 – 1,000 kg-cm



ภาพที่ 2-12 เครื่องทดสอบหัวฉีด

ที่มา : <https://technology2029.com/Diesel%20injector>

2.1.6 งานบริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลการให้บริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เล็กดีเซล เป็นกระบวนการที่สำคัญในการรักษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล หากหัวฉีดทำงานผิดปกติจะส่งผลให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น เครื่องยนต์สะดุด กินน้ำมันมากเกินไป หรือเครื่องยนต์ขาดกำลังควรตรวจสอบสัญญาณที่บ่งบอกว่าหัวฉีดอาจมีปัญหา

2.1.7 การถอดหัวฉีดออกถอดหัวฉีดออกจากเครื่องยนต์อย่างระมัดระวัง เพื่อลดความเสี่ยงในการเสียหายตรวจสอบสภาพของหัวฉีดเมื่อถอดออกมามีการสึกหรอหรือคราบสกปรกการ

ทำความสะอาดหัวฉีด การใช้สารทำความสะอาดหัวฉีดที่มีการอุดตันหรือคราบน้ำมันอาจทำให้การพ่นน้ำมันไม่สมบูรณ์ การทำความสะอาดสามารถทำได้โดยการใช้สารทำความสะอาดเฉพาะสำหรับหัวฉีด หรือการใช้เครื่องมือทำความสะอาดหัวฉีดที่มีระบบการฉีดน้ำมันสะอาดการใช้น้ำมันดีเซลสะอาดควรใช้น้ำมันดีเซลที่มีคุณภาพดีในการทดสอบและทำความสะอาด เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกในหัวฉีดอีก

2.1.8 การทดสอบหัวฉีดหลังทำความสะอาด เมื่อทำความสะอาดหัวฉีดแล้ว ควรทดสอบการทำงานของหัวฉีดด้วยเครื่องมือ ทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าหัวฉีดสามารถทำงานได้ตามปกติ ตรวจสอบว่าหัวฉีดพ่นน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียดและมีการจ่ายน้ำมันในปริมาณที่เหมาะสม การติดตั้งหัวฉีดใหม่หรือซ่อมแซมหัวฉีด หากหัวฉีดเสียหายหรือไม่สามารถทำความสะอาดได้ควรพิจารณาการเปลี่ยนหัวฉีดหากหัวฉีดยังสามารถใช้ได้หลังการทำความสะอาด ควรทำการติดตั้งกลับเข้าไปในเครื่องยนต์และตรวจสอบให้แน่ใจว่าหัวฉีดถูกติดตั้งอย่างถูกต้อง

2.1.9 การตั้งค่าหัวฉีดใหม่ หลังจากติดตั้งหัวฉีดใหม่หรือทำความสะอาดเสร็จแล้ว ควรตรวจสอบการตั้งค่าหัวฉีดโดยเฉพาะการตั้งค่าความดันน้ำมันให้เหมาะสม เพื่อให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด การทดสอบเครื่องยนต์หลังการบริการเมื่อทำการบริการหัวฉีดเสร็จแล้ว ควรทดสอบเครื่องยนต์เพื่อดูว่ามีการทำงานที่ดีขึ้น เช่น การขับเคลื่อนเครื่องยนต์ การเร่งเครื่อง การสังเกตการเกิดควันหรือเสียงผิดปกติ

2.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ 2-13 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR)

ที่มา : <https://mgronline.com/motoring/detail/9630000111194>

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR) คำว่า Augmented แปลว่า เพิ่มหรือเติม Reality แปลว่า ความจริง ความหมายรวมกันคือเทคโนโลยีการผสมผสานโลกเสมือนเพิ่มเข้าไปในโลกจริง เพื่อทำให้เกิดการกลมกลืนกันมากที่สุดจนไม่สามารถแยกออกได้ นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการได้เรียกชื่อไว้แตกต่างกัน ดังนี้

เทคโนโลยี AR ย่อมาจากคำว่า Augmented Reality สำหรับประเทศไทยพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ได้บัญญัติศัพท์คำว่า Augmented Reality เป็นภาษาไทยว่า “ความเป็นจริงเสริม” (สำนักงานราชบัณฑิตยสถาน, 2544)

Augmented Reality ได้ถูกนิยามขึ้นโดย Ronald (1997) ซึ่งเป็นผู้คิดค้นและทำงานกับ Augmented Reality ที่เป็นเทคโนโลยีผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนไว้ด้วยกัน โดยใช้วิธีการซ้อนภาพสองมิติหรือสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนให้อยู่บนภาพที่เห็นจริง สามารถตอบโต้ได้

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกันผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Webcam, computer, pattern, software และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556) ได้ให้ความหมายว่า Augmented Reality (AR) คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real world) เข้ากับการปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual world) โดยผ่านการเทคนิคการแสดงผลสามมิติจากกล้องเว็บแคม ทำให้เกิดการซ้อนทับระหว่างภาพในโลกแห่งความเป็นจริง กับภาพที่เกิดขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานของภาพที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดขึ้นจากการได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน

เกรียงไกร พลเสนธิ (2559) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) หรือ AR เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่ผสมผสานโลกของความจริง (Real world) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual world) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้แบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561, หน้า 195) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสริม (AR: Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่นำสื่อที่เคยเป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual world) เช่น

ภาพกราฟิก วีดีโอ รูปทรงสามมิติ และแอนิเมชัน ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบน มอนิเตอร์แสดงผล เป็นการผสมผสานระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้น

อัครเทพ อัครเดช (2563) ได้สรุปไว้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึงเทคโนโลยี ที่เป็นการนำเสนอภาพการจำลองภาพสองมิติ และสามมิติ สร้างเป็นภาพเคลื่อนไหว ออกแบบ สถานการณ์ให้เหมือนว่ามีวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นจริงบนสภาพแวดล้อมขณะนั้น และมี ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้อุปกรณ์ แสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ด้วยการ ผสมผสานโลกเสมือนเข้ากับโลกของความเป็นจริง

2.2.1 หลักการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

การทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ด้วย ฮาร์ดแวร์ เช่น กล้องถ่ายรูป เซ็นเซอร์ และ GPS จากนั้นข้อมูลจะถูกนำมาประมวลผลในส่วน ของซอฟต์แวร์ ในปัจจุบันยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่รองรับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น Eyeglasses เป็น การแสดงผลวัตถุเสมือนผ่านเลนส์ของแว่นตา หรือ Head-mounted ที่อยู่ในรูปแบบของหมวกนิรภัย

การพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันทีทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มี เสียงประกอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายใน ของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (พนิดา ตันศิริ, 2553) ได้แก่

2.2.1.1 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาด และ รูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker การวิเคราะห์ภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) Marker Based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน และ 2) Marker-less Based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาตำแหน่งเชิงสามมิติ (3D Pose) เพื่อนำไปใช้งาน

2.2.1.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิงสามมิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

2.2.1.3 กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็น การเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิงสามมิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

2.2.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) บนโทรศัพท์มือถือ

โทรศัพท์มือถือหรือสมาร์ทโฟน ถือเป็นจุดเปลี่ยนแนวคิดทางการตลาดของการ โฆษณา เพราะด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลหรือ ข่าวสารได้ทันที ปัจจุบันผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือหลีกเลี่ยงการใช้งานโทรศัพท์แบบ Smart Phone

ไม่ได้ เพราะแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือช่วยให้ชีวิตประจำวันสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น อาทิ การสนทนาผ่าน Message และ LINE การรับข้อมูลเร่งด่วน หลายแอปพลิเคชันใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อประโยชน์ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์การตลาด และเป็นแนวทางใหม่ที่ทำให้การขายสินค้ามีแนวโน้มที่ดีขึ้น ผู้บริโภคไม่ต้องเดินทางไปยังสถานที่ขายสินค้า ก็สามารถเลือกดูสินค้านั้น ๆ ผ่านโทรศัพท์มือถือได้ ทำให้การตัดสินใจในการใช้จ่ายสินค้าสะดวกมากขึ้น หรือสามารถเลือกซื้อสินค้าชิ้นนั้น ๆ ผ่านออนไลน์ได้ทันที บริษัทหลาย ๆ บริษัทเริ่มมีการพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อตรวจสอบความต้องการของลูกค้า จำลองสินค้าก่อนผลิต ถ้ามีผู้บริโภคต้องการและทำการสั่งซื้อสินค้าก็จะทำการผลิตสินค้าชิ้นนั้น ๆ ทำให้บริษัทผู้ผลิตลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพของโทรศัพท์มือถือที่รองรับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ IOS Android และ Windows Phone

2.2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR)
ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ากับชีวิตประจำวัน ดังนี้

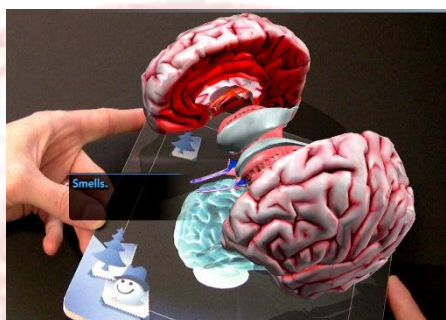
2.2.3.1 การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสร้างเครื่องบิน อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยบริษัท BMW ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาช่วยในการผลิต โดยให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่จะมีคำแนะนำและจำลองการทำงาน แสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนปฏิบัติจริงแบบสามมิติ การนำเสนอผลิตภัณฑ์ การอธิบายถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยเทคโนโลยีเสมือนจะจำลองข้อมูลให้ผู้ใช้ได้เห็นเหมือนใช้งานจริง เห็นภาพลักษณ์ของการใช้งาน ประโยชน์ของการใช้รถ BMW แต่ละรุ่น คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ที่จะได้จากการซื้อสินค้า เพื่อให้ผู้ใช้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องก่อนตัดสินใจซื้อ จำลองการขับขี่ทำให้ผู้ใช้เสมือนได้ขับรถคันนั้นจริง ทำให้ลูกค้ารู้สึกดี และมีแนวโน้มตัดสินใจซื้อสินค้านั้น ๆ



ภาพที่ 2-14 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในอุตสาหกรรม

ที่มา : https://www.google.com/search?sca_esv=88182c9360e229b5&sxsrf

2.2.3.2 การประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ การแพทย์เพิ่มความสมจริงในการรักษา และให้นักศึกษาแพทย์ได้ใช้เครื่องมือแพทย์ในการรักษาหรือผ่าตัดผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง ทำให้การผ่าตัดของนักศึกษาแพทย์มีความกล้า และได้ศึกษาขั้นตอนการผ่าเหมือนได้ทำการผ่าตัดจริง โดยมีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ามาใช้



ภาพที่ 2-15 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทางด้านการแพทย์
ที่มา : <https://sukunya055.wordpress.com>

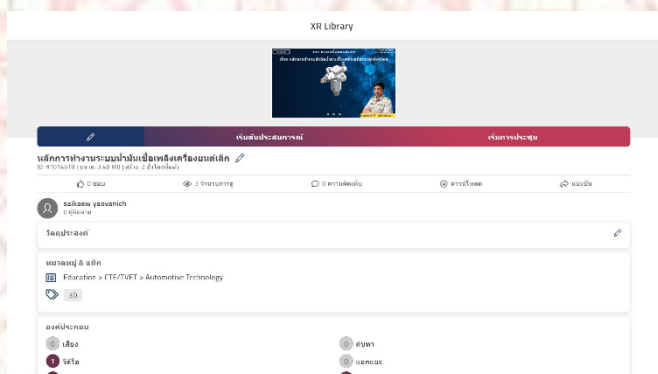
2.2.3.3 การประยุกต์ใช้ทางด้านการโฆษณา โทรศัพท์มือถือ Samsung นำเทคโนโลยี Mobile AR มาสร้างการรับรู้ เพื่อให้ลูกค้าได้ทราบถึงระบบปฏิบัติการใหม่บนมือถือ Samsung Wave และนำเสนอวิธีการใช้งานผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบสามมิติ โดยลูกค้าสามารถใช้เว็บแคม และเครื่องพิมพ์ประกอบกับซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่มีภายใต้ระบบปฏิบัติการ BADA ของ Samsung เรียกใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เพื่อใช้งานตามความต้องการ เทคโนโลยีของ Ford All New Focus นำเสนอข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือ สัมผัสประสบการณ์โฆษณา All New Focus แบบ Augmented Reality



ภาพที่ 2-16 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทางด้านการโฆษณา
ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/tech>

2.3 แอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี EON-XR Metaverse

แพลตฟอร์มแห่งการเรียนรู้บนโลกเสมือนจริง ที่ครอบคลุมการใช้งานสำหรับสถาบันด้าน การศึกษา อุตสาหกรรม ธุรกิจภาคเอกชน รวมถึงองค์กรภาครัฐที่ใช้สื่อ เข้ามามีบทบาทในการสร้าง สภาพแวดล้อมในโลกเสมือนจริง โดยใช้สื่อ VR และ AR โดยผ่านแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมาโดยมีชื่อ เรียกว่า EON-XR ซึ่งในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์ หรือที่เรียกว่า AI มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และความเชี่ยวชาญ ที่ สถาบันการศึกษาหรือองค์กรต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ต่อยอด โดยผ่านสื่อ AR และ VR ซึ่งช่วยให้การ ทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือน การนำเสนองานที่มีความละเอียดและมีความ เข้าใจง่ายขึ้น จะช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนการสอนให้กับครูผู้สอน และการฝึกอบรม EON-XR จึงเป็นแพลตฟอร์มที่จะช่วยถ่ายทอดทักษะ ความรู้ และความเชี่ยวชาญ แก่คนรุ่นหลังได้อย่างสะดวก และเข้าใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2-17 แพลตฟอร์ม EON-XR สร้างสื่อการเรียนรู้บนโลกความเป็นจริงเสริม

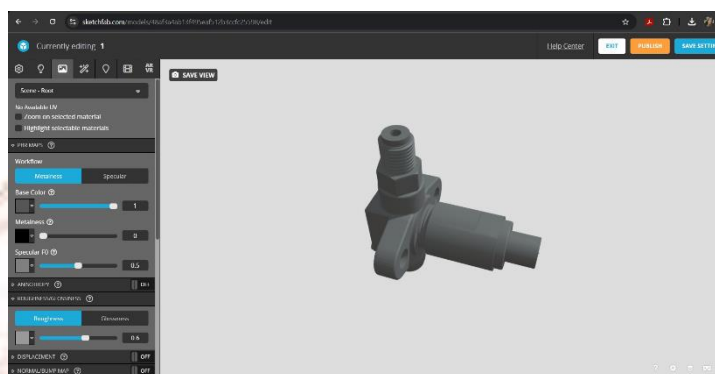
2.3.1 การสแกนและการคัดลอก

ด้วยแพลตฟอร์มของ EON-XR สามารถสร้างสื่อการเรียนรู้ที่มีความทันสมัยและ รวดเร็ว สร้างสื่อการเรียนการสอนที่ง่ายเพิ่มมากยิ่งขึ้น มีความเสมือนจริงด้วยตัวแพลตฟอร์ม สามารถ รองรับการสแกนชิ้นงานจริงด้วยการใช้สมาร์ทโฟนหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ขึ้นมาถ่ายภาพ โดยสแกนให้ รอบชิ้นงานจริงและอัปโหลดผ่านแพลตฟอร์ม EON Merged XR

2.3.2 ประโยชน์ของแพลตฟอร์ม EON-XR

แพลตฟอร์มของ EON-XR มี Library ของ AR VR และ 3D สำเร็จรูป ซึ่งช่วยให้ ผู้ใช้งานสามารถสร้างสรรค์บทเรียนได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และง่ายขึ้น ครอบคลุมทุกกลุ่มการเรียนรู้ เพื่อการศึกษาและใช้ในองค์กร ซึ่งผู้ใช้งานสามารถนำภาพ 3D หรือภาพ 360 องศา อัปโหลดใช้งาน ร่วมกันได้โดยผ่านแพลตฟอร์ม EON Reality นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกเสียงบรรยาย เพิ่มคลิป วิดีโอ หรือตั้งค่า interactive ต่าง ๆ เพื่อความน่าสนใจ และเมื่อผู้ใช้งานสร้างสรรค์บทเรียนเสร็จสิ้น

สามารถเผยแพร่บทเรียนนั้นให้กับผู้เรียนหรือผู้เข้าอบรมได้ทันที และยังสามารถติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้



ภาพที่ 2-18 อัปโหลดภาพ 3D หรือภาพ 360 องศา โดยใช้งานผ่านแพลตฟอร์ม EON Reality

2.3.3 การรองรับอุปกรณ์และระบบปฏิบัติการ

ด้วยแพลตฟอร์มของ EON-XR ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมในรูปแบบเดิม ๆ ให้มีความน่าสนใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น จึงสามารถใช้งานได้ครอบคลุมทุกอุปกรณ์ โดยผ่านอุปกรณ์ที่มีความทันสมัย คือสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการ iOS Android คอมพิวเตอร์ รวมไปถึงอุปกรณ์ที่สามารถรองรับเทคโนโลยี AR และ VR อย่าง Oculus และ Magic leap เป็นต้น



ภาพที่ 2-19 ระบบปฏิบัติการของแพลตฟอร์ม EON - XR

ดังนั้น สรุปได้ว่าแพลตฟอร์ม EON-XR สามารถสร้างสื่อการเรียนรู้ที่มีความทันสมัย และถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบสื่อ AR VR และ XR เข้ารวมด้วยกัน เพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่ายและโต้ตอบกลับได้ สามารถเข้าเรียนเนื้อหาและศึกษาผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟนได้ด้วยตนเอง เรียนรู้ได้ทุกที่ตามความสนใจของตนเอง มองเห็นภาพผ่านโลกความเป็นจริงเสริม ด้วยแพลตฟอร์ม EON-XR ด้วยประสิทธิภาพของสื่อ

2.4 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้

ความสำคัญของสื่อการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองของผู้เรียน โดยเฉพาะในยุคที่เต็มไปด้วยข้อมูล ข่าวสาร และเทคโนโลยี การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะและศักยภาพในการคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ญาณ และการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในชีวิตประจำวัน สื่อการเรียนรู้ในความหมายของข้อความนี้ รวมถึงทุกสิ่งที่มีอยู่รอบตัวผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นคน สัตว์ สิ่งของ ธรรมชาติ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งทั้งหมดสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ การใช้สื่อเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการค้นคว้าและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในทุกๆ ช่วงชีวิตของผู้เรียน การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตลอดชีวิต จะช่วยให้พวกเขามีความพร้อมที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงและสามารถปรับตัวกับความรู้ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.1 หน้าที่ของสื่อการเรียนรู้

2.4.1.1 ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน โดยทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ตลอดจนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ผ่านสื่อที่มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับการเรียนการสอน

2.4.1.2 เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ให้กับผู้เรียน โดยการให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง เช่น การดูภาพยนตร์ การเล่นเกม การศึกษาหรือการทดลองในห้องปฏิบัติการ ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4.1.3 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง สื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาครูหรือผู้สอนตลอดเวลา ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อเช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ หรือโปรแกรมการเรียนการสอนออนไลน์

2.4.1.4 เพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิตการใช้สื่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากสื่อเหล่านี้สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องใหม่และพัฒนาทักษะต่างๆ อย่างต่อเนื่อง

2.4.1.5 พัฒนาทักษะในการคิดและการตัดสินใจสื่อการเรียนรู้ช่วยพัฒนาทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการตัดสินใจ เนื่องจากสื่อหลายประเภทเช่น วิดีโอ กิจกรรมกลุ่ม จะช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลในการตัดสินใจ

2.4.1.6 เสริมสร้างการมีส่วนร่วมและการทำงานร่วมกันการใช้สื่อการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างมากขึ้นทั้งในกิจกรรมกลุ่ม การอภิปรายหรือการทำงานร่วมกันผ่านสื่อที่มีลักษณะเป็นอินเทอร์เน็ตแอกทีฟ เช่น เกมการศึกษา การทำโปรเจกต์หรือการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน

2.4.1.7 ส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะที่หลากหลายและยืดหยุ่นสื่อการเรียนรู้ช่วยให้การเรียนการสอนมีความหลากหลายและยืดหยุ่น โดยผู้เรียนสามารถเลือกใช้สื่อที่ตรงกับความสนใจหรือรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตัวเองได้ เช่น การเรียนผ่านวิดีโอ การใช้ภาพหรือการอ่านเอกสาร เป็นต้น

2.4.1.8 สนับสนุนการเรียนรู้ในทุกระดับการศึกษาสื่อการเรียนรู้สามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกระดับตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมหาวิทยาลัยหรือแม้กระทั่งผู้เรียนที่ศึกษาด้วยตนเอง ผ่านการใช้สื่อที่เหมาะสมกับระดับความสามารถและอายุของผู้เรียน

2.4.1.9 ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความสุขและสร้างสรรค์การใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีลักษณะสนุกสนานและสร้างสรรค์เช่น เกมการศึกษา การสร้างสื่อดิจิทัล หรือการใช้เทคโนโลยีสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสุขและสนุกสนานในการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและยาวนาน

2.4.2.0 ช่วยสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนสื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนหรือยากได้ง่ายขึ้น ผ่านการใช้สื่อภาพกราฟ แผนภูมิหรือการสาธิตต่างๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพรวมของข้อมูลและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.4.3 ประเภทของสื่อการเรียนรู้

2.4.3.1 สื่อประเภทข้อความประกอบด้วยหนังสือ บทความ เอกสารประกอบการเรียน การบรรยายทางวิชาการ และข้อความที่ใช้ในการอธิบายเนื้อหา

2.4.3.2 สื่อประเภทภาพใช้ภาพถ่าย ภาพวาด แผนภาพ กราฟ หรืออินโฟกราฟิกในการถ่ายทอดข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของเนื้อหาหรืออธิบายข้อมูลเชิงลึกในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ภาพแผนที่แผน ภาพการไหลของกระบวนการกราฟ หรือแผนภูมิประโยชน์ช่วยให้การเรียนรู้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะสำหรับเนื้อหาที่ซับซ้อน สามารถใช้ในการอธิบายแนวคิดหรือกระบวนการที่ยากให้เข้าใจง่าย

2.4.3.3 สื่อประเภทเสียงใช้เสียงในการสื่อสารและถ่ายทอดข้อมูล เช่น การบรรยายผ่านวิทยุ การบันทึกเสียง หรือพอดแคสต์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จาก การฟังพอดแคสต์การศึกษา การบรรยายเสียง เพลงหรือเสียงในการเรียนการสอนประโยชน์เหมาะสำหรับการเรียนรู้ที่สามารถทำได้ในขณะเดินทางหรือในช่วงเวลาที่ไม่สามารถดูภาพได้ เช่น การฟังเนื้อหาหรือบทเรียนในระหว่างการเดินทาง

2.4.3.4 สื่อประเภทภาพเคลื่อนไหว สื่อที่ใช้ภาพเคลื่อนไหวเช่น วิดีโอหรือการ์ตูนอนิเมชัน โดยเนื้อหาจะถ่ายทอดผ่านภาพเคลื่อนไหวและเสียงเพื่อให้ผู้เรียนเห็นการสาธิตหรือกิจกรรมในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย การ์ตูนหรืออนิเมชันสารคดีการศึกษาหรือภาพยนตร์ที่ให้ความรู้

ประโยชน์ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาหรือกระบวนการที่ยากต่อการอธิบายด้วยคำพูด หรือการดูตัวอย่างการทำงานจริงในสถานการณ์ต่าง

2.4.3.5 สื่อประเภทการโต้ตอบ สื่อที่ให้ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมหรือโต้ตอบได้ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เกมการศึกษา หรือแอปพลิเคชันที่ให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะหรือทำแบบฝึกหัด เกมการศึกษา โปรแกรมจำลอง แอปพลิเคชันการเรียนรู้ ประโยชน์เสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และช่วยในการเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับสื่อได้โดยตรง

2.4.3.6 สื่อประเภทการศึกษาออนไลน์ เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น คอร์สออนไลน์ วิดีโอการสอนจากแพลตฟอร์มต่างๆ หรือเว็บล็อกการศึกษา โดยผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา คอร์สออนไลน์ วิดีโอการสอนจาก YouTube หรือเว็บไซต์การศึกษา เอกสารหรือบทเรียนในรูปแบบดิจิทัล ประโยชน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสะดวก สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลทั่วโลก

2.4.3.7 สื่อประเภทวัสดุช่วยการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการเสริมทักษะการเรียนรู้เช่น แบบฝึกหัด คำถามทบทวน เครื่องมือการศึกษาอื่นที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะแบบฝึกหัด การ์ดคำถาม เครื่องมือการทดสอบหรือการวัดความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะหรือทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนรู้ได้ดีขึ้นผ่านการทดสอบหรือแบบฝึกหัด

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2557) ได้กล่าวถึงเกณฑ์มาตรฐานของการประเมินประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ดังนี้ ตัวแรก คือคะแนนรวมของการทำแบบฝึกหัดในระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ตัวหลัง คือคะแนนรวมของการทำข้อสอบหลังการเรียนรู้ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ซึ่งได้เสนอแนวคิดในการหาประสิทธิภาพกระบวนการต่อประสิทธิภาพผลลัพธ์ไว้ว่าประสิทธิภาพกระบวนการ ได้มาจากคะแนนแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนทำถูกต้องในระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม ประสิทธิภาพผลลัพธ์ได้มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนทำได้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนในกรณีที่ใช้การสอนหลายครั้ง มีการวัดผลผู้เรียนในระหว่างเรียนหลายครั้งโดยเทียบกับเกณฑ์ ที่ใช้ 80/80 ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดมีความหมายดังต่อไปนี้ 80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งเกิดจากการนำคะแนนที่สอบได้ระหว่างดำเนินการมาหาค่าเฉลี่ยและเทียบเป็นค่าร้อยละ ซึ่งผลคะแนนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และค่าตัวเลข 80 ตัวหลังเป็นประสิทธิภาพของผลโดยภาพรวม เกิดจากการนำคะแนนจากการวัดโดยภาพรวมหรือเมื่อสิ้นสุดการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ผลคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 เช่นงานวิจัยเรื่อง โครงการอาชีพเห็ดสวรรค์ สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ซึ่งหมายถึงเกณฑ์การพิจารณาผลการเรียน การสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น โดย 80 ตัวแรก (กระบวนการระหว่างเรียน) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และ 80 ตัวหลัง (ผลโดยภาพรวม) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

เกริก ท่วมกลาง (2555) ได้กล่าวไว้ว่า การตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้ โดยทั่วไปมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การทดลองแบบ 1:1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการใช้ นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างละเอียดจากการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน และนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์
- 2) การทดลองกลุ่มเล็ก คือการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 5 - 10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นหรือพัฒนาขึ้น และนำผลการทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง
- 3) การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนตั้งแต่ 20 - 30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คือระดับ ความรู้ความสามารถ หรือพฤติกรรมลักษณะทางจิตใจที่เป็นผลจากการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือคุณภาพของความรู้ ความสามารถ พฤติกรรม หรือลักษณะทางจิตใจ ถ้าเปลี่ยนไปในทิศทางที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร หรือจากการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดขึ้น นอกจากนี้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปมักใช้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของผู้เรียนตาม เป้าหมายที่กำหนด ทำให้ผู้สอนได้ทราบพัฒนาการเรียนรู้ ความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในระดับใด ถึงมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือยัง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความรู้ ความสามารถก่อนได้รับการพัฒนาแล้วมีความแตกต่างกันหรือไม่

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือแบบทดสอบ ที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตาม จุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอนนั้น

รสนภา ราสุ (2559) ได้กล่าวไว้ว่า ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคลซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องจากได้รับประสบการณ์โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนและสามารถประเมินหรือวัดได้จากการทดสอบ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการทดสอบวัดความรู้และประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนด ทำให้ผู้สอนได้ทราบการพัฒนาการเรียนรู้ความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใด ถึงมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือไม่ ในการสร้างบทเรียนผ่านเว็บด้วย Google Site เรื่องโครงการอาชีพเห็ดสวรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.6.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

1) จำแนกตามผู้สร้าง ออกเป็น 2 ประเภท

ก) แบบทดสอบมาตรฐานสร้างขึ้นโดยหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เช่น สำนักทดสอบทางการศึกษา (สทศ.) หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบจะออกข้อสอบที่มีเนื้อหาสาระที่กว้างสามารถใช้ได้กับหลายสถาบัน และโดยทั่วไปจะมีการบริการดำเนินการจัดสอบแปลผลเปรียบเทียบและรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

ข) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้เองมีลักษณะครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรสถานศึกษา การตรวจให้คะแนนจึงมักจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนตั้งไว้ หรือเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันเท่านั้น

2) จำแนกตามการใช้ มี 4 ประเภท ได้แก่

ก) แบบทดสอบความพร้อมเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดพื้นฐานความรู้หรือทักษะจำเป็นต่อการเรียนรู้วิชา บทเรียน และหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ผู้สอนจะได้ปูพื้นฐานหรือทบทวนพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้

ข) แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดอ่อน จุดแข็ง หรือวินิจฉัยปัญหาของผู้สอบ เพื่อระบุปัญหาของผู้สอบ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนและนำมาเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริม

ค) แบบทดสอบสมรรถภาพ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานหรือตัวชี้วัดหรือไม่ เป็นเครื่องบ่งชี้ระดับความสามารถ มักใช้สำหรับการสอบคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบ TOEFL, TOEIC, CU-TEP หรือการสอบใบขับขี่รถยนต์ เป็นต้น

ง) แบบทดสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป ของนักเรียนนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะเพื่อทดสอบความรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาค เป็นต้น

3) จำแนกตามการแปลผล มี 2 ประเภท ได้แก่

ก) แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ความสามารถของผู้สอบ มักถูกใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความรู้ความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เข้าสอบ คะแนนสอบจึงนำไปใช้ในการแปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน

ข) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง มักถูกสร้างให้ครอบคลุมทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้ที่อยากให้เกิดแก่ผู้เรียน คะแนนสอบจึงมีการแปลผลเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

4) จำแนกตามรูปแบบการตอบ มี 2 ประเภท ได้แก่

ก) แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ ได้แก่ การเขียนความเรียงแบบปลายเปิด ความเรียงแบบปลายปิด การตอบสั้น ๆ การเติมคำ

ข) แบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ได้แก่ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบหลายตัวเลือก ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่ง que ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ดังนี้ คือความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก) แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก-ผิด (True-false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

ข) แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบไม่จำกัดคำตอบหรือตอบอย่างเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหาและมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford achievement test และ the Metropolitan Achievement tests เป็นต้น

2.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า คือกระบวนการกำหนดตัวเลขให้แก่สิ่งต่าง ๆ อย่างมีกฎเกณฑ์ การวัดจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ จุดมุ่งหมายของการวัด เครื่องมือที่ใช้วัด การแปลผลและการนำไปใช้ ส่วนการประเมินผล คือกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐาน การประเมินผลจึงเป็นเรื่องเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ การประเมินสิ่งใดก็ตาม จะต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ผลจากการวัด เกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการตัดสินคุณค่า

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา แบบทดสอบที่จะสร้างหรือพัฒนา อาจมุ่งใช้กับประชากรเป้าหมายที่อยู่ในระดับการศึกษา ระดับชั้น วิชา และสถานที่ต่าง ๆ เช่น ด้านระดับการศึกษาอาจเป็นระดับอุดมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับประถมศึกษา เป็นต้น วิชาอาจเป็นสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย และคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สถานที่อาจเป็นภาคใดภาคหนึ่ง เขตการศึกษาหนึ่งจังหวัดหนึ่ง หรือแม้กระทั่งโรงเรียนใดโรงเรียนหนึ่งในด้านวิชาอาจสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดครอบคลุมหลักสูตรทั้งหมดของวิชานั้น หรือเลือกวัดในเนื้อหา (หรือจุดประสงค์) เพียงบางส่วน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจำแนกเป็น 3 แบบ คือ แบบอิงเกณฑ์ แบบอิงโดเมน และแบบวินิจัย ดังนี้

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2) แบบทดสอบอิงโดเมน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ตามแนวการเรียนเพื่อรอบรู้ในการเขียนข้อสอบจะต้องกำหนดกลุ่มพฤติกรรมใหญ่และกลุ่มพฤติกรรมย่อย และเขียนข้อสอบตามกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

3) แบบทดสอบวินิจัย เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง จุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อที่จะได้หาทางแก้ไขได้ตรงจุดยิ่งขึ้น อันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนบรรลุจุดประสงค์ในการเรียน หรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนผู้อื่น

2.6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ สรุปลงเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดประเมินผล สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ

- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 - 3) กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างมีประสิทธิภาพ
 - 4) กำหนดจำนวนข้อสอบตามเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบ และกำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบ
 - 5) สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างข้อสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดประเมินผล
 - 6) ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง จากแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สรุปขั้นตอนได้ ดังนี้
 - ก) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา โดยการทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบ
 - ข) กำหนดข้อคำถามและวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพต่าง ๆ มาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ
 - ค) เขียนข้อสอบ ผู้รายงานได้ลงมือเขียนข้อสอบโดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อของเนื้อหาและจำนวน 45 ข้อ เพื่อการหาคุณภาพและเลือก ไว้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ข้อ และตรวจทานความถูกต้องของข้อทดสอบ
 - ง) นำข้อทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องแต่ละข้อว่าวัดได้ตรงเนื้อหาและจุดประสงค์ที่ระบุไว้
 - จ) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองไปใช้โดยมีคำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบอย่างละเอียดชัดเจนและวางรูปแบบให้เหมาะสม
 - ฉ) นำไปทดลองใช้วิเคราะห์หาคุณภาพ ปรับปรุงก่อนพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลที่ได้มาจากการเรียนรู้ การทำกิจกรรมต่าง ๆ แล้วสะสมความรู้ความเข้าใจออกมาในรูปแบบของการปฏิบัติกิจกรรมการตอบคำถาม หรือการทำแบบทดสอบเพื่อวัดความสำเร็จ ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เป็นการประเมินความรู้และความสามารถของผู้เรียนซึ่งรูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้มีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีจุดประสงค์และวิธีที่แตกต่างกัน
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2550) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกัน ดังนี้
- 1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้าและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3) กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ผู้ออกข้อสอบจะต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้ข้อสอบแบบใดให้เหมาะสมกับนักเรียน

4) เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบจะต้องออกให้สอดคล้องกับตารางหลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5) ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชาในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบและทำการจัดพิมพ์ในรูปแบบที่เหมาะสม

7) ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้จริง แล้วนำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหากพบว่า ข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพอาจต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น และจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2.6.4 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2553) ได้แบ่งเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด บกพร่องตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริมหรือดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2) แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นซึ่งสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราการพัฒนาของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือ ดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าอย่างไรและมีมาตรฐานในการแปลคะแนนอีกด้วย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพัฒน์ บุญอยู่ (2559) ได้วิจัยเรื่อง สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง และการหาประสิทธิภาพจากการสร้างคู่มือการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 1 คน และนักศึกษาที่เรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 45 คน จากวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง วิธีดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงและกำหนดขั้นตอนที่ใช้ในการจัดทำคู่มือเพื่อให้ได้ตามต้องการแล้วนำสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นมาใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังการเรียนการสอน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจและให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ผลการวิจัยพบว่า จากการที่ได้นำสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดพบว่า ครูผู้สอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55) และคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ได้เรียนโดยใช้สื่อการสอน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55)

Acosta et al. (2019) ออกแบบแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมที่ช่วยสร้างแรงบันดาลใจในการศึกษาและการฝึกอบรมสายอาชีพในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำสื่อให้กับผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยหนังสือ เอกสาร และกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยการใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม ซึ่งจากการทดลองพบว่า แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถช่วยสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนสูงขึ้น สร้างแรงบันดาลใจในการเรียนในรายวิชาให้กับผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น

Buditjahjanto, I. G. P. A., and Irfansyah, J. (2023) ใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น เมื่อดูจากระดับความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยการสร้างแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม มาทดลองใช้กับผู้เรียนโดยการแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยสื่อ power point และกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยการใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่า การเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดูจากระดับความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ส่งผล

ต่อการเรียนรู้ด้านการรับรู้ ผลการเรียนรู้ทางปัญญาของนักเรียนที่ใช้สื่อความเป็นจริงเสริม สูงกว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้สื่อ power point

Kwon et al. (2023) ได้ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานในเรื่องระบบเบรกรถไฟให้สูงขึ้น โดยใช้แอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม ภาพ 3 มิติ แผนภาพวงจร 2 มิติ และแบบจำลอง 3 มิติ โดยนำแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม มาทดลองใช้กับช่างซ่อมบำรุงระบบเบรกรถไฟ โดยการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ปฏิบัติงานซ่อมบำรุงด้วยคู่มือ และกลุ่มที่ปฏิบัติงานร่วมกับการใช้สื่อความเป็นจริงเสริม ผลปรากฏว่าการปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุงที่ใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมได้ช่วยให้การทำงานของพนักงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้นลดความซับซ้อนในการทำงาน สามารถช่วยให้การปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุงทำงานได้เร็วขึ้นกว่าการปฏิบัติงานที่ศึกษาด้วยคู่มือ



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เป็น การวิจัยที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้จากรายวิชางานเครื่องยนต์เล็ก เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการ ปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและวางแผนวิธีการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดในการ ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 กลุ่มทดลอง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ

3.1 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย คือ เป็นนักเรียนกำลังศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคามที่เรียนในรายวิชางานเครื่องยนต์เล็ก จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนกำลังศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

- 1) สื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วย เทคโนโลยีความจริงเสริม
- 2) แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่องหลักการทำงานหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

3.2.1 สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนกำลังศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ โดยได้ทำการออกแบบเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำวิจัย โดยเอกสารจะประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด สื่อการเรียนรู้ ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะของนักเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล โดยใช้เทคโนโลยี EON-XR เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ที่ใช้สอนในเนื้อหาภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีพุทธศักราช 2563 รายวิชางานงานเครื่องยนต์เล็ก และศึกษาเนื้อหาที่สอน วัตถุประสงค์ วิธีการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การเขียนแบบชิ้นงาน จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และบทความ ศึกษาจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2) วางแผนกระบวนการสร้างสื่อ รวบรวมข้อมูลและเนื้อหา เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และบทความ ออกแบบศึกษาและทดลองใช้แพลตฟอร์ม AR ทดลองใช้ นำสื่อไปใช้งาน โดยมีกระบวนการดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 กระบวนการวางแผนสร้างสื่อ

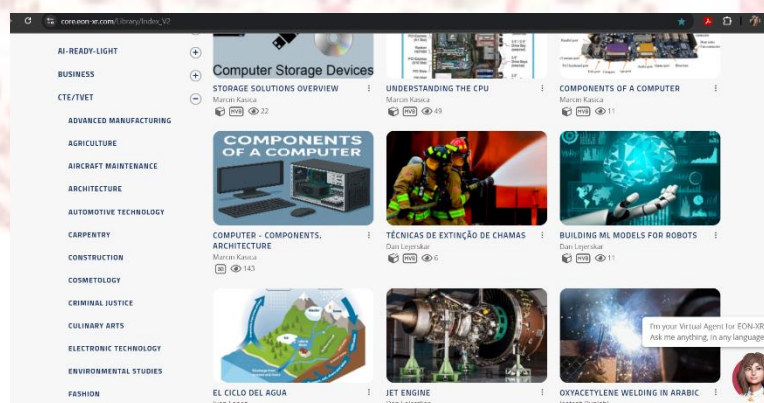
3) ดำเนินการเขียนแบบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยโปรแกรมเขียนแบบ SolidWorks ให้เห็นส่วนประกอบชิ้นส่วนภายใน กระบวนการทำงานของหัวฉีด เพื่อนำไปสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

4) ศึกษาแพลตฟอร์มเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ง่ายไม่ซับซ้อน ออกแบบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ทดลองใช้แพลตฟอร์มโดยให้นักเรียนทดลองใช้งานปรับปรุงแก้ไข

5) ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ ด้านการใช้ประโยชน์ของสื่อการเรียนรู้ และด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ก่อนสร้างลงในแพลตฟอร์ม EON-XR

6) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ที่ผ่านการปรึกษาและตรวจสอบ มาปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำให้สมบูรณ์พร้อมใช้งาน

7) เข้าเว็บไซต์ <https://www.EON-XR.com> และสมัครสมาชิกเพื่อลงทะเบียน เมื่อทำการ Login เข้าใช้งานแล้ว จะพบหน้าจอที่แสดงรายการ เมนูบัญชีผู้ใช้งาน เมนูฟังก์ชันการทำงานส่วนต่าง ๆ ซึ่งแพลตฟอร์ม EON-XR สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ IOS และระบบ Android เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถสร้างสื่อการเรียนรู้แบบแอนิเมชันได้เสมือนจริง สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาการเรียนการสอนได้



ภาพที่ 3-2 แพลตฟอร์ม EON-XR ที่นำมาสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

8) เข้าเว็บไซต์ <https://www.EON-XR> ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างชิ้นงานหรือโมเดล เพื่อนำมาสร้างเป็นสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นเสริม ใช้โปรแกรมสำหรับการออกแบบที่มีชื่อว่า Blender เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างชิ้นงานหรือโมเดลที่รองรับไฟล์นามสกุลหลายชนิด เช่น OBJ, GLTF, USDZ และ GLB เป็นต้น ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีความสอดคล้องกับแพลตฟอร์ม EON-XR ที่รองรับไฟล์ คือนามสกุล GLB ซึ่งสามารถนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นที่เป็นไฟล์นามสกุล GLB นำไปโหลดผ่านแพลตฟอร์มที่มีชื่อว่า Sketchfab ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่อัปโหลดชิ้นงานที่สร้างขึ้น เพื่อเข้าใน Library ของแพลตฟอร์ม EON-XR จึงสามารถสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นเสริมได้



ภาพที่ 3-3 แพลตฟอร์ม Sketchfab ที่อัปโหลดไฟล์ชิ้นงานเข้า Library EON-XR

9) เมื่ออัปโหลดไฟล์ชิ้นงานผ่านแพลตฟอร์ม Sketchfab แล้ว สามารถค้นหาชิ้นงานผ่านการ Login ที่ได้สมัครและลงทะเบียนไว้ ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้และเพิ่มข้อมูลภาพ 2 มิติ 3 มิติ ใบเนื้อหา ใบงาน แบบฝึกหัด และวีดีโอ



ภาพที่ 3-4 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

10) โปรแกรมที่ใช้สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ Solid Work, Power Point และ Blander

11) โปรแกรมออนไลน์ที่มีส่วนช่วยในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา คือ Google Form และ Google Sheet

12) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล สอบถามอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำ

13) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขอย่างสมบูรณ์แล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพในแต่ละด้านต่อไป

การหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับนักศึกษา 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงสาระกิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับนักศึกษา 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 70/70

3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับนักศึกษาทั้งชั้นเรียน ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพ ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนรู้จาก กระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมา คำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและ แบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักศึกษาต่างกลุ่ม อาจ ทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบ ประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ขั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตร วิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สามารถหาค่า E_1/E_2 ได้ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum x$	คือ	คะแนนรวมของแบบทดสอบหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
A	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
N	คือ	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
B	คือ	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย
N	คือ	จำนวนผู้เรียน

3.2.1.2 แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม มี ขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาเนื้อหารายละเอียดของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อกำหนดประเด็นการตั้งข้อคำถาม

2) ศึกษาการเขียนข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคือข้อคำถามเกี่ยวกับ สื่อการเรียนรู้ วัสดุ-อุปกรณ์ และบุคลากร ส่วนที่สองคือแบบสอบถาม โดยให้แสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3) สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุม โดยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ ได้แก่ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

5 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความหมาย โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบสอบถามความคิดเห็น มีรายนามผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1) นายสุระพงษ์ แสนบุญรัตน์ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 2) นายมนัส ปักเขมยะ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 3) นายสุรเชษฐ์ จันทร์จาง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายสัญญา ชันทอง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5) นายวีระยุทธ วิพัฒน์ครุฑ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |

4) จัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.2.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสาร เนื้อหา ตำรา และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อเรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อสร้างข้อสอบได้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ที่สร้างขึ้น ตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ทั้งค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (ล้วน อังคณา. 2538) โดยผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 5 ท่าน นำผลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีรายนามผู้เชี่ยวชาญ ดังต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1) นายสุระพงษ์ แสนบุญรัตน์ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 2) นายมนัส ปักเขมยะ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 3) นายสุรเชษฐ์ จันทร์จำนง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายสัญญา ชันทอง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |

สูตรค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

R_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง (เก่ง) ที่ตอบข้อนั้น ๆ

R_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ (อ่อน) ที่ตอบถูก

N คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

หมายเหตุ : ผลการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก (r) ที่นำมาใช้ ควรมีค่ามากกว่า 0.20

7) ได้คะแนนที่วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแล้ว นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์และคัดเลือกหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมด โดยใช้วิธีการของ (kuder – Richardson) KR-20 ดังนี้ (Ebel, R.L. and Frisbie. 1986)

$$r_{KR-20} = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[\frac{1 - \sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{KR-20} คือ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งหมด

K คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

P คือ อัตราส่วนของผู้ตอบถูก

q คือ อัตราส่วนของผู้ตอบผิด

หมายเหตุ : โดยเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบที่นำมาใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ควรมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานงานเครื่องยนต์เล็ก โดยดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.1 การดำเนินการและเก็บผลการทดลองงานวิจัยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

3.3.1.1 ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยจากภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.3.1.2 นำหนังสือเชิญขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้อำนวยการวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

3.3.1.3 ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตใช้สถานที่บุคลากร และวัสดุอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

3.3.1.4 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

3.3.1.5 ปรับปรุง แก้ไข และจัดทำชุดสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ฉบับสมบูรณ์

3.3.1.6 นำสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง โดยมีนักเรียนจำนวน 20 คน เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เน้นทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน และปรึกษาเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติร่วมกัน แล้วทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบ และจากการวัดด้านทักษะการปฏิบัติงานตามโจทย์ที่ครูผู้สอนกำหนด โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบตรวจสอบรายการให้นักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน โดยแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 10 คน ได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม จากนั้นครูผู้สอนดำเนินการสอนโดยการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนโดยการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการบรรยายถึงความสำคัญของเรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล จากนั้นทำการชี้แจงรายละเอียดของเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้ ตามหน่วยการเรียนรู้ที่จะต้องดำเนินการกิจกรรม จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องใช้สมาร์ตโฟนดาวน์โหลดแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า EON-XR และสมัครเข้าใช้งาน เมื่อนักเรียนสมัครเข้าใช้งานเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนจะทำการส่งคิวอาร์โค้ดสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลด้วยตนเองและปฏิบัติตามวิธีการดำเนินงานของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นดำเนินการทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎี เป็นแบบทดสอบปรนัย จากนั้นจึงดำเนินการทดสอบภาคปฏิบัติโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ดังนั้นจึงได้รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนและการดำเนินงานดังภาพที่ 3-5 ถึง 3-7



ภาพที่ 3-5 ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน

จากภาพที่ 3.5 ครูผู้สอนทำการชี้แจงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนได้ทราบถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่นักศึกษาจะต้องเรียนรู้และปฏิบัติงาน



ภาพที่ 3-6 นักเรียนเข้าสู่เนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

จากภาพที่ 3-6 ครูผู้สอนส่งคิวอาร์โค้ดสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ที่ใช้ในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน หลังจากทีนักเรียน ได้ติดตั้งแอปพลิเคชัน EON-XR เสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้นักศึกษาสแกนเข้าเรียนรู้ด้วยตนเองและ สามารถกลับเข้าบททวนความรู้เดิมได้จากคิวอาร์โค้ดที่ครูผู้สอนส่งให้



ภาพที่ 3-7 นักศึกษาแบ่งกลุ่มและดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้

จากภาพที่ 3-7 นักศึกษาดำเนินการเรียนรู้ตามกลุ่ม ทำกิจกรรมและศึกษาข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันด้วยสมาร์ทโฟนของตนเอง ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทำการศึกษาข้อมูลจากเนื้อหาที่กำหนดให้ด้วยตนเอง และสมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยมีครูผู้สอนคอยให้ความรู้ และให้คำปรึกษาแนะนำ



ภาพที่ 3-8 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังกิจกรรมการเรียนรู้

จากภาพที่ 3-8 นักเรียนได้เรียนรู้จากนักเรียนทำแบบทดสอบหลังกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎี

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลและสูตรการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.4.1.1 การหาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยใช้สูตรดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2546)

$$S.D. = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{n}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง

X_i คือ ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มทดลอง

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

3.4.1.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ One sample Mann-Whitney U Test สำหรับเหตุผลที่ผู้วิจัยใช้สถิติที่เป็นนอนพาราเมตริก เนื่องจากไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติพาราเมตริก ประกอบกับเทคนิคการสุ่มตัวอย่างเป็นแบบเลือกแบบเจาะจง ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลวิเคราะห์ด้วยสถิตินอนพาราเมตริกมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยและทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

4.1.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปในภาพรวม

4.1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้

4.1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้

4.1.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้

4.1.5 ผลการวิจัยการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์กับเกณฑ์

4.1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

4.1.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปในภาพรวม ซึ่งผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปในภาพรวม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	4.48	0.16	มาก
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้	4.32	0.22	มาก
3. ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้	4.49	0.20	มาก
รวม	4.43	0.03	มาก

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก คือ ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.03) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละรายการประเมิน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.20) รองลงมา คือด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.16) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.22) ตามลำดับ

4.1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ ซึ่งผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4-2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน
เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้			
1.1 เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.40	0.55	มาก
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	4.40	0.55	มาก
1.3 อธิบายส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างละเอียด	4.40	0.55	มาก
1.4 รูปภาพประกอบคำอธิบายชัดเจน	4.20	0.45	มาก
1.5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
1.6 เนื้อหาที่น่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.7 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
1.8 เทคโนโลยี AR จำลองภาพหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เห็นชัดเจน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.9 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง	4.40	0.55	มาก
1.10 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.48	0.16	มาก

จากตารางที่ 4-2 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก คือ ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.16) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือข้อที่ 1.6 เนื้อหาที่น่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) รองลงมา ข้อที่ 1.5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย และข้อที่ 1.8 เทคโนโลยี AR จำลองภาพหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เห็นชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45), ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาคือข้อที่ 1.1 เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, 1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน, 1.3 อธิบายส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างละเอียด 1.9 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.55) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ข้อที่ 1.4 รูปภาพประกอบคำอธิบายชัดเจน, 1.7 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้, 1.10 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.45) ตามลำดับ

4.1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ ซึ่งผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4-3 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้			
2.1 การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย	3.20	0.45	ปานกลาง
2.2 สื่อการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	4.40	0.55	มาก
2.3 ความสะดวกในการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 สามารถเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้หลายครั้ง	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.32	0.22	มาก

จากตารางที่ 4-3 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด คือ ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.22) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือข้อที่ 2.4 สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00), ข้อที่ 2.3 ความสะดวกในการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.45) และข้อที่ 2.2 สื่อการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.55) รองลงมา คือข้อที่ 2.5 สามารถเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้หลายครั้ง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.45) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ข้อที่ 2.1 การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.20$, S.D. = 0.45) ตามลำดับ

4.1.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ซึ่งผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.4 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้			
3.1 การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้ป็นสื่อการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่ายชัดเจน	4.40	0.55	มาก
3.4 ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
3.5 ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
3.6 เสียงบรรยายประกอบสื่อการเรียนรู้มีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.7 คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.49	0.20	มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก คือ ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.20) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือข้อที่ 3.1 การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้ป็นสื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) รองลงมา คือข้อที่ 3.2 เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.55) และข้อที่ 3.3 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่ายชัดเจน, 3.4 ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม, 3.7 คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.55) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือข้อที่ 3.5 ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.45) ตามลำดับ

4.1.5 ผลการวิจัยการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ซึ่งผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4-5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-5 ผลการวิจัยการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

คะแนน	n	คะแนน		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	เกณฑ์
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
ระหว่างเรียน (E_1)	20	40	32.10	80.25	80
หลังเรียน (E_2)		40	34.30	85.75	

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ผลการวิจัยการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ในขณะที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม มีคะแนนเฉลี่ย 32.10 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 80.25 และได้ประเมินผลการเรียนหลังเรียน (E_2) กับนักศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 34.30 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 85.75 จึงสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมกับเกณฑ์

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

คะแนน	n	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์	t	P
ประเมินหลังเรียน	20	34.30	3.62	32	6.37	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-6 พบว่า ผลการวิเคราะห์และการแปลความของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้น

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ที่เรียนในรายวิชางานเครื่องยนต์เล็ก จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 34.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.62 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่านักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 6.37$, $P = 0.00$)



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมที่มีประสิทธิภาพ
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเทียบกับเกณฑ์

5.1 สรุปผล

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สื่อสามารถช่วยให้นักเรียนเห็นกระบวนการทำงานและชิ้นส่วนหัวฉีดได้ชัดเจนมากขึ้นรวมทั้งเรียนรู้จากใบเนื้อหา คลิปวิดีโอการสอน ทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้และทบทวนได้หลายครั้ง สรุปในภาพรวมของสื่อที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 88.6 อยู่ในระดับความเหมาะสมมาก

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเทียบกับเกณฑ์ E_1/E_2 จากการสรุปผลพบว่าประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ระหว่างเรียน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.25 และการวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 80 สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพทั้งในระหว่างเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาของหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้ดีขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยผลการทดสอบมีค่า p-value เท่ากับ 0.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลกับเกณฑ์ แสดงให้เห็น

ว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีผลในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัย การสร้างสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ที่ได้ทดลองกับกลุ่มทดลอง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างยนต์ จำนวน 20 คน ผลการอภิปรายมีดังหัวข้อต่อไปนี้

5.2.1 จากการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผลการประเมินในภาพรวมของสื่อที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.6 ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 89.8 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยรวมแล้วสื่อที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในรายวิชามากยิ่งขึ้น สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านสมาร์ทโฟน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบขั้นตอนการพัฒนาสื่ออย่างละเอียดเพื่อให้สื่อมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอัครเทพ อัครเดช (2563) ที่พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในหัวข้อเครื่องดนตรีสากล ซึ่งผลการทดลองพบว่าเทคโนโลยีความจริงเสริมช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kwon et al. (2023) ที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยการใช้แอปพลิเคชันที่มีภาพสามมิติและแผนภาพวงจร ช่วยให้การทำงานของช่างซ่อมบำรุงเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้คู่มือ จากการเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยทั้งสอง พบว่าการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ แต่มีการประยุกต์ใช้ในเนื้อหาที่แตกต่างกัน งานวิจัยเน้นการพัฒนาทักษะด้านดนตรีสำหรับนักเรียนประถมศึกษา ในขณะที่งานวิจัยของผู้วิจัยนี้เน้นการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมและเครื่องยนต์ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและการปฏิบัติงานจริงได้การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมช่วยให้การเรียนรู้ในทั้งสองงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยสื่อการเรียนรู้ช่วยเสริมทักษะและความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นในทั้งสองสาขาวิชา

5.2.2 ผลการวิจัยประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ E_1/E_2 จากการสรุปผลพบว่าประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ระหว่างเรียนคะแนนเฉลี่ยที่ได้ร้อยละ 80.25 แสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีคุณภาพสูงและสามารถสนับสนุนการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์ของรายวิชา โดยเนื้อหาที่นำเสนอมีความชัดเจนและถูกต้องสมบูรณ์ นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีสื่อการเรียนรู้ที่สามารถใช้ผ่านสมาร์ทโฟนได้ตลอดเวลา ส่งผลให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้และสามารถศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งช่วยเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้และเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียน ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.75 แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังการใช้สื่อการเรียนรู้มีความก้าวหน้าอย่างชัดเจนและสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 ซึ่งสะท้อนว่า สื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มความเข้าใจและความรู้ของนักเรียนในเนื้อหาวิชาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่คล้ายกันงานวิจัยของ ชัยพล ภูมิพัฒน์ (2563) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน พบว่าการใช้แอปพลิเคชันช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้ที่พบว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านสมาร์ทโฟนสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้งานวิจัยของ สาริษา สุขอุทัย (2565) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ดิจิทัลในรูปแบบที่ใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ก็มีผลการศึกษาที่คล้ายกัน โดยพบว่าสื่อการเรียนรู้ดิจิทัลช่วยเสริมสร้างการมีส่วนร่วมและความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้พวกเขาสามารถพัฒนาและปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่คล้ายกัน ผลการวิจัยนี้ยืนยันว่า การใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านสมาร์ทโฟนในรูปแบบ E1/E2 เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสามารถสร้างแรงจูงใจและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งส่งผลดีต่อกระบวนการเรียนการสอนในยุคดิจิทัลได้อย่างชัดเจน

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมกับเกณฑ์ จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอยู่ที่ 0.00 จากการวิจัยที่กล่าวถึงการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อเสริมการเรียนรู้ ปรียานุช คุ่มฤทธิ์, ศุภลักษณ์ เหลืองขำ (2019) การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล วารสารวิจัยและพัฒนา งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เทคโนโลยีความจริงเสริมในการสอนวิชาวิศวกรรมเครื่องกลผลการศึกษา พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการเรียนการสอน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 ที่เกณฑ์ที่กำหนดไว้ อีระศักดิ์ ศิลปวิศิษฐ์, สุชาดา พงษ์วิทยากุล (2018)

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสริมสำหรับการเรียนการสอนเครื่องจักรกลเบา วารสารเทคโนโลยีและการศึกษา การศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรกลเบา ผู้วิจัยโดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยเรื่องการสร้างสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1) ควรเลือกใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายไม่ซับซ้อน และสำรวจการใช้สมาร์ตโฟนเบื้องต้นของกลุ่มเป้าหมายบางรุ่นไม่รองรับการใช้งาน ทำให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาการเรียนได้ยากรวมทั้งระบบสัญญาณอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เพื่อรองรับการใช้งานแพลตฟอร์มเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้กับผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสร้างแรงจูงใจ ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนานไม่น่าเบื่อ เหมาะที่จะนำไปใช้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ
- 3) ควรใช้โปรแกรม SolidWorks ในการเขียนแบบที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- 4) ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งที่มีความชำนาญการพิเศษทางด้านสาขาวิชาช่างยนต์

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ยังมีข้อจำกัดเรื่องการรองรับโทรศัพท์นักเรียนที่มีบางรุ่นไม่สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันนี้ได้สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้ จึงทำให้การเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันขาดความสนใจต่อผู้เรียนบางกลุ่ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอสื่อการเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยผ่านจอทีวี เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มนี้ได้เรียนรู้ไปพร้อมกัน ในการพัฒนาสื่อครั้งต่อไปควรมีการทำเสนอสื่อหลายๆช่องทาง
- 2) ในการสร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผู้วิจัยต้องมีความรู้พื้นฐาน ด้านการเขียนแบบ และด้านการใช้แพลตฟอร์มเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กรรณิกา เงินบุตรโคตร และคณะ. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2565). เกรียงไกร พลະสนธิ. (2559). การพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่ออนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : เอลโล่การพิมพ์.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). การออกแบบการเรียนรู้แบบดิจิทัล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลิม อ่อนอิม. (2562). งานเครื่องยนต์เล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2539). ชุดสื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วย 8-15 ชุดการสอน ระดับประถมศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2557). เทคโนโลยีทางการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชัยพล ภูมิพัฒน์. (2563). ประสิทธิภาพของการใช้แอปพลิเคชันในการเรียนรู้ของนักเรียน: วารสารการศึกษา, 25(2), 45-58.
- ณัฐวิโรจน์ อินยัง. (2562). การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง เรื่องเครื่องมือวัดไดอัลเกจ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บริษัท ช. ทวี จำกัด (มหาชน). (2566). [ออนไลน์]. EON Reality ผู้นำระดับโลกด้านถ่ายทอดความรู้และทักษะบนโลกเสมือนจริงสำหรับสถาบันการศึกษาและอุตสาหกรรม. (Thai EON Reality). [สืบค้นวันที่ 18 พฤศจิกายน 2566]. จาก <https://thaieonreality.com/>.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาไทย

พนิดา ตันศิริ. (2553). โลกเสมือนผสานโลกจริง Augmented Reality. Executive Journal.

(online) วารสารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2557). หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: แฮสส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). พลิกบทบาท 3D สู่โลกความเป็นจริงเสริม. (เอกสารประกอบการบรรยาย
นครปฐม: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ไพโรจน์คะเชนทร์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สืบค้นจาก:

<http://www.wattoongpel.com/มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร>

ภาณุวัฒน์ เรืองกุลทรัพย์ และคณะ. (2565) การพัฒนาสื่อแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นระดับพื้นฐาน ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม. วารสารวิชาการ
และวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 (เมษายน – มิถุนายน
2565).

รสนภา ราสุ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2553. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). การพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์
เรียลลิตี้. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม = Classical test theory. กรุงเทพฯ :
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 7 (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ : ซีไอเดียเคชั่น.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2544). ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน. สืบค้นจาก Available from :

<http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php> สำนักงานสถิติแห่งชาติ.(2562).

สุพัฒน์ บุญอยู่ (2559). สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง.

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขากรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าธนบุรี

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ

- Acosta, J. L. B., Navarro, S. M. B., Gesa, R. F., & Kinshuk, K. (2019). **Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training.** *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3).
- Buditjahjanto, I. G. P. A., & Irfansyah, J. (2023). **Augmented reality on students' academic achievement viewed from the creative thinking level.** *Journal of Technology and Science*.
- Ebel, R L. and Frisbie. D.A. (1986). **Essentials of Educational Measurement.** Englewood Cliff: Prentice-Hall.
- Kwon, H. J., Kim, K. S., & Kim, C. S. (2023). **Development and Evaluation of Augmented Reality Learning Content for Pneumatic Flow: Case Study on Brake Operating Unit of Railway Vehicle.** *IEEE Access*.
- Manuel Contero, et al. (2012). **Development of an Augmented Reality Based Remedial Course to Improve The Spatial Ability of Engineering Students.** in 2012 *Frontiers in Education Conference*. Washington., October.
- Sukardjo, M., Khasanah, U., & Rahmat, S. T. (2023). **Augmented Reality Media Design for Electro-Pneumatic Practical Learning for Vocational High School Students(VHS).** *Journal of Education Technology*.



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ
- ประมวลภาพกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่อง
หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับ
นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีดังนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1) นายสุระพงษ์ แสนบุญรัตน์ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 2) นายมนัส ปักเขมยะ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 3) นายสุรเชษฐ์ จันทร์จำนง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายสัญญา ชันทอง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5) นายวีระยุทธ วิพัฒน์ครุฑ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีดังนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) นายสุระพงษ์ แสนบุญรัตน์ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 2) นายมนัส ปักเขมะยา | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 3) นายสุรเชษฐ์ จันทร์จำนง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคหาสารคาม
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายสัญญา ชันทอง | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคพลบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5) นายวีระยุทธ วิพัฒน์ครุฑ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคพลบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |



ที่ อว 7104.1/54

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม

ด้วยนายสันติ ทรัพย์มาก รหัสประจำตัว 66-020178-5604-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสุระพงษ์ แสตนบุญรัตน์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความ โดยใช้คำดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบถามความคิดเห็น

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 085-226-8898 (นายสันติ ทรัพย์มาก)



ที่ อว 7104.1/55

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม

ด้วยนายสันติ ทรัพย์มาก รหัสประจำตัว 66-020178-5604-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายมนัส ปักเขมะยา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความ โดยใช้คำดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบถามความคิดเห็น

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 085-226-8898 (นายสันติ ทรัพย์มาก)



ที่ อว 7104.1/56

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม

ด้วยนายสันติ ทรัพย์มาก รหัสประจำตัว 66-020178-5604-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสุรเชษฐ์ จันทระจำนง ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิค มหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความ โดยใช้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบถามความคิดเห็น

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 085-226-8898 (นายสันติ ทรัพย์มาก)



ที่ อว 7104.1/57

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

ด้วยนายสันติ ทรัพย์มาก รหัสประจำตัว 66-020178-5604-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุภศิริโรจน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสัญญา ชันทอง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความ โดยใช้คำดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบถามความคิดเห็น

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุภศิริโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 085-226-8898 (นายสันติ ทรัพย์มาก)



ที่ อว 7104.1/58

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

ด้วยนายสันติ ทรัพย์มาก รหัสประจำตัว 66-020178-5604-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายวิระยุทธ วิพัฒน์ครุ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบถามความคิดเห็น

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 085-226-8898 (นายสันติ ทรัพย์มาก)

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้
เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

1. ประมวลภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม



ภาพที่ ก-1 ออกแบบส่วนประกอบของชิ้นงาน



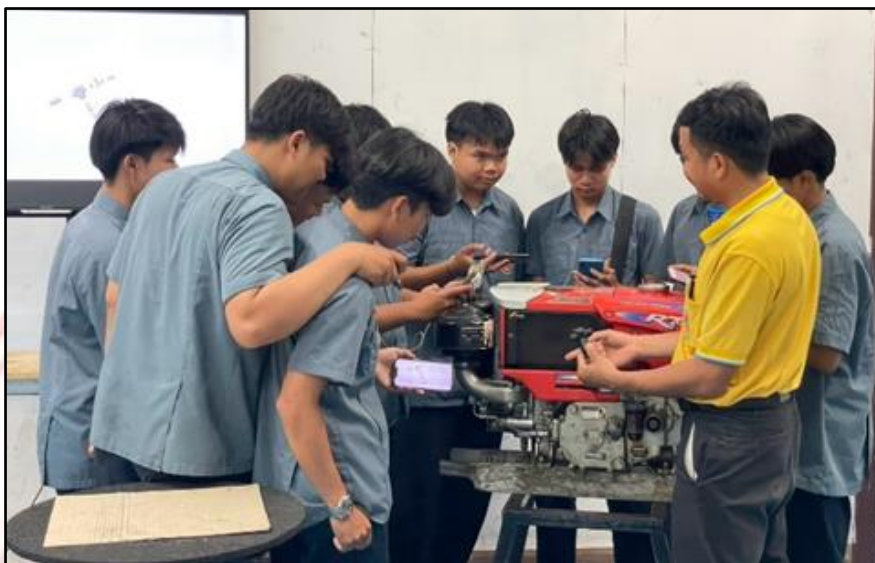
ภาพที่ ก-2 ชิ้นงานที่แยกส่วนประกอบ



ภาพที่ ก-3 สร้างสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม



ภาพที่ ก-4 นำสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมามีกับนักเรียน



ภาพที่ ก-5 นักเรียนเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม



ภาพที่ ก-6 ทำแบบทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
- แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) สื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์



แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน
เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็ก
ดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตร
วิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อนักศึกษา นายสันติ ทรัพย์มาก

รหัสประจำตัว 6602017856049

สาขา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้
เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

คำชี้แจง : แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ได้ทำการกรอกข้อมูลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากท่านจะนำไปแปลผลและสรุปรวม ซึ่งไม่มีผลต่อตัวท่านและสถานศึกษาแต่อย่างใด

เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

ตอนที่ 2 : รายการประเมินความคิดเห็นต่อสื่อการเรียนรู้

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง () ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

() ชาย

() หญิง

2. วุฒิการศึกษา

() ปริญญาตรี

() ปริญญาโท

() ปริญญาเอก หรือสูงกว่า

3. ประสบการณ์ในการทำงานด้านการสอน

() ต่ำกว่า 5 ปี

() 6 - 10 ปี

() 11 - 15 ปี

() 15 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 : ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง () ประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้						
1	เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน					
3	อธิบายส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างละเอียด					
4	รูปภาพประกอบคำอธิบายชัดเจน					
5	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย					
6	เนื้อหามีความน่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน					
7	ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้					
8	เทคโนโลยี AR ช่วยจำลองภาพหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เห็นชัดเจน					
9	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง					
10	ความเหมาะสมของแบบทดสอบ					
ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้						
1	การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย					
2	สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น					
3	ความสะดวกในการเรียนรู้					
4	สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ					
5	สามารถเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้หลายครั้ง					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้						
1	การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้					
2	เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์					
3	การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่ายชัดเจน					
4	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม					
5	ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม					
6	เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน					
7	คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)
 สื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล
 ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อนักศึกษา นายสันติ ทรัพย์มาก

รหัสประจำตัว 6602017856049

สาขา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก (รหัสวิชา 20101-2101)

เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน้าที่และหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้
2. บอกชื่อและหน้าที่ของส่วนประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้
3. อธิบายการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้
4. อธิบายขั้นตอนการถอดประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้
5. อธิบายงานบริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่โดยการพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่
- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 1 : บอกหน้าที่และหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้ (ข้อที่ 1-2)	ข้อที่ 1 หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล มีหน้าที่อย่างไร ก. ฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละอองในปริมาณที่ถูกต้อง ข. ช่วยสตาร์ทเครื่องยนต์ ค. ช่วยลดเวลาว่างจุดระเบิด ง. จุดระเบิดในห้องเผาไหม้ เฉลย : ก. ฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้				
	ข้อที่ 2 การเลือกเข็มหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์พิจารณาจากอะไร ก. ลักษณะห้องเผาไหม้ ข. ขนาดห้องเครื่องยนต์ ค. เครื่องยนต์หมุนช้าหรือหมุนเร็ว ง. ลักษณะของเครื่องยนต์ เฉลย : ก. ลักษณะห้องเผาไหม้				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 1 : บอกหน้าที่และ หลักการทำงานของ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 3-7)	ข้อที่ 3 หัวฉีดที่นิยมใช้ในเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีกี่แบบ ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ เฉลย : ข. 2 แบบ				
	ข้อที่ 4 ลักษณะหัวฉีดที่มีเดียโฟลล์พ่นออกมาจาก ปลายหัวฉีด คือหัวฉีดประเภทใด ก. หัวฉีดแบบเข็ม ข. หัวฉีดแบบรู ค. หัวฉีดแบบเดี่ยว ง. หัวฉีดแบบไฟฟ้า เฉลย : ค. หัวฉีดแบบเดี่ยว				
	ข้อที่ 5 หัวฉีดแบบเดียมีกี่แบบ ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ เฉลย : ข. 2 แบบ				
	ข้อที่ 6 การทำงานของเครื่องยนต์เล็กดีเซล 4 จังหวะ หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ตำแหน่งไหน ก. จุดศูนย์ตายบน ข. จุดศูนย์ตายล่าง ค. ก่อนจุดศูนย์ตายล่าง ง. ก่อนจุดศูนย์ตายบนเล็กน้อย เฉลย : ง. ก่อนจุดศูนย์ตายบนเล็กน้อย				
	ข้อที่ 7 เครื่องยนต์เล็กดีเซลแบบมีห้องเผาไหม้ช่วยใช้ หัวฉีดแบบใด ก. หัวฉีดแบบเดียสั้น ข. หัวฉีดแบบเดียยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู เฉลย : ก. หัวฉีดแบบเดียสั้น				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 1 : บอกหน้าที่และ หลักการทำงานของ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 8-10)	ข้อที่ 8 หัวฉีดแบบรูมีกี่แบบ ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ เฉลย : ข. 2 แบบ				
	ข้อที่ 9 เข็มหัวฉีดมีหน้าที่อย่างไร ก. ควบคุมการฉีดน้ำมัน ข. ลดแรงดันน้ำมัน ค. เพิ่มแรงดันน้ำมัน ง. เปิด ปิดการจ่ายน้ำมันตามจังหวะการทำงาน เฉลย : ง. เปิด ปิดการจ่ายน้ำมันตามจังหวะการทำงาน				
	ข้อที่ 10 จากภาพ คือการทำงานหัวฉีดแบบใด  ก. หัวฉีดแบบเดือยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดือยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู เฉลย : ง. หัวฉีดแบบหลายรู				
จุดประสงค์ที่ 2 : บอกชื่อและหน้าที่ ของส่วนประกอบ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 11-12)	ข้อที่ 11 ข้อใดคือหน้าที่ของแผ่นชิมรองสปริงหัวฉีด ก. ควบคุมการฉีดน้ำมัน ข. ดันเข็มหัวฉีด ค. เพิ่มความดัน ง. ปรับความแข็งของสปริง เฉลย : ง. ปรับความแข็งของสปริง				
	ข้อที่ 12 จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด  ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด เฉลย : ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 2 : บอกชื่อและหน้าที่ ของส่วนประกอบ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 13-17)	ข้อที่ 13 จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด  ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด เฉลย : ข. เรือนเข็มหัวฉีด				
	ข้อที่ 14 จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด  ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด เฉลย : ก. เข็มหัวฉีด				
	ข้อที่ 15 ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบหัวฉีดเครื่องยนต์เล็ก ดีเซล ก. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด ข. ข้อต่อน้ำมันไหลกลับล่าง ค. แผ่นximปรับความแข็งของสปริง ง. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน เฉลย : ง. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน				
	ข้อที่ 16 ชิ้นส่วนใดทำหน้าที่ฉีดและหยุดฉีดน้ำมัน ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน ง. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด เฉลย : ก. เข็มหัวฉีด				
	ข้อที่ 17 จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด  ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน ง. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด เฉลย : ง. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 2 : บอกชื่อและหน้าที่ ของส่วนประกอบ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 18-19)	ข้อที่ 18 ชิ้นส่วนใดทำให้เข็มหัวฉีดยกขึ้นเพื่อฉีดน้ำมัน ก. สปริงหัวฉีด ข. แผ่นximปรับความแข็งของสปริง ค. บารองก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน เฉลย : ก. สปริงหัวฉีด				
	ข้อที่ 19 จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด  ก. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. เรือนหัวฉีด ง. เรือนลิ้นส่งน้ำมัน เฉลย : ค. เรือนหัวฉีด				
จุดประสงค์ที่ 3 : อธิบายการทำงาน ของหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 20-22)	ข้อที่ 20 จากภาพ คือหัวฉีดประเภทใด  ก. หัวฉีดแบบเดือยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดือยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู เฉลย : ก. หัวฉีดแบบเดือยสั้น				
	ข้อที่ 21 หัวฉีดแบบเดือยส่วนปลายของเข็มหัวฉีด ออกแบบให้เป็นรูปกรวยเพื่อป้องกันสาเหตุใด ก. การฉีดน้ำมันที่ไม่สม่ำเสมอ ข. การเสียหายของหัวฉีด ค. การน็อคของเครื่องยนต์ ง. การเพิ่มแรงดันของหัวฉีด เฉลย : ค. การน็อคของเครื่องยนต์				
	ข้อที่ 22 หัวฉีดที่สามารถฉีดน้ำมันน้ำมันเชื้อเพลิงได้ แรงจนฝ่าอากาศที่มีกำลังอัดสูงเข้าไปได้เป็นหัวฉีด แบบใด ก. หัวฉีดแบบเดือยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดือยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 3 : อธิบายการทำงานของ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 23-25)	เฉลย : ค. หัวฉีดแบบรูเดียว				
	ข้อที่ 23 ถ้าเพิ่มความหนาแผ่นซีมขนาด 0.10 mm ค่าแรงดันจะเพิ่มขึ้นเท่าไร ก. 10 kg/cm ² ข. 15 kg/cm ² ค. 20 kg/cm ² ง. 25 kg/cm ² เฉลย : ก. 10 kg/cm ²				
	ข้อที่ 24 ค่าแรงดันหัวฉีดแบบดีเซลมีค่ามาตรฐาน แรงดันเท่าไร ก. 100 kg/cm ² ข. 110 kg/cm ² ค. 120 kg/cm ² ง. 130 kg/cm ² เฉลย : ค. 120 kg/cm ²				
	ข้อที่ 25 ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติที่ดีของหัวฉีดเครื่องยนต์ เล็กดีเซล ก. หัวฉีดต้องทำงานภายใต้กำลังดันสูงๆได้ดี ข. หัวฉีดต้องทำงานได้รวดเร็วทนทานแข็งแรง ค. หัวฉีดต้องฉีดน้ำมันด้วยความถูกต้องแม่นยำ ง. หัวฉีดที่มีขนาดใหญ่จะประหยัดน้ำมัน เฉลย : ง. หัวฉีดที่มีขนาดใหญ่จะประหยัดน้ำมัน				
จุดประสงค์ที่ 4 : อธิบายขั้นตอนการ ถอดประกอบหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 26-27)	ข้อที่ 26 ข้อใดไม่ใช่เครื่องมือ อุปกรณ์ในการถอด หัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล ก. ประแจปากตาย ข. ไขควง ค. ปากกาจับชิ้นงาน ง. ถาดวางชิ้นส่วน เฉลย : ข. ไขควง				
	ข้อที่ 27 ใช้ปากกาจับชิ้นงานใดของหัวฉีดเพื่อเป็นส่วนใหญ่ แข็งแรงที่สุด ง่ายต่อการถอดประกอบ ก. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 4 : อธิบายขั้นตอนการ ถอดประกอบหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 28-31)	ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. เรือนหัวฉีด ง. เรือนลิ้นส่งน้ำมัน เฉลย : ค. เรือนหัวฉีด				
	ข้อที่ 28 การถอดหัวฉีดขึ้นส่วนใดที่ต้องระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการขีดข่วนต้องวางแช่น้ำมัน ก. แผ่นซึม ข. ก้านกดเข็มหัวฉีด ค. แหวนรองหัวฉีด ง. เข็มหัวฉีด เฉลย : ง. เข็มหัวฉีด				
	ข้อที่ 29 การถอดแยกชิ้นส่วนหัวฉีดวางในภาชนะที่ สะอาดควรแช่ในสารชนิดใดเพื่อป้องกันสนิม ก. น้ำยากันสนิม ข. น้ำมันเบนซิน ค. น้ำมันดีเซล ง. น้ำยาล้างเครื่อง เฉลย : ค. น้ำมันดีเซล				
	ข้อที่ 30 ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนการล้างทำความสะอาด หัวฉีด ก. ล้างชิ้นส่วนให้สะอาดด้วยน้ำมันดีเซล ข. ใช้แปรงชนิดนุ่มทำความสะอาดเข็มหัวฉีด ค. ใช้กระดาษทรายขัดทำความสะอาดทุกชิ้น ง. ใช้ลมเป่าให้แห้งแล้วขโลมด้วยน้ำมันดีเซล เฉลย : ค. ใช้กระดาษทรายขัดทำความสะอาดทุกชิ้น				
	ข้อที่ 31 ข้อใดคือการตรวจสอบเข็มหัวฉีดและเรือน เข็มหัวฉีด ก. เข็มหัวฉีดที่ดีเมื่อตั้งขึ้นทำมุม 60 องศาจะ เคลื่อนที่ลงช้าๆ ข. ตรวจสอบความลึกของเข็มหัวฉีด ค. ใช้เครื่องทดสอบ ง. ตั้งเข็มหัวฉีดขึ้นลงหลายๆ ครั้ง				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 4 : อธิบายขั้นตอนการ ถอดประกอบ หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 32-35)	เฉลย : ก. เข็มหัวฉีดที่ดีเมื่อตั้งขึ้นทำมุม 60 องศาจะ เคลื่อนที่ลงช้าๆ				
	ข้อที่ 32 ค่ามาตรฐานแรงขันปลอกยึดชุดเข็มหัวฉีด ใช้ค่าแรงขันเท่าไร ก. 400 – 500 kg-cm ข. 600 – 700 kg-cm ค. 800 – 1,000 kg-cm ง. 1,100 – 1,200 kg-cm เฉลย : ค. 800 – 1,000 kg-cm				
	ข้อที่ 33 หลังการประกอบหัวฉีดเรียบร้อยแล้วควรทำ อย่างไร ก. ประกอบเข้ากับเครื่องยนต์ ข. ทำความสะอาดหัวฉีด ค. ใส่ น้ำมันดีเซลเพื่อทดสอบ ง. ทดสอบแรงดันหัวฉีดด้วยเครื่องทดสอบ เฉลย : ง. ทดสอบแรงดันหัวฉีดด้วยเครื่องทดสอบ				
	ข้อที่ 34 ข้อใดไม่ใช่วิธีการตรวจสอบหลังการประกอบ หัวฉีด ก. ตรวจสอบแรงดันหัวฉีด ข. ตรวจสอบฝอยละอองของน้ำมัน ค. ตรวจสอบรั้วซึมของเข็มหัวฉีด ง. ตรวจสอบน้ำมันไหลกลับถัง เฉลย : ง. ตรวจสอบน้ำมันไหลกลับถัง				
	ข้อที่ 35 ในกรณีไม่มีเครื่องทดสอบแรงดันหัวฉีด สามารถทดสอบแรงดันหัวฉีดด้วยวิธีใด ก. ทดสอบด้วยสายตา ข. ทดสอบด้วยเสียง ค. ทดสอบด้วยเครื่องยนต์ ง. ไม่สามารถทดสอบได้ เฉลย : ค. ทดสอบด้วยเครื่องยนต์				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 5 : อธิบายงาน บริการหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 36-40)	ข้อที่ 36 อาการเครื่องยนต์เดินไม่เรียบสาเหตุเกิดจากอะไร ก. หัวฉีด ฉีดน้ำมันไม่เป็นฝอยละออง ข. ประกอบหัวฉีดผิดขั้นตอน ค. ล้างทำความสะอาดหัวฉีดไม่ดี ง. เกิดจากเครื่องยนต์มีอายุการใช้งานมาก เฉลย : ก. หัวฉีด ฉีดน้ำมันไม่เป็นฝอยละออง				
	ข้อที่ 37 เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติดสาเหตุเกิดจากอะไร ก. ปรับค่าแรงดันสปริง ข. หัวฉีดมีอายุการใช้งานมาก ค. แรงดันหัวฉีดไม่ได้ค่ามาตรฐาน ง. ปรับขนาดแผ่นเข็ม เฉลย : ค. แรงดันหัวฉีดไม่ได้ค่ามาตรฐาน				
	ข้อที่ 38 ล้างทำความสะอาดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงทุกกี่ ชม.การใช้งาน ก. 50 ชม. ข. 60 ชม. ค. 70 ชม. ง. 100 ชม. เฉลย : ง. 100 ชม.				
	ข้อที่ 39 ล้างทำความสะอาดกรองในถังน้ำมัน เชื้อเพลิงทุกกี่ชม. การใช้งาน ก. 100 ชม. ข. 200 ชม. ค. 300 ชม. ง. 400 ชม. เฉลย : ง. 300 ชม.				
	ข้อที่ 40 การดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตาม ระยะเวลาที่กำหนดมีผลดีอย่างไร ก. เครื่องสตาร์ทติดง่าย ข. กำลังของเครื่องยนต์ไม่ตก ค. เครื่องยนต์มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ง. เครื่องยนต์เงียบไม่มีเสียงผิดปกติ เฉลย : ค. เครื่องยนต์มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 5 : อธิบายงาน บริการหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 41-45)	ข้อที่ 41 การบริการหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซลควร ศึกษาข้อมูลจากแหล่งใดจะทำให้ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง ที่สุด ก. ประสบการณ์ช่าง ข. หนังสือตำรา ค. คู่มือการซ่อม ง. จากการบอกต่อกันมา เฉลย : ค. คู่มือการซ่อม				
	ข้อที่ 42 งานบริการหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซลข้อใด กล่าวถูกต้อง ก. สามารถทำเองได้ง่าย ข. ถอดล้างทำความสะอาดตามระยะที่กำหนด ค. การถอดประกอบเน้นความสะอาด ง. ราคาอะไหล่ถูกหาง่าย เฉลย : ค. การถอดประกอบเน้นความสะอาด				
	ข้อที่ 43 ขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีน้ำมันหยดที่ปลาย หัวฉีดเกิดจากสาเหตุใด ก. สปริงหัวฉีดแข็งเกินไป ข. เพิ่มขนาดแผ่นซึม ค. ก้านกดเข็มหัวฉีดสึกหรอ ง. เข็มหัวฉีดกับเรือนเข็มหัวฉีดสึกหรอ เฉลย : ง. เข็มหัวฉีดกับเรือนเข็มหัวฉีดสึกหรอ				
	ข้อที่ 44 ข้อใดคือการลดปัญหาหัวฉีดเกิดการอุดตัน ก. ลดการใช้งานเครื่องยนต์ ข. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาแพง ค. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดผ่านการกรอง ง. ล้างถังน้ำมันเชื้อเพลิงบ่อยๆ เฉลย : ค. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดผ่านการกรอง				
	ข้อที่ 45 การติดตั้งหัวฉีดเข้ากับเครื่องยนต์มีข้อควร ระวังข้อใด				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
จุดประสงค์ที่ 5 : อธิบายงาน บริการหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้ (ข้อที่ 45)	ก. ห้ามลิ้มใส่แหวนรองหัวฉีด ข. ใส่หัวฉีดให้ถูกทิศทาง ค. ชนัตยัดเพื่อตึงมือ ง. ใส่น้ำมันก่อนติดเครื่องยนต์ เฉลย : ง. ใส่น้ำมันก่อนติดเครื่องยนต์				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ค

- วิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี
- ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้
- ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้
- ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน
- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80

วิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี
เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล

.....

วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก (รหัสวิชา 20101-2101) แผนกวิชาช่างยนต์ สาขาวิชาช่างยนต์
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 (เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 1 ชม.)

หน่วยที่ / เรื่อง	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิริยาปฏิบัติแบบสุภาพ	ระดับพฤติกรรมพึงพอใจ					
			ดีมาก	ดี	พอ	น้อย	ไม่พอ	ไม่ประเมินผล
1 หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	1. บอกหน้าที่และหลักการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้	15	10	6	4	-	-	๒๕๕๕๕๕๕๕
	2. บอกชื่อและหน้าที่ของส่วนประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้	25	9	9	-	-	-	๒๕๕๕๕๕๕๕
	3. อธิบายการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้	20	6	2	4	-	-	-
	4. อธิบายการตรวจสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้	25	10	5	5	-	-	-
	5. อธิบายงานบริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลได้	15	5	2	3	-	-	-
	รวม	100	40	24	16	-	-	-

ตารางที่ ค-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน
เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้					X̄	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้								
1.1 เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับความรู้ ของนักเรียน	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
1.3 อธิบายส่วนประกอบของหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงได้อย่างละเอียด	4	5	4	4	5	4.40	0.55	มาก
1.4 รูปภาพประกอบคำอธิบายชัดเจน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
1.5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียน สามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.6 เนื้อหาที่น่าสนใจ สร้างความสนใจ ให้กับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.7 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อ การเรียนรู้	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
1.8 เทคโนโลยี AR ช่วยจำลองภาพหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิงให้เห็นชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
1.9 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน ได้ด้วยตนเอง	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
1.10 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม						4.48	0.16	มาก

การแปลผลคะแนนจากแบบประเมิน (ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้) เกณฑ์ในการแปล
ความหมายข้อมูลใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด, 2553 ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.48 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประโยชน์ จากสื่อการเรียนรู้					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้								
2.1 การเข้าสู่บทเรียนผ่านแอปพลิเคชัน ทำได้ง่าย	3	4	3	3	3	3.20	0.45	ปานกลาง
2.2 สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	5	4	4	5	4	4.40	0.55	มาก
2.3 นักเรียนสะดวกในการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียน เข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 สามารถเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้ หลายครั้ง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม						4.32	0.22	มาก

การแปลผลคะแนนจากแบบประเมิน (ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้) เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด, 2553 ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.32 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ค-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
3. ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้								
3.1 การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่ายชัดเจน	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
3.4 ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
3.5 ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
3.6 เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
3.7 คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม						4.49	0.20	มาก

การแปลผลคะแนนจากแบบประเมิน (ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้) เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด, 2553 ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.49 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ค-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

วัตถุ ประสงค์ ที่	ข้อ ที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ค่าความยากง่าย (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)		ความ เหมาะสม ของข้อสอบ
			ระดับ	แปลผล	ระดับ	แปลผล	
1	1	บอกหน้าที่และ	0.65	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.50	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	2	หลักการทํางาน	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	3	ของหัวฉีดน้ำมัน	0.25	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	4	เชื้อเพลิง	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	5	เครื่องยนต์เล็ก	0.40	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	6	ดีเซลได้	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.10	จำแนกไม่ได้	ตัดทิ้ง
	7		0.25	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	8		0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	9		0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	10		0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
2	11	บอกชื่อและ	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	12	หน้าที่ของ	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	13	ส่วนประกอบ	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	14	หัวฉีดน้ำมัน	0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	15	เชื้อเพลิง	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	16	เครื่องยนต์เล็ก	0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	17	ดีเซลได้	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	18		0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	19		0.80	ง่ายมาก	0.10	จำแนกได้ดี	ตัดทิ้ง
3	20	อธิบายการ	0.40	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	21	ทํางานของหัวฉีด	0.25	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	22	น้ำมันเชื้อเพลิง	0.35	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	23	เครื่องยนต์เล็ก	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.40	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	24	ดีเซลได้	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	25		0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
4	26	อธิบายการ	0.90	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ตัดทิ้ง
	27	ตรวจสอบหัวฉีด	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	28	น้ำมันเชื้อเพลิง	0.60	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	29	เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลได้	0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง

ตารางที่ ค-4 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (ต่อ)

วัตถุ ประสงค์ ที่	ข้อ ที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ค่าความยากง่าย (p)		อำนาจจำแนก (r)		ความ เหมาะสม ของข้อสอบ
			ระดับ	แปลผล	ระดับ	แปลผล	
4	30	อธิบายการ	0.80	ง่ายมาก	0.10	จำแนกได้ดี	ตัดทิ้ง
	31	ตรวจสอบหัวฉีด	0.25	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	32	น้ำมันเชื้อเพลิง	0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	33	เครื่องยนต์เล็ก	0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	34	ดีเซลได้	0.25	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	35		0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
5	36	อธิบายงาน	0.40	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	37	บริการหัวฉีด	0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	38	น้ำมันเชื้อเพลิง	0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	39	เครื่องยนต์เล็ก	0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	40	ดีเซลได้	0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	41		0.40	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	42		0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	43		0.50	ความยากง่ายพอเหมาะ	0.20	จำแนกได้ดี	นำไปใช้ได้
	44		0.80	ง่ายมาก	0.20	จำแนกได้ดี	ปรับปรุง
	45		0.80	ง่ายมาก	0.10	จำแนกได้ดี	ตัดทิ้ง

จากตารางที่ ค-4 พบว่า ข้อมูลตามตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่อนข้างยาก ความยากง่ายพอเหมาะ ง่ายมาก โดยความยากที่เหมาะสม จำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสม และนำไปปรับปรุงเพื่อเลือกข้อคำถามนำไปออกข้อสอบหลังเรียนได้ จำนวน 40 ข้อ 5 ข้อไม่สามารถนำไปออกข้อสอบหลังเรียนต้องตัดทิ้ง

**วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
เครื่องยนต์เล็กดีเซล จำนวน 40 ข้อ**

**ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบ
หลังเรียน**

ข้อ	คะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ดัชนีความ สอดคล้อง IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	0	+1	+1	+1	4/5	0.80	ใช้ได้
2	0	+1	+1	0	+1	3/5	0.60	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	0	+1	4/5	0.80	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
6	0	+1	0	+1	0	2/5	0.4	ยังใช้ไม่ได้
7	+1	0	+1	+1	+1	4/5	0.80	ใช้ได้
8	0	+1	+1	0	+1	3/5	0.60	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	4/5	0.80	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	0	4/5	0.80	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
18	0	+1	+1	+1	+1	4/5	0.80	ใช้ได้
19	0	+1	0	+1	0	2/5	0.40	ยังใช้ไม่ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	0	0	+1	3/5	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบ
หลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	คะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ดัชนีความ สอดคล้อง IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
22	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	4/5	0.80	ใช้ได้
26	0	+1	0	0	+1	2/5	0.40	ยังใช้ไม่ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
29	0	+1	+1	+1	+1	4/5	0.80	ใช้ได้
30	+1	0	0	+1	0	2/5	0.40	ยังใช้ไม่ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
33	+1	0	+1	+1	+1	5/5	0.80	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
37	+1	0	+1	+1	+1	5/5	0.80	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
42	+1	0	+1	+1	+1	5/5	0.80	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	5/5	1.00	ใช้ได้
45	0	+1	0	+1	0	2/5	0.40	ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ข้อสอบข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 44 มีดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้สามารถนำไปสร้างแบบทดสอบได้

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ข้อสอบข้อที่ 6, 19, 26, 30, 45 มีดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุงไม่สามารถนำไปสร้างแบบทดสอบได้

ตารางที่ ค-6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของข้อสอบการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน		รวมผลการสอบระหว่างเรียน	รวมผลการสอบหลังเรียน
	แบบทดสอบ	ปฏิบัติ		
คะแนนเต็ม	20	20	40	40
คนที่ 1	17	18	35	37
คนที่ 2	14	14	28	29
คนที่ 3	18	17	35	38
คนที่ 4	15	18	33	34
คนที่ 5	16	17	33	33
คนที่ 6	16	19	35	38
คนที่ 7	16	18	34	35
คนที่ 8	15	15	30	34
คนที่ 9	16	15	31	31
คนที่ 10	13	15	28	29
คนที่ 11	17	18	35	37
คนที่ 12	16	13	29	33
คนที่ 13	14	15	29	31
คนที่ 14	17	19	36	40
คนที่ 15	17	18	35	37

ตารางที่ ค-6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของของสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมมีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80 (ต่อ)

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน		รวมผลการสอบระหว่างเรียน	รวมผลการสอบหลังเรียน
	แบบทดสอบ	ปฏิบัติ		
คะแนนเต็ม	20	20	40	40
คนที่ 16	16	19	35	38
คนที่ 17	17	17	34	38
คนที่ 18	12	18	30	35
คนที่ 19	10	16	26	27
คนที่ 20	14	17	31	32

จากตารางที่ ค-6 คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในขณะที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีคะแนนเฉลี่ย 32.10 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 80.25 และได้ประเมินผลการเรียนหลังเรียนกับนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 34.30 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 85.75 จึงสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80



ภาคผนวก ง

- ชุดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม
- ใบเนื้อหา
- ใบแบบฝึกหัด
- คู่มือครู
- ใบแบบทดสอบ
- ใบเฉลยแบบทดสอบ
- ใบปฏิบัติงาน
- ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 1/4
หลักสูตรรายวิชา			
หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชา ช่างยนต์ รหัสวิชา 20101-2010 วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก หน่วยกิต 3 หน่วยกิต เวลาเรียน 7 ชั่วโมง/สัปดาห์			
จุดประสงค์รายวิชา 1. เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซล 2. สามารถถอด ประกอบ ตรวจสอบสภาพบริการและบำรุงรักษาเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซล 3. มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานรับผิดชอบ ประณีตรอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาดปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม			
สมรรถนะรายวิชา 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซล 2. ถอดประกอบและตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ 3. บำรุงรักษาเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ			
คำอธิบายรายวิชา ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน การใช้เครื่องมือ การถอด ประกอบ ตรวจสอบชิ้นส่วน แก๊สโซลีนและดีเซลตามคู่มือ การปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและดีเซล ระบบแสงสว่างระบบสตาร์ทด้วยไฟฟ้าเครื่องยนต์เล็กดีเซล บำรุงรักษาและการประมาณราคาค่าบริการ			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	หน้า 2/4
กิจกรรมการเรียนการสอน 1. แนะนำการใช้ผ่านแอปพลิเคชัน EON-XR และชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ก่อนเข้าสู่บทเรียน 2. ให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ผ่านแอปพลิเคชัน EON-XR ก่อนเข้าสู่บทเรียน 3. ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 4. ครูผู้สอนให้นักศึกษาได้ร่วมพูดคุย ปรีกษาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม จากเนื้อหาที่ได้ศึกษาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาแล้ว 5. ครูผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาแบ่งกลุ่ม และศึกษาใบความรู้หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 6. นักศึกษาศึกษาใบปฏิบัติงาน และฝึกปฏิบัติงานหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 6. นักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์ และสรุปผลการเรียนรู้หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 7. นักศึกษาทำแบบทดสอบ สื่อการเรียนรู้ 1. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2. ใบความรู้ 3. ใบปฏิบัติงาน 4. หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 5. แบบทดสอบหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน 1. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบ 4 ตัวเลือก 2. เกณฑ์การประเมินคะแนนของผู้เรียนสูงกว่าร้อยละ 80			



แอปพลิเคชัน EON-XR เข้าสู่
บทเรียนสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริง

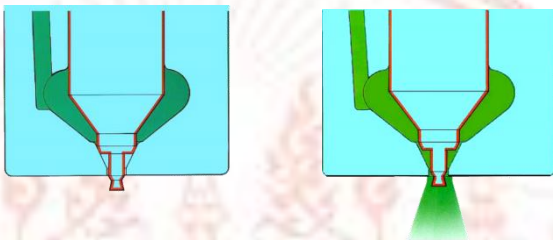


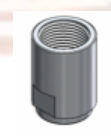
	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก		ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้			
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล		หน่วยการเรียนรู้ที่ 8		หน้า 3/4	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการเรียนรู้ / การวัดผล (เวลา 7 ชั่วโมง/สัปดาห์)						
ขั้นตอน	หัวข้อ เรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ เรียนรู้	การ วัดผล	เวลา (นาที)
ขั้นเข้าใจ จุดประสงค์ การเรียนรู้	มอบหมาย งาน	แนะนำให้นักเรียน ศึกษาสื่อการเรียนรู้ เรื่องหลักการ ทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์ เล็ก ดีเซลด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม ผ่าน แอปพลิเคชัน EON- XR	นักเรียน ศึกษาสื่อ การเรียนรู้ เรื่อง หลักการการทำงาน หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์ เล็ก ดีเซลด้วย เทคโนโลยีความ จริงเสริม ผ่านแอป พลิเคชัน EON-XR	เทคโนโลยี ความจริง เสริม โดยแอป พลิเคชัน EON-XR 	-	30
นำเข้าสู่ บทเรียน	ทำความเข้าใจ	ครูผู้สอน นำเข้าสู่บทเรียน	นักศึกษาทำความเข้าใจ ศึกษา หลักการการทำงาน หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์ เล็ก ดีเซลด้วย		-	30
ทบทวน ตรวจสอบ	เนื้อหาสื่อ เทคโนโลยี ความจริงเสริม	ครูผู้สอนให้ นักศึกษาได้ร่วม พูดคุย ปรีक्षा แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม จาก เนื้อหาได้ศึกษาสื่อ เทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริมมาแล้ว	ถาม-ตอบเกี่ยวกับ เนื้อหาในสื่อการ เรียนรู้ด้วย เทคโนโลยี ความจริงเสริม เรื่องหลักการ ทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลด้วย	-	-	60

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก		ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้			
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล		หน่วยการเรียนรู้ที่ 8		หน้า 4/4	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการเรียนรู้ / การวัดผล (เวลา 7 ชั่วโมง/สัปดาห์)						
ขั้นตอน	หัวข้อ เรื่อง	กิจกรรม ผู้สอน	กิจกรรม ผู้เรียน	สื่อการเรียนรู้	การ วัดผล	เวลา (นาที)
ขั้นทดลอง	มอบหมาย งาน	ครูผู้สอน มอบหมายให้ นักศึกษา แบ่งกลุ่มและ ศึกษาใบ ความรู้ หลักการ ทำงานหัวฉีด น้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์ เล็กดีเซลด้วย	นักศึกษา แบ่งกลุ่ม และ ศึกษาใบความรู้ หลักการทำงาน หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็ก ดีเซลด้วย	ใบการจัดการ ความรู้ ชิ้นงานจริง และ ใบมอบหมายงาน	ขั้นทดลอง	มอบหมาย งาน
ขั้นสรุปผล	สรุปผลการ ปฏิบัติงาน หลักการ ทำงาน หัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องยนต์ เล็กดีเซล ด้วย	ครูผู้สอนให้ นักศึกษา ร่วมกัน วิเคราะห์ และ ฝึกทักษะ	นักศึกษาร่วมกัน วิเคราะห์ ผลการวัด และสรุปผล การฝึกทักษะ การปฏิบัติงาน	-	-	60
ขั้น ประเมินผล	แบบทดสอบ	ครูผู้สอน เฉลย แบบทดสอบ	นักศึกษา ทำแบบทดสอบ	-	แบบ ทดสอบ	30

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	หน้า 1/15
หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล เครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์สูบเดียว เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กำลังในการขับเคลื่อนด้วยการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องยนต์ดีเซลใน มีทั้งแบบลูกสูบเอียงและแบบลูกสูบตั้ง เครื่องยนต์เล็กดีเซลที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย จะเป็นเครื่องยนต์แบบลูกสูบนอน ใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซล การบำรุงรักษาง่าย ใช้งานได้สะดวกตลอดเวลามีความทนทานสูงและสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้นาน มักใช้ในการเกษตร เช่น เครื่องต้นกำลังรถไถนาเดินตาม เครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดยาฆ่าหญ้า เครื่องปั่นไฟฟ้า และเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ เครื่องจักรกลทางการเกษตรอีกมากมาย  ภาพที่ ง-1 เครื่องยนต์เล็กดีเซลเป็นเครื่องยนต์สูบเดียว ที่มา : https://www.google.com/search?sca หัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล หัวฉีดมีหน้าที่รับน้ำมันแรงดันสูงจากปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงฉีดไปยังห้องเผาไหม้ในลักษณะที่เป็นฝอยละอองในจังหวะอัดสุด หัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีอยู่ 2 แบบ 1. หัวฉีดแบบเดือย เป็นหัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์ที่ใช้ห้องเผาไหม้ แบบห้องเผาไหม้ช่วย หรือแบบเอเนอร์จีเซลล์ (Energy Cell) หัวฉีดแบบเดือยจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกมาในลักษณะรูปกรวยบานกว้าง หัวฉีดแบบเดือยนี้จะถูกสร้างให้ปลายเข็มหัวฉีดยื่นมานอกปลอกเข็ม หัวฉีดเล็กน้อยปลายเข็มหัวฉีดนี้มีทั้งแบบเข็มตรง และแบบเข้มนอนปลาย			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	หน้า 2/15
<p>หัวฉีดที่ใช้กับเครื่องยนต์เล็กดีเซลโคโบต้า ET มีทั้งหมด 3 แบบดังนี้</p> 1) หัวฉีดหนึ่งรู แบบนี้มีเพียงรูเดียวสำหรับการฉีดน้ำมันดีเซลลงในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์มักนิยมใช้สำหรับเครื่องยนต์เล็กๆ ที่ไม่ต้องการปริมาณการฉีดมากเกินไป 2) หัวฉีดหลายรู แบบนี้มีหลายรูสำหรับฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาผลาญ ซึ่งช่วยให้การเผาเรียบขึ้นและมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ขนาดกลางถึงใหญ่ 3) หัวฉีดแบบหน่วยเดียว แบบนี้คือการรวมหัวฉีดและปั้มน้ำมันเข้าด้วยกัน <p>ในหนึ่งหน่วย เพื่อความสะดวกในการปรับปรุงและซ่อมบำรุง มักใช้ในเครื่องยนต์ที่มีความซับซ้อนการเลือกใช้แบบหัวฉีดที่เหมาะสมนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องยนต์ การใช้งาน และการต้องการประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน</p> <div data-bbox="715 1061 975 1357" data-kind="parent" data-rs="2">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ ง-2 หัวฉีดแบบเดี่ยวสัน</p> <p>2. หัวฉีดแบบรู เป็นแบบที่ใช้กับห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือโดยตรง หัวฉีดแบบนี้ ตัวเข็มทำเป็นปลายแหลมนั่งอยู่บนบ่าภายในปลอกเข็มหัวฉีดไม่ไผ่ออกมาข้างนอก ปลายของหัวฉีดมีทั้งแบบรูเดียวและแบบหลายรู นมหนูแบบรู ประกอบด้วยเสี้ยนนมหนูและเข็มนมหนู ปลายเสี้ยนนมหนูมีรูเดียวหรือหลายรู แล้วแต่ลักษณะการใช้งานของห้องเผาไหม้และใช้เฉพาะห้องเผาไหม้แบบเปิดแรงฉีดน้ำมัน 175 – 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปลายนมหนูไม่ไผ่ออกมานอกเสี้ยนนมหนู ความดันน้ำมันจึงมีแรงยกบานนมหนูให้เข็มนมหนูยกขึ้น ปลอ้ยให้น้ำมันฉีดดัง</p>			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 3/15
 ภาพที่ ง-3 การทำงานหัวฉีดแบบรู ที่มา : https://www.google.com/search?sca หัวฉีดแบบรูเป็นแบบที่ใช้กับห้องเผาไหม้แบบเปิดหรือโดยตรง หัวฉีดแบบนี้ ตัวเข็มทำเป็นปลายแหลมนั่งอยู่บนปากภายในปลอกเข็มหัวฉีดไม่ไผ่ล่อออกมาข้างนอก ปลายของหัวฉีดมีทั้งแบบรูเดียวและแบบหลายรู คุณสมบัติที่ดีของหัวฉีด 1. หัวฉีดต้องทำงานภายใต้กำลังดันสูงมากได้ 2. ต้องทำงานได้รวดเร็วและทนต่ออุณหภูมิสูงได้ 3. หัวฉีดจะต้องประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่แข็งแรง 4. หัวฉีดจะต้องฉีดน้ำมันด้วยความเร็วภายในเศษส่วนของวินาทีได้ 2.1.1 การทำงานของหัวฉีดน้ำมันดีเซล เข็มหัวฉีดจะทำหน้าที่เป็นตัวปิด เปิดรูน้ำมันโดยมีสปริงทำหน้าที่กดเข็มหัวฉีดให้นั่งอยู่บนปากปลอกเข็มหัวฉีด เมื่อน้ำมันแรงดันสูงจากปั๊มส่งมายังหัวฉีด น้ำมันก็จะไปดันให้เข็มหัวฉีดยกตัวขึ้นโดยชนะแรงดันสปริงเข็มหัวฉีดก็จะเปิดรูน้ำมันให้น้ำมันฉีดออกไปเมื่อน้ำมันถูกฉีดออกไปแล้วแรงดันของน้ำมันจะลดลงสปริงก็จะดันเข็มหัวฉีดลงมาปิดรูน้ำมันตามเดิม			

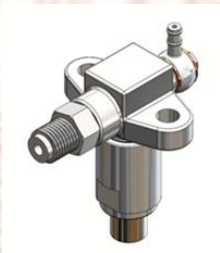
	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 4/15
ส่วนประกอบหัวฉีดน้ำมันเครื่องยนต์เล็กดีเซล  ภาพที่ ง-4 ส่วนประกอบหัวฉีดน้ำมันเครื่องยนต์เล็กดีเซล ชื่อและหน้าที่ของส่วนประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 1. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด ทำหน้าที่ในการยึดและควบคุมตำแหน่งของเข็มหัวฉีดให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อให้เข็มสามารถเปิดหรือปิดช่องทางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างแม่นยำ  ภาพที่ ง-5 ปลอกยึดเข็มหัวฉีด			

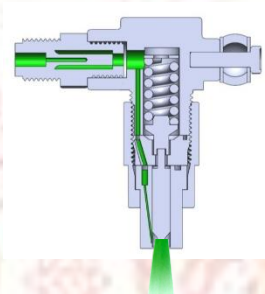
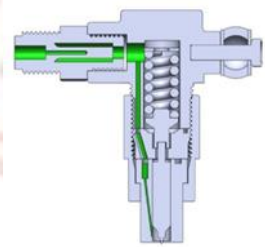
	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 5/15
2. ถ้วยรองเข็มหัวฉีด มีหน้าที่สำคัญในการช่วยควบคุมการจ่ายน้ำมันให้กับเครื่องยนต์ ถ้วยรองเข็มหัวฉีดจะอยู่ในตำแหน่งที่รองรับเข็มหัวฉีดของหัวฉีด ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเปิด-ปิด การจ่ายน้ำมันดีเซลให้กับห้องเผาไหม้ตามความต้องการของเครื่องยนต์  ภาพที่ ง-6 ถ้วยรองเข็มหัวฉีด 3. เข็มหัวฉีด มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการจ่ายน้ำมันดีเซลให้กับห้องเผาไหม้ การควบคุมการฉีดน้ำมันเข็มหัวฉีดจะทำหน้าที่เปิด ปิดทางน้ำมันที่ไหลผ่านหัวฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำมันในระบบและสัญญาณจากระบบควบคุมเครื่องยนต์ เมื่อแรงดันน้ำมันสูงพอ เข็มจะยกขึ้นและน้ำมันจะถูกฉีดออกไปในรูปแบบละอองละเอียด เพื่อให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ เข็มหัวฉีดจะปรับตำแหน่งตามการควบคุมจากระบบเพื่อให้การจ่ายน้ำมันมีความแม่นยำตามสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น รอบเครื่องยนต์โหลด และ อุณหภูมิ การจ่ายน้ำมันที่เหมาะสมจะช่วยให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด  ภาพที่ ง-7 เข็มหัวฉีด 4. บารองก้านกดเข็มหัวฉีด ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับการเคลื่อนไหวของเข็มหัวฉีด หรือที่เรียกว่า ก้านกดหัวฉีด ซึ่งจะยกขึ้นหรือลงตามแรงดันน้ำมันหรือการควบคุมจากระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์ โดยที่บารองจะต้องมีความแข็งแรงและแม่นยำเพื่อให้เข็มหัวฉีดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ			

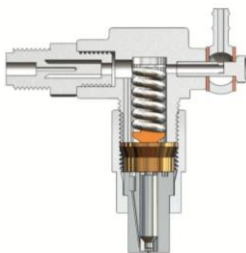
	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 6/15
 ภาพที่ ง-8 ปารองก้านกดเข็มหัวฉีด 5. ก้านกดเข็มหัวฉีด มีหน้าที่หลักในการควบคุมการเปิด-ปิดของเข็มหัวฉีดในระบบการจ่ายน้ำมันของเครื่องยนต์ โดยจะทำงานร่วมกับปั๊มเชื้อเพลิงและการควบคุมอื่นๆ ภายในระบบหัวฉีดน้ำมัน เพื่อให้เครื่องยนต์ได้รับปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมในแต่ละจังหวะของการทำงาน ก้านกดเข็มหัวฉีด ควบคุมการเปิดและปิดของเข็มหัวฉีด ก้านกดเข็มจะทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เข็มหัวฉีดเปิดออกและปล่อยน้ำมันออกมาให้กับห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในเวลาที่เหมาะสม โดยจะมีการปรับระดับการเปิดของเข็มตามปริมาณน้ำมันที่ต้องการและความเร็วรอบเครื่องยนต์  ภาพที่ ง-9 ก้านกดเข็มหัวฉีด 6. สปริง ทำหน้าที่ในการกดเข็มหัวฉีดให้อยู่ในตำแหน่งปิด ไม่ปล่อยน้ำมัน จนกว่าแรงดันน้ำมันจากปั๊มเชื้อเพลิงจะเพียงพอที่จะทำให้เข็มหัวฉีดเปิดออก เมื่อแรงดันน้ำมันสูงถึงระดับที่กำหนด สปริงจะถูกดันให้เปิดเข็มหัวฉีดออกเพื่อปล่อยน้ำมันเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์  ภาพที่ ง-10 สปริง 7. แหวนรองข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง ทำหน้าที่เป็นตัวปิดหรือซีลระหว่างข้อต่อท่อที่น้ำมันไหลกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมัน โดยช่วยป้องกันการรั่วซึมของน้ำมันที่อาจเกิดขึ้น			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 7/15
เชื่อมต่อที่ไม่สนิท หรือความเสียหายของข้อต่อ การทำงานที่ดีของแหวนรองจะช่วยให้ระบบน้ำมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่มีการสูญเสียน้ำมัน  ภาพที่ ง-11 แหวนรองข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง 8. สกรูยึดข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง มีหน้าที่ในการยึดและตรึงข้อต่อที่ใช้เชื่อมต่อท่อน้ำมันที่ไหลกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมันหรือถังเก็บน้ำมันยึดข้อต่อน้ำมันให้ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและมั่นคง ซึ่งทำให้ท่อที่เชื่อมต่อสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การยึดข้อต่อให้แน่นหนาจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการหลวมของข้อต่อที่อาจทำให้เกิดการรั่วซึมของน้ำมัน  ภาพที่ ง-12 สกรูยึดข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง 9. ข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อท่อน้ำมันที่ไหลกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมัน หรือถังเก็บน้ำมัน โดยส่วนใหญ่จะพบในเครื่องยนต์ดีเซลหรือเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงในรูปแบบที่ต้องการหมุนเวียนน้ำมันไปกลับเพื่อรักษาความสมดุลของระดับน้ำมันและความดันในระบบน้ำมันการไหลของน้ำมันกลับถังข้อต่อขึ้นนี้จะทำให้การไหลของน้ำมันที่ผ่านเครื่องยนต์แล้ว หลังจากที่ถูกใช้ไปในกระบวนการเผาไหม้กลับไปถังน้ำมันเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนใหม่  ภาพที่ ง-13 ข้อต่อน้ำมันไหลกลับถัง			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 8/15
10. แผ่นซึม ทำหน้าที่การควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลจะมีระบบหัวฉีดที่ใช้ในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงลงในห้องเผาไหม้ โดยที่การทำงานของหัวฉีดจะต้องมีการควบคุมความดันและปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดออกมาให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งแผ่นซึมนี้จะมีบทบาทสำคัญในการปรับแต่งการทำงานของหัวฉีดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดแผ่นซึมหัวฉีดมักจะมีขนาดหรือความบางที่แตกต่างกันไปตามการใช้งานและชนิดของเครื่องยนต์ เพื่อตอบสนองความต้องการที่ต่างกันในแต่ละเครื่องยนต์ ภาพที่ ง-14 แผ่นซึม 11. เรือนหัวฉีด หน้าที่หลักในการรองรับและปกป้องส่วนประกอบต่าง ๆ ของหัวฉีด รวมถึงการควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์รองรับและติดตั้งหัวฉีด เป็นที่ยึดติดสำหรับส่วนประกอบของหัวฉีด ภาพที่ ง-15 เรือนหัวฉีด 12. ข้อต่อน้ำมันไหลเข้าหัวฉีด หน้าที่หลักของมันคือการเชื่อมต่อระหว่างระบบท่อจ่ายน้ำมันกับหัวฉีด เพื่อให้สามารถส่งน้ำมันจากถังน้ำมันไปยังหัวฉีดที่ปล่อยน้ำมันเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ได้โดยทั่วไปแล้ว ข้อต่อน้ำมันไหลเข้าหัวฉีด ส่งน้ำมันจากปั๊มน้ำมันไปยังหัวฉีด ข้อต่อนี้ช่วยให้สามารถถ่ายเทน้ำมันจากปั๊มไปยังหัวฉีดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งน้ำมันที่ส่งไปจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่อช่วยในการทำงานของเครื่องยนต์			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 9/15
 ภาพที่ ง-16 ขั้วต่อน้ำมันไหลเข้าหัวฉีด การทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล  ภาพที่ ง-17 หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล โดยการทำงานของหัวฉีดมีขั้นตอนและการทำงานที่เฉพาะเจาะจงเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียพลังงานการทำงานของหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้ การทำงานขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง การทำงานของระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กมักจะมีขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไป เมื่อถึงจุดที่ลูกสูบขึ้นถึงจุดสูงสุด Top Dead Center: TDC ระบบหัวฉีดจะทำงาน โดยหัวฉีดน้ำมันจะฉีดน้ำมันดีเซลที่มีความดันสูงประมาณ 1000-2000 บาร์ เข้าไปในกระบอกสูบ ระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ มีการควบคุมการฉีดโดยระบบกลไกที่คำนวณปริมาณน้ำมันที่ต้องการและเวลาที่จะฉีดน้ำมันเพื่อให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 10/15
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดเข้าไปจะมีกระบวนการแยกออกเป็นละอองละเอียดจะช่วยให้การเผาไหม้เกิดขึ้นได้ง่ายและสมบูรณ์  ภาพที่ ง-18 การทำงานขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง การทำงานของหัวฉีดขณะหยุดฉีดน้ำมัน เครื่องยนต์ดีเซลควบคุมการจ่ายน้ำมันที่ทำงานโดยอัตโนมัติในการควบคุมการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบตามเงื่อนไขต่างๆ เช่น อัตราความเร็วรอบ และภาระการทำงานของเครื่องยนต์ เมื่อระบบควบคุมกลไกการสร้างแรงดันน้ำมันจะส่งน้ำมันไปยังหัวฉีดเพื่อส่งให้ฉีดน้ำมันหรือหยุดฉีดน้ำมัน ในบางกรณี เช่น เมื่อเครื่องยนต์ต้องการหยุดการเผาไหม้ชั่วคราว อาจเป็นในช่วงการปิดเครื่องยนต์หรือในช่วงที่ไม่มีภาระการทำงานของ ระบบจะส่งน้ำมันไปยังหัวฉีดเพื่อหยุดการฉีดน้ำมัน  ภาพที่ ง-19 การทำงานของหัวฉีดขณะหยุดฉีดน้ำมัน			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 11/15
<p>การหยุดฉีดน้ำมันระบบภายในหัวฉีดจะปิดการไหลของน้ำมัน โดยปกติแล้วหัวฉีดจะทำงานผ่านการเปิด ปิดของ วาล์ว ภายในที่ควบคุมการไหลของน้ำมัน ในช่วงที่หยุดการฉีดน้ำมัน น้ำมันที่มีแรงดันจากปั๊มจะถูกหยุดไม่ให้ไหลไปที่หัวฉีด ซึ่งจะทำให้ไม่มีการพ่นน้ำมันลงในกระบอกสูบ</p> <p>ขณะเครื่องยนต์เครื่องยนต์หยุดทำงาน</p> <p>ผลกระทบจากการหยุดฉีดน้ำมัน ไม่มีการเผาไหม้ เมื่อไม่มีการฉีดน้ำมัน น้ำมันที่เคยถูกฉีดเข้าไปจะไม่เผาไหม้ในกระบอกสูบ ซึ่งจะทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์หยุดลงเครื่องยนต์หยุดทำงาน หากการหยุดฉีดน้ำมันเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น การหยุดชั่วคราวหรือในขณะลดความเร็วรอบเครื่องยนต์จะหยุดทำงานหรือมีการลดพลังงานอย่างมาก การสตาร์ทใหม่ เมื่อเครื่องยนต์เริ่มทำงานอีกครั้ง ระบบจะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปในกระบอกสูบใหม่ และการเผาไหม้จะเริ่มต้นขึ้นอีกครั้ง</p> <p>การป้องกันความเสียหายของหัวฉีด</p> <p>ในบางกรณีที่เครื่องยนต์ต้องการหยุดฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างรวดเร็วหรือในระหว่างการทำงานที่มีภาระเบา ระบบจะมีการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของน้ำมันหรือความร้อนที่สูงเกินไปในกระบอกสูบ ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดจากการทำงานที่ไม่สมบูรณ์</p> <div data-bbox="740 1464 986 1715" data-kind="parent" data-rs="2">  </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ ง-20 ลักษณะภายในหัวฉีดที่สมบูรณ์</p>			

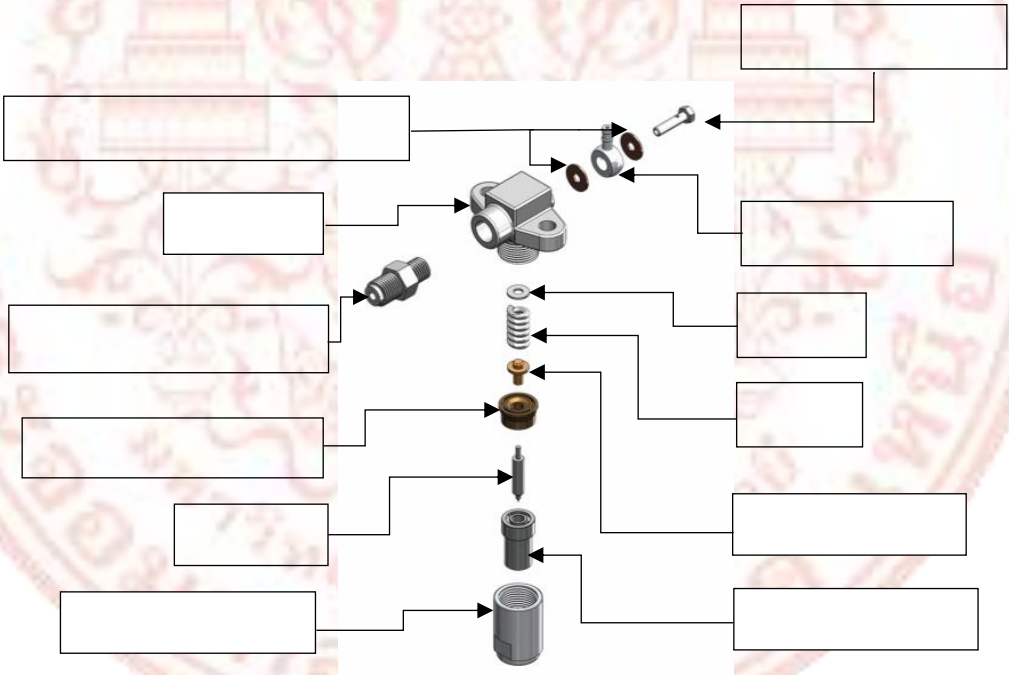
	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 12/15
การตรวจสอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล ตรวจสอบสภาพของหัวฉีดสภาพของหัวฉีด ควรตรวจสอบหัวฉีดว่ามีคราบน้ำมันหรือฝุ่นจับอยู่หรือไม่ หากหัวฉีดมีการสึกหรอหรือเสียหาย อาจทำให้การฉีดน้ำมันไม่ดี การพ่นน้ำมันจากหัวฉีดมีการพ่นน้ำมันที่ไม่เป็นละออง หรือมีการรั่วซึม อาจทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ การทดสอบหัวฉีด 1. เครื่องทดสอบหัวฉีด สามารถใช้เครื่องทดสอบหัวฉีดเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อทดสอบการทำงานของหัวฉีด โดยเครื่องทดสอบจะช่วยตรวจสอบความดันของน้ำมันที่ถูกฉีดออกจากหัวฉีด ตามค่ามาตรฐานที่บริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด ซึ่งรุ่น ET 100 มีค่ามาตรฐานแรงดัน 120 kg/cm² การเพิ่มหรือลดความหนาแน่นขนาด 0.10 cm จะทำให้ค่าแรงดันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง 10 kg/cm² ค่ามาตรฐานแรงดันปลดกักยึดชุดเข็มหัวฉีดใช้ค่าแรงดัน 800 – 1,000 kg-cm  ภาพที่ ง-21 เครื่องทดสอบหัวฉีด 2. การทดสอบแบบมือ หากคุณไม่มีเครื่องทดสอบเฉพาะ คุณสามารถถอดหัวฉีดออกมาดูการทำงานได้ โดยใช้วิธีการดันน้ำมันเข้าไปในหัวฉีดและตรวจดูว่าเกิดการพ่นน้ำมันในรูปแบบละออง 3. การทำความสะอาดหัวฉีด หากพบว่าหัวฉีดมีการอุดตันจากคราบน้ำมันหรือสิ่งสกปรก การทำความสะอาดสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องมือทำความสะอาดหัวฉีดหรือใช้สาร			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 13/15
ทำความสะอาดหัวฉีดดีเซล การใช้น้ำมันดีเซลสะอาด การใช้น้ำมันดีเซลที่มีคุณภาพจะช่วยลดปัญหาการบกพร่องที่หัวฉีด 4. ตรวจสอบการตั้งค่าหัวฉีด ความดันในการฉีดน้ำมันของหัวฉีดต้องเหมาะสมเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ หากความดันไม่เหมาะสม จะทำให้การฉีดน้ำมันไม่ดี ซึ่งอาจทำให้เครื่องยนต์มีปัญหาต่างๆ เช่น สะดุดหรือขาดประสิทธิภาพ 5. การทดสอบการทำงานในสภาพจริง ทดสอบเครื่องยนต์หลังจากตรวจสอบและทำความสะอาดหัวฉีดแล้ว ควรทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์อีกครั้งในสภาพการใช้งานจริง เช่น การขับเคลื่อนในที่ลาดชันหรือการทำงานหนัก อาการที่เกิดจากหัวฉีดทำงานผิดปกติ 1. เครื่องยนต์สะดุดหรือไม่หมุนรอบ อาการ เครื่องยนต์จะมีความทำงานไม่เสถียร บางครั้งอาจสะดุด หรือไม่สามารถหมุนรอบได้ตามปกติ สาเหตุ หากหัวฉีดไม่สามารถจ่ายน้ำมันในปริมาณที่ถูกต้องหรือไม่สามารถฉีดเป็นละอองได้ดี จะทำให้การเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เครื่องยนต์ทำงานไม่เต็มที่ 2. การเร่งเครื่องช้า หรือเครื่องยนต์ขาดกำลัง อาการ เครื่องยนต์จะมีการตอบสนองช้าเมื่อเร่งเครื่อง หรือไม่สามารถดึงกำลังได้ตามปกติ สาเหตุ หัวฉีดที่เสียหายหรือการพ่นน้ำมันที่ไม่เป็นละอองอาจทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เครื่องยนต์ขาดกำลัง 3. คิว้นดำจากท่อไอเสีย อาการ คิว้นดำออกจากท่อไอเสียเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน สาเหตุ หัวฉีดที่เสียหรือสกปรกอาจทำให้น้ำมันถูกฉีดออกมาไม่สมบูรณ์ หรือมีการรั่วไหล ทำให้เครื่องยนต์เผาไหม้ไม่สมบูรณ์และเกิดคิว้นดำ			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 14/15
4. ควันขาวหรือควันฟ้า อาการ เมื่อมีการฉีดน้ำมันมากเกินไป อาจทำให้เกิดควันขาวหรือฟ้า สาเหตุ หัวฉีดที่มีการรั่วซึมหรือเสียหายทำให้ปริมาณน้ำมันมากเกินไป ส่งผลให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และเกิดควันออกมา 5. เสียงเครื่องยนต์ผิดปกติ อาการ เสียงของเครื่องยนต์อาจฟังดูแปลกไป เช่น เสียงกระแทกหรือเสียงทุบจากภายในเครื่องยนต์ สาเหตุ การที่หัวฉีดไม่สามารถจ่ายน้ำมันได้ถูกต้อง หรือการจ่ายน้ำมันไม่เป็นละอองอาจทำให้เกิดการระเบิดในห้องเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เสียงเครื่องยนต์ผิดปกติ 6. การใช้น้ำมันมากเกินไป อาการ การใช้น้ำมันมากผิดปกติ สาเหตุ หัวฉีดที่เสียหายหรือมีปัญหาอาจทำให้น้ำมันถูกฉีดมากเกินไปในแต่ละรอบการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และใช้น้ำมันมากขึ้น 7. การสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ อาการ เครื่องยนต์สั่นมากขึ้นเมื่อใช้งาน สาเหตุ หากหัวฉีดไม่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้การจ่ายน้ำมันไม่สมดุล ทำให้เครื่องยนต์ทำงานไม่ราบรื่นและเกิดการสั่นสะเทือน งานบริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล การให้บริการหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เล็กดีเซล เป็นกระบวนการที่สำคัญในการรักษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล หากหัวฉีดทำงานผิดปกติจะส่งผลให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น เครื่องยนต์สะดุด กินน้ำมันมากเกินไป หรือเครื่องยนต์ขาดกำลัง ควรตรวจสอบสัญญาณที่บ่งบอกว่าหัวฉีดอาจมีปัญหา			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	หน่วยการเรียนรู้ 8	หน้า 15/15
1. การถอดหัวฉีดออก - ถอดหัวฉีดออกจากเครื่องยนต์อย่างระมัดระวัง เพื่อลดความเสี่ยงในการเสียหาย - ตรวจสอบสภาพของหัวฉีดเมื่อถอดออกมาว่ามีการสึกหรอหรือคราบสกปรกหรือไม่ 2. การทำความสะอาดหัวฉีด - การใช้สารทำความสะอาดหัวฉีด: หัวฉีดที่มีการอุดตันหรือคราบน้ำมันอาจทำให้การพ่นน้ำมันไม่สมบูรณ์ การทำความสะอาดสามารถทำได้โดยการใช้สารทำความสะอาดเฉพาะสำหรับหัวฉีด หรือการใช้เครื่องมือทำความสะอาดหัวฉีดที่มีระบบการฉีดน้ำมันสะอาด - การใช้น้ำมันดีเซลสะอาด: ควรใช้น้ำมันดีเซลที่มีคุณภาพดีในการทดสอบและทำความสะอาด เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกในหัวฉีดอีก 3. การทดสอบหัวฉีดหลังทำความสะอาด - เมื่อทำความสะอาดหัวฉีดแล้ว ควรทดสอบการทำงานของหัวฉีดด้วยเครื่องมือทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าหัวฉีดสามารถทำงานได้ตามปกติ - ตรวจสอบว่าหัวฉีดพ่นน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นละอองละเอียดและมีการจ่ายน้ำมันในปริมาณที่เหมาะสม 4. การติดตั้งหัวฉีดใหม่หรือซ่อมแซมหัวฉีด - หากหัวฉีดเสียหายหรือไม่สามารถทำความสะอาดได้ ควรพิจารณาการเปลี่ยนหัวฉีดใหม่ การซ่อมอาจไม่คุ้มค่า - หากหัวฉีดยังสามารถใช้ได้หลังการทำความสะอาด ควรทำการติดตั้งกลับเข้าไปในเครื่องยนต์ และตรวจสอบให้แน่ใจว่าหัวฉีดถูกติดตั้งอย่างถูกต้อง 5. การตั้งค่าหัวฉีดใหม่ - หลังจากติดตั้งหัวฉีดใหม่หรือทำความสะอาดเสร็จแล้ว ควรตรวจสอบการตั้งค่าหัวฉีด โดยเฉพาะการตั้งค่าความดันน้ำมันให้เหมาะสม เพื่อให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด 6. การทดสอบเครื่องยนต์หลังการบริการ - เมื่อทำการบริการหัวฉีดเสร็จแล้ว ควรทดสอบเครื่องยนต์เพื่อดูว่ามีการทำงานที่ดีขึ้น เช่น การขับเคลื่อนเครื่องยนต์ การเร่งเครื่อง การสังเกตการเกิดควันหรือเสียงผิดปกติ			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบฝึกหัด	หน้า 1/2
ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่..... ระดับชั้น..... สาขา.....			
แบบฝึกหัด คำสั่ง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ 1. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีหน้าที่อะไร 2. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีหลักการทำงานอย่างไร 3. หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีส่วนประกอบหลักอะไรบ้าง 			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบฝึกหัด	หน้า 2/2
ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่..... ระดับชั้น..... สาขา.....			
<u>แบบฝึกหัด</u> 6. จงบอกชื่อชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลต่อไปนี้ให้ถูกต้อง 			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	คู่มือครู	หน้า 1/1
คู่มือครู สำหรับแผนการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เล็กดีเซลสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ 1. ทำความเข้าใจ และศึกษาเรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล พร้อมมอบหมายให้นักศึกษาเข้าสู่สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผ่านแอปพลิเคชัน EON-XR ก่อนเข้าสู่บทเรียน 2. ครูผู้สอนนำเข้าสู่ 3. ครูผู้สอนให้นักศึกษาได้ร่วมพูดคุย ปรีกษาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม จากเนื้อหาที่ได้ศึกษาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาแล้ว 4. ครูผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาแบ่งกลุ่ม และศึกษาใบความรู้หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 5. ให้นักศึกษาศึกษาใบปฏิบัติงาน และฝึกปฏิบัติงานหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 6. ให้นักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์ และสรุปผลการเรียนรู้หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล 7. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลโดยใช้เกณฑ์การประเมินคะแนนของผู้เรียนสูงกว่าร้อยละ 80			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 1/9
คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบอัตนัย แบบ 4 ตัวเลือก 2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว - หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล มีหน้าที่อย่างไร - ฉีดน้ำมันให้เป็นฝอยละอองในปริมาณที่ถูกต้อง - ช่วยสตาร์ทเครื่องยนต์ - ช่วยลดเวลาว่างจุดระเบิด - จุดระเบิดในห้องเผาไหม้ - การเลือกเข็มหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์พิจารณาจากอะไร - ลักษณะห้องเผาไหม้ - ขนาดห้องเครื่องยนต์ - เครื่องยนต์หมุนช้าหรือหมุนเร็ว - ลักษณะของเครื่องยนต์ - หัวฉีดที่นิยมใช้ในเครื่องยนต์เล็กดีเซลมีกี่แบบ 1 แบบ 2 แบบ 3 แบบ 4 แบบ - ลักษณะหัวฉีดที่มีเดือยโผล่พ้นออกมาจากปลายหัวฉีด คือหัวฉีดประเภทใด - หัวฉีดแบบเข็ม - หัวฉีดแบบรู - หัวฉีดแบบเดือย - หัวฉีดแบบไฟฟ้า			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 2/9
		5. หัวฉีดแบบเดียวยมีกี่แบบ ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ 6. เครื่องยนต์เล็กดีเซลแบบมีห้องเผาไหม้ช่วยใช้หัวฉีดแบบใด ก. หัวฉีดแบบเดียวยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดียวยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู 7. หัวฉีดแบบรูมีกี่แบบ ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ 8. เช็มหัวฉีดมีหน้าที่อย่างไร ก. ควบคุมการฉีดน้ำมัน ข. ลดแรงดันน้ำมัน ค. เพิ่มแรงดันน้ำมัน ง. เปิด ปิดการจ่ายน้ำมันตามจังหวะการทำงาน 9. จากภาพ คือการทำงานหัวฉีดแบบใด ก. หัวฉีดแบบเดียวยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดียวยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู	



	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 3/9
10. ข้อใดคือหน้าที่ของแผ่นชิมรองสปริงหัวฉีด ก. ควบคุมการฉีดน้ำมัน ข. ดันเข็มหัวฉีด ค. เพิ่มความดัน ง. ปรับความแข็งของสปริง 11. จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด 12. จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด 13. จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ปลอกยึดเข็มหัวฉีด 14. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล ก. ปารองก้านกดเข็มหัวฉีด ข. ข้อต่อน้ำมันไหลกลับถึง ค. แผ่นชิมปรับความแข็งของสปริง ง. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 4/9
15. ชิ้นส่วนใดทำหน้าที่ฉีดและหยุดฉีดน้ำมัน ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน ง. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด 16. จากภาพ คือส่วนประกอบในข้อใด  ก. เข็มหัวฉีด ข. เรือนเข็มหัวฉีด ค. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน ง. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด 17. ชิ้นส่วนใดทำให้เข็มหัวฉีดยกขึ้นเพื่อฉีดน้ำมัน ก. สปริงหัวฉีด ข. แผ่นซึมปรับความแข็งของสปริง ค. บำรอก้านกดเข็มหัวฉีด ง. ชุดลิ้นส่งน้ำมัน 18. จากภาพ คือหัวฉีดประเภทใด  ก. หัวฉีดแบบเดือยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดือยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู 19. หัวฉีดแบบเดือยส่วนปลายของเข็มหัวฉีดออกแบบให้เป็นรูปกรวยเพื่อป้องกันสาเหตุใด ก. การฉีดน้ำมันที่ไม่สม่ำเสมอ ข. การเสียหายของหัวฉีด ค. การน็อคของเครื่องยนต์ ง. การเพิ่มแรงดันของหัวฉีด			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 5/9
20. หัวฉีดที่สามารถฉีดน้ำมันน้ำมันเชื้อเพลิงได้แรงจนฝ่าอากาศที่มีกำลังอัดสูงเข้าไปได้ เป็นหัวฉีดแบบใด ก. หัวฉีดแบบเดือยสั้น ข. หัวฉีดแบบเดือยยาว ค. หัวฉีดแบบรูเดียว ง. หัวฉีดแบบหลายรู 21. ถ้าเพิ่มความหนาแผ่นซีมขนาด 0.10 mm ค่าแรงดันจะเพิ่มขึ้นเท่าไร ก. 10 kg/cm² ข. 15 kg/cm² ค. 20 kg/cm² ง. 25 kg/cm² 22. ค่าแรงดันหัวฉีดแบบเดือยสั้นมีค่ามาตรฐานแรงดันเท่าไร ก. 100 kg/cm² ข. 110 kg/cm² ค. 120 kg/cm² ง. 130 kg/cm² 23. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติที่ดีของหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซล ก. หัวฉีดต้องทำงานภายใต้กำลังดันสูงๆได้ดี ข. หัวฉีดต้องทำงานได้รวดเร็วทนทานแข็งแรง ค. หัวฉีดต้องฉีดน้ำมันด้วยความถูกต้องแม่นยำ ง. หัวฉีดที่มีขนาดใหญ่จะประหยัดน้ำมัน			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 7/9
29. หลังการประกอบหัวฉีดเรียบร้อยแล้วควรทำอะไร ก. ประกอบเข้ากับเครื่องยนต์ ข. ทำความสะอาดหัวฉีด ค. ใส่น้ำมันดีเซลเพื่อทดสอบ ง. ทดสอบแรงดันหัวฉีดด้วยเครื่องทดสอบ 30. ข้อใดไม่ใช่วิธีการตรวจสอบหลังการประกอบหัวฉีด ก. ตรวจสอบแรงดันหัวฉีด ข. ตรวจสอบฟอยละของของน้ำมัน ค. ตรวจสอบการรั่วซึมของเข็มหัวฉีด ง. ตรวจสอบน้ำมันไหลกลับถัง 31. ในกรณีไม่มีเครื่องทดสอบแรงดันหัวฉีดสามารถทดสอบแรงดันหัวฉีดด้วยวิธีใด ก. ทดสอบด้วยสายตา ข. ทดสอบด้วยเสียง ค. ทดสอบด้วยเครื่องยนต์ ง. ไม่สามารถทดสอบได้ 32. อาการเครื่องยนต์เดินไม่เรียบสาเหตุเกิดจากอะไร ก. หัวฉีด ฉีดน้ำมันไม่เป็นฟอยละของ ข. ประกอบหัวฉีดผิดขั้นตอน ค. ล้างทำความสะอาดหัวฉีดไม่ดี ง. เกิดจากเครื่องยนต์มีอายุการใช้งานมาก 33. เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติดสาเหตุเกิดจากอะไร ก. ปรับค่าแรงดันสปริง ข. หัวฉีดมีอายุการใช้งานมาก ค. แรงดันหัวฉีดไม่ได้ค่ามาตรฐาน ง. ปรับขนาดแผ่นซึม			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 8/9
34. ล้างทำความสะอาดกรองน้ำมันเชื้อเพลิงทุกกี่ ชม.การใช้งาน ก. 50 ชม. ข. 60 ชม. ค. 70 ชม. ง. 100 ชม. 35. ล้างทำความสะอาดกรองในถังน้ำมันเชื้อเพลิงทุกกี่ชม. การใช้งาน ก. 100 ชม. ข. 200 ชม. ค. 300 ชม. ง. 400 ชม. 36. การดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ตามระยะเวลาที่กำหนดมีผลดีอย่างไร ก. เครื่องสตาร์ทติดง่าย ข. กำลังของเครื่องยนต์ไม่ตก ค. เครื่องยนต์มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ง. เครื่องยนต์เงียบไม่มีเสียงผิดปกติ 37. การบริการหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซลควรศึกษาข้อมูลจากแหล่งใดจะทำให้ปฏิบัติงานได้ถูกต้องที่สุด ก. ประสบการณ์ช่าง ข. หนังสือตำรา ค. คู่มือการซ่อม ง. จากการบอกต่อกันมา 38. งานบริการหัวฉีดเครื่องยนต์เล็กดีเซลข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. สามารถทำเองได้ง่าย ข. ถอดล้างทำความสะอาดตามระยะที่กำหนด ค. การถอดประกอบเน้นความสะดวก ง. ราคาอะไหล่ถูกหาง่าย			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบแบบทดสอบ	หน้า 9/9
39. ขณะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงมีน้ำมันหยดที่ปลายหัวฉีดเกิดจากสาเหตุใด ก. สปริงหัวฉีดแข็งเกินไป ข. เพิ่มขนาดแผ่นซึม ค. ก้านกดเข็มหัวฉีดสึกหรอ ง. เข็มหัวฉีดกับเรือนเข็มหัวฉีดสึกหรอ 40. ข้อใดคือการลดปัญหาหัวฉีดเกิดการอุดตัน ก. ลดการใช้งานเครื่องยนต์ ข. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาแพง ค. ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่สะอาดผ่านการกรอง ง. ล้างถังน้ำมันเชื้อเพลิงบ่อยๆ *****			

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบเฉลยแบบทดสอบ	หน้า 1/1

เฉลยแบบทดสอบ

1 ก.	21 ก.
2 ก.	22 ค.
3 ข.	23 ง.
4 ค.	24 ค.
5 ข.	25 ง.
6 ก.	26 ค.
7 ข.	27 ก.
8 ง.	28 ค.
9 ง.	29 ง.
10 ง.	30 ง.
11 ค.	31 ค.
12 ข.	32 ก.
13 ก.	33 ค.
14 ง.	34 ง.
15 ก.	35 ง.
16 ง.	36 ค.
17 ก.	37 ค.
18 ก.	38 ค.
19 ค.	39 ง.
20 ค.	40 ค.

[illegible]

	วิชา งานเครื่องยนต์เล็ก	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้			
	เรื่อง หลักการทำงานหัวฉีดน้ำมัน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซล	ใบประเมิน ผลการปฏิบัติงาน	หน้า 1/1		
ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่..... ระดับชั้น..... สาขา..... คำสั่ง ให้ผู้เรียนปฏิบัติการถอด ประกอบหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลตามขั้นตอน  1. ถอด-ประกอบชิ้นส่วนของระบบส่งกำลังแปรผันต่อเนื่อง 2. เขียนขั้นตอนการถอด-ประกอบ และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ 3. ตรวจสอบชิ้นส่วน 4. ปฏิบัติงานอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย สะอาด และปลอดภัย 5. ใช้เวลาปฏิบัติไม่เกิน 1 ชั่วโมง					
จุดประเมิน	ผลการปฏิบัติงาน				หมายเหตุ
	ดีมาก (20)	ดี (17)	พอใช้ (15)	แก้ไข (10)	
1. การเตรียมวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์					
2. การถอดชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง					
3. การจัดวางชิ้นส่วน เพื่อทำความสะอาด					
4. การตรวจหาจุดบกพร่องชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง					
5. การแก้ไขจุดบกพร่องชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง					
6. การประกอบชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง					
7. ทำความสะอาด และเก็บวัสดุ เครื่องมือ-อุปกรณ์					
คะแนน = $\frac{\text{คะแนนรวมที่ได้} \times 20}{70}$ = $\frac{\dots \times 20}{70}$ =	ผลการพิจารณา :				

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสันติ ทรัพย์มาก
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องหลักการทำงานหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์เล็กดีเซลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติ	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

