



การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์

นายดนุสรณ์ ศรีคำอ้าย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์

The seal of Rajabhat Nakhon Phanom University is a circular emblem. It features a central five-tiered stupa (chedi) with a flame-like flame (phra phum) on top. The stupa is flanked by two smaller, three-tiered stupas. The entire central design is surrounded by a decorative border. The Thai text "มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ" (Mahavithayalai Technonoi Phra Chom Klao Phra Nakhon Hae) is written around the perimeter of the seal.

นายदनุสรณ์ ศรีคำอ้าย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์

โดย นายดนุสรณ์ ศรีคำอ้าย

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้า

ภาควิชา

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

.....

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี)

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์)

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุภศิริโรจน์)

ชื่อ : นายธนุสรณ์ ศรีคำอ้าย
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ
 ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับ
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างยนต์
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์
 หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ
 ร่วม :
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมกับเกณฑ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ 2) แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลจากการวิจัยพบว่าการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ 1) ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 3) ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง คะแนนระหว่างเรียน E1 คิดเป็นร้อยละ 81.17 และคะแนนทดสอบหลังเรียน E2 คิดเป็นร้อยละ 84.50 จึงสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 5.54, p = 0.00$)

(มีจำนวนทั้งสิ้น 114 หน้า)

คำสำคัญ : ความเร็วแล่นของลูกสูบ, เทคโนโลยีความจริงเสริม, สื่อการเรียนรู้

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Danuson Srikumeye

Independent Study Title : Development of Teaching media on topic how to estimate the linear velocity of piston cylinder Using Augmented reality technology for Vocational Certificate students in Automotive Engineering

Major Field : Mechanical Engineering Education
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Tongchana Thongtip, Ph.D.

Co-Advisor : Associate Professor Kittiwoot Sutthivirode, Ph.D.

Academic Year : 2024

ABSTRACT

This research aims to: 1) develop and evaluate the effectiveness of augmented reality learning media on the topic of piston speed, and 2) compare the learning outcomes of students who use augmented reality learning media with a standard criterion. The research tools used are: 1) augmented reality learning media on the topic of piston speed, 2) an evaluation form for the appropriateness of the augmented reality learning media on piston speed, and 3) a test to measure students' learning achievement on piston speed. The sample group consisted of 20 students enrolled in a mechanical mathematics course, selected by cluster sampling. The results of the research revealed that the evaluation of the appropriateness of the learning media was as follows: 1) Content of the learning media was rated the highest with a mean score of 4.78, 2) Usefulness of the learning media had a mean score of 4.76, and 3) Design of the learning media had a mean score of 4.83. The effectiveness of the training set, when applied to the experimental group, showed an E1 score of 81.17% and an E2 post-test score of 84.50%. It can be concluded that the augmented reality learning media on piston speed developed by the researcher has a higher efficiency than the specified standard criterion of 80/80, with statistical significance at the 0.05 level ($t = 5.54$, $p = 0.00$).

(Total 114 Pages)

Keywords: Piston Speed, Augmented Reality, Teaching Media,

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือ ความกรุณา ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้ให้ คำแนะนำ กำลังใจ เสียสละเวลา คอยชี้แนะแนวทางการดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอดเวลา ผู้วิจัย ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์ คณาจารย์ในภาควิชาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงสารนิพนธ์ฉบับ นี้ให้มีความสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ นายพินิต แก้วพระ นายโสภณ สัมเขียวหวาน นายสุริโย บุญเจริญ นายรัชศักดิ์ สระทองอ่อน ครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี นายเดชพล วรวัชกุล ครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพ กาญจนาบุรี ที่ให้ความกรุณาความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ ประเมินและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสื่อการสอนนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนแผนกวิชา ช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัย

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ญาติมิตร พี่น้อง ที่ช่วยให้การ สนับสนุน กำลังใจ คำแนะนำในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ ประสาทวิชา ความรู้มาตั้งแต่ต้นจนปัจจุบัน แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

دنسرن ตรีคำอ้าย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 สมมติฐานงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีเรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston speed)	5
2.2 แนวคิดและทฤษฎีเรื่อง การสร้างสื่อการเรียนรู้	9
2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality)	10
2.4 แอปพลิเคชัน EON-XR	13
2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้	15
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	18
2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	27
3.1 กลุ่มทดลอง	27
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	27
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	36
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ	38

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	
ผลการวิจัย	40
4.1 ผลการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์	40
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนกับเกณฑ์ ด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ	44
บทที่ 5	
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลการวิจัย	46
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	47
5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก	55
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	56
หนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ	57
ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง	62
ภาคผนวก ข	
แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	64
แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม (IOC) การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	67
ภาคผนวก ค	78
วิเคราะห์ข้อสอบ (Test blueprint) ภาคทฤษฎี	79
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้	80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม (IOC)	82
คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 30 ข้อ	83
ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ	84
ข้อมูลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น	85
ข้อมูลการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์	85
ภาคผนวก ง	86
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	87
ใบเนื้อหา	90
แบบฝึกหัด	98
เฉลยแบบฝึกหัด	102
แบบทดสอบ	104
เฉลยแบบทดสอบ	113
ประวัติผู้วิจัย	114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	ค่าเฉลี่ย สวนเปี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปในภาพรวม	40
4-2	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	41
4-3	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้	42
4-4	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้	43
4-5	ผลการวิจัยหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์	44
4-6	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้ ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบเทียบกับเกณฑ์	45
ค-1	ผลประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค-2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	81
ค-3	ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม (IOC)	82
ค-4	คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 30 ข้อ	83
ค-5	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ	84
ค-6	ข้อมูลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น	85
ค-7	ข้อมูลการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์	85

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	แผนภาพกรอบแนวคิดการวิจัย	3
2-1	การถ่ายทอดแรงของลูกสูบ	5
2-2	ระยะชักของลูกสูบภายในกระบอกสูบ	6
2-3	แสดงความเร็วแล่นของลูกสูบ	6
2-4	ระยะชักของเครื่องยนต์	7
2-5	ขนาดความหนาของสลักลูกสูบ	8
2-6	ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด	9
2-7	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แบบใช้ภาพสัญลักษณ์ (Marker-Based AR)	11
2-8	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบใช้ระบบพิกัด (Location-Based AR)	11
2-9	กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	13
2-10	แพลตฟอร์ม EON-XR สร้างสื่อการเรียนรู้บนโลกความเป็นจริงเสริม	14
2-11	การใช้แพลตฟอร์ม EON-XR ในการศึกษา	14
3-1	แพลตฟอร์ม EON-XR ที่นำมาสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม	28
3-2	การสร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม SolidWorks และสร้าง Animation 3D โดย โปรแกรม SimLab composer 12	29
3-3	แพลตฟอร์ม Sketchfab ที่อัปโหลดไฟล์ชิ้นงานเข้า Library EON-XR	29
3-4	สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของ ลูกสูบ ที่สร้างขึ้น ผ่านแพลตฟอร์ม EON-XR	30
3-5	ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน	37
3-6	นักเรียนเข้าสู่เนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ	37
3-7	นักเรียนแบ่งกลุ่มและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้	38
ก-1	ครูผู้สอนแนะนำการดาวน์โหลด และสมัครเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน EON-XR	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก-2	ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผ่านการใช้แพลตฟอร์ม EON-XR	62



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องยนต์สันดาปภายใน คือเครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เมื่อนำอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ และทำให้เกิดกระบวนการจุดระเบิดขึ้นของส่วนผสมทั้งสองชนิดภายในกระบอกสูบ แรงดันและความร้อนจากการเผาไหม้จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องยนต์ โดยชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ทำหน้าที่รับแรงดันและความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงกับอากาศโดยตรง คือลูกสูบ (Piston) ลูกสูบโดยทั่วไปจะนิยมออกแบบเป็นลักษณะเป็นทรงกระบอก ทำจากวัสดุที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะผสม โครงสร้างของลูกสูบจะถูกออกแบบมาให้มีความแข็งแรงสามารถรับแรงกระแทกที่เกิดจากความดันและความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และเกิดการขยายตัวได้น้อยที่สุด อุณหภูมิสูง เมื่อห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เกิดกระบวนการจุดระเบิด ทำให้เกิดกระบวนการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง อุณหภูมิที่สูงและความดันที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ จะส่งผลให้ความดันบริเวณส่วนบนของลูกสูบนั้นมีค่าที่สูงจนสามารถทำให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นและลงภายในกระบอกสูบโดยมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงภายในกระบอกสูบของห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ สำหรับการออกแบบเครื่องยนต์ต่าง ๆ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel engine) ที่ใช้ในรถบรรทุกที่มีน้ำหนักมาก เครื่องยนต์ชนิดนี้จะต้องมีคุณสมบัติในด้านของแรงบิดที่สูง (Torque) เพื่อให้เครื่องยนต์มีความสามารถในการดูดกลืนน้ำหนักของตัวรถและน้ำหนักบรรทุกที่มากสำหรับการเคลื่อนที่ ส่วนการออกแบบเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline engine) ที่ใช้ในรถยนต์โดยสารที่เน้นใช้งานสำหรับการเดินทาง จะต้องการแรงม้า (Horse power) เพื่อใช้ในการทำความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ สำหรับรถยนต์ที่เน้นการแข่งขันความเร็ว จะต้องการความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่สูงขึ้นด้วย ดังนั้นในการออกแบบเครื่องยนต์สำหรับการแข่งขันจึงต้องกำหนดให้เครื่องยนต์นั้นมีระยะชักของกระบอกสูบที่สั้น เพราะต้องการให้ได้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงขึ้น ดังนั้นการออกแบบเครื่องยนต์ที่เน้นสมรรถนะในด้านของแรงบิดและแรงม้า ต้องคำนึงถึงขนาดของลูกสูบ (Bore) คือความยาวด้านกว้างที่สุดของลูกสูบ และช่วงชักหรือระยะชัก (Stroke) คือ ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายบน (ตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นสูงสุด) ไปจนถึงศูนย์ตายล่าง (ตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ต่ำสุด) ซึ่งการกำหนดระยะชักของเครื่องยนต์จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston speed) ความเร็วแล่นของลูกสูบ คือ ความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงของลูกสูบขณะแล่นอยู่ในกระบอกสูบ การเคลื่อนที่ของลูกสูบในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานเพลาคือเหวี่ยงจะหมุนส่งผลให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นและลง โดยมีระยะทางระหว่างศูนย์ตายล่าง (Bottom dead center) และศูนย์ตายบน (Top dead center) ถ้านำระยะทางเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด

ของลูกสูบมาเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เราจะได้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ เท่ากับระยะทางต่อเวลา (วิทยา ดิ่วน, อัครรัตน์ พูลกระจ่าง, 2562)

ปัจจุบันนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ช่วงย่นต์ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ยังขาดทักษะในการประยุกต์ใช้สูตรการคำนวณเพื่อใช้ในการหาค่าความเร็วแล่นของลูกสูบ เนื่องจากสูตรที่ใช้ในการคำนวณนั้นเป็นศัพท์เฉพาะที่ต้องใช้ความเข้าใจในหลักการทำงานและการเคลื่อนที่ของลูกสูบภายในเครื่องยนต์ ซึ่งการใช้สื่อการสอนในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ช่วงย่นต์ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สื่อที่ใช้นั้นยังเป็นเพียงการใช้รูปภาพจากหนังสือ ตำราเรียน ที่ขาดความทันสมัย และผู้เรียนนั้นไม่สามารถมองเห็นภาพแล้วเกิดความเข้าใจ เนื่องจากนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานและลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกสูบที่มีความซับซ้อน ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนามากขึ้นอย่างมาก มนุษย์นั้นได้นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันรวมถึงในด้านการศึกษา การพัฒนาเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented reality) ที่สร้างขึ้นด้วยการเพิ่มข้อมูลดิจิทัลและสื่อ เช่น วัตถุ 3 มิติและวิดีโอแบบเรียลไทม์บนกล้องสมาร์ตโฟน โดยการติดตั้งแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในกระบวนการเรียนรู้ สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดึงดูด ความสนใจของผู้เรียนมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา (Aulia Akhrian Syahidi, et al, 2020)

จากปัญหาและอุปสรรคในเรื่องของสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ช่วงย่นต์ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ตโฟนเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน และสามารถศึกษาเนื้อหาเรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ พร้อมกับเสียงอธิบายสาระสำคัญเรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สามารถศึกษาเนื้อหาและทบทวนบทเรียนได้หลายครั้ง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่เรียนแผนกวิชาช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 รวมจำนวนนักเรียนในแผนกทั้งหมด 83 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ วิธีการสอนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.4.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ช่างยนต์ จำนวน 1 หน่วย การเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ประกอบการเรียนการสอน มีดังนี้

1) หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบประกอบด้วยหัวข้อ

1.1) ความหมายของความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston speed)

1.2) การคำนวณหาความเร็วแล่นของลูกสูบ

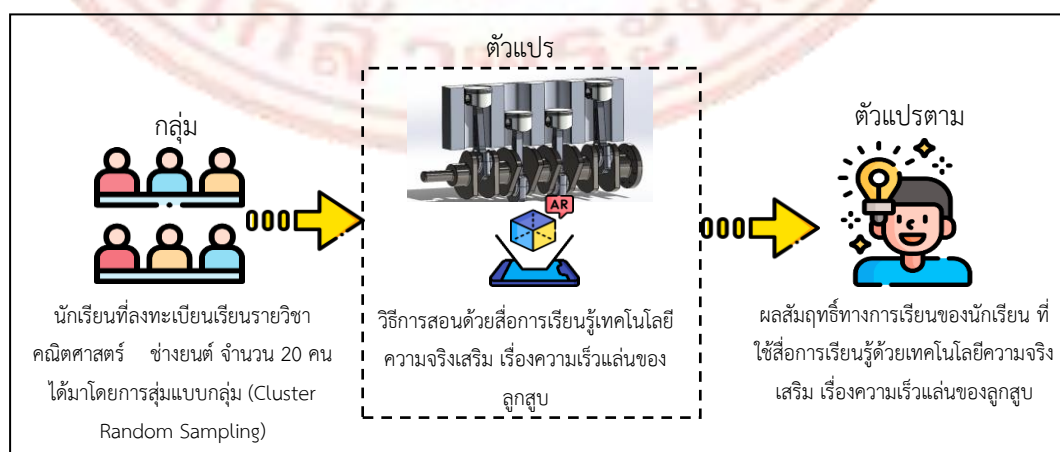
1.3) ความเร็วแล่นของลูกสูบสูงสุด (Maximum piston speed)

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตด้านระยะเวลาในการใช้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

1.5 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่อง การสร้างสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างยนต์ ผู้วิจัยเขียนกรอบแนวคิดตามตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1.1 แผนภาพกรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.6.1 นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบที่สูงขึ้น

1.6.2 นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เกิดแรงจูงใจในการเรียน เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบที่สูงขึ้น

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

1.7.1 สื่อการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

1.7.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality - AR) หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความเป็นจริงกับข้อมูลดิจิทัลที่ถูกสร้างขึ้น โดยการเพิ่มองค์ประกอบเสมือน เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ หรือรูปทรงสามมิติ ผ่านการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตาเสมือน เทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นข้อมูลเสมือนที่ซ้อนทับบนภาพจริงในลักษณะเรียลไทม์ และสามารถโต้ตอบกับข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.7.3 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (Vocational certificate students) หมายถึง นักเรียนที่ศึกษาในสถาบันการศึกษาที่มุ่งเน้นการฝึกฝนและพัฒนาทักษะเฉพาะทางในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการเข้าสู่ตลาดแรงงาน โดยการเรียนรู้การสอนจะเน้นทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับอาชีพนั้น ๆ นักเรียนระดับนี้จะได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพเมื่อสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรที่กำหนด

1.7.4 ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston speed) หมายถึง อัตราการเคลื่อนที่ของลูกสูบภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งวัดเป็นระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ในระยะเวลา 1 วินาที โดยทั่วไปความเร็วแล่นลูกสูบจะมีผลต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องยนต์ รวมถึงการสึกหรอของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ ความเร็วนี้สามารถคำนวณได้จากความยาวช่วงชักและอัตราการหมุนรอบของเครื่องยนต์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

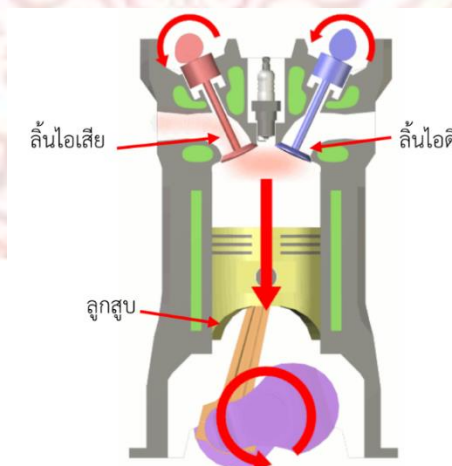
การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัยได้พิจารณาทำการศึกษา ค้นคว้าเอกสาร งานวิจัย และแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุปหัวข้อได้ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีเรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston speed)
- 2.2 แนวคิดและทฤษฎีเรื่อง การสร้างสื่อการเรียนรู้
- 2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)
- 2.4 แอปพลิเคชัน EON-XR
- 2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้
- 2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston Speed)

2.1.1 ความหมายของความเร็วแล่นลูกสูบ

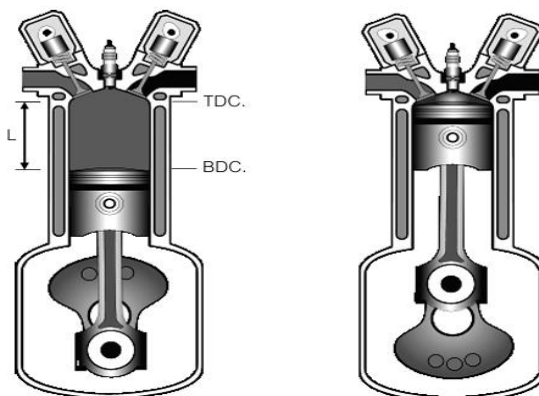
ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston speed) หมายถึง ระยะทางที่ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ ขึ้น – ลง ภายในกระบอกสูบ โดยจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งจุดศูนย์ตายล่าง (Bottom dead center) ขึ้นไปยังตำแหน่งจุดศูนย์ตายบน (Top dead center) โดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน เพลาข้อเหวี่ยงจะเกิดการหมุน เนื่องจากแรงที่ลูกสูบกระทำ โดยถ่ายทอดแรงผ่านก้านสูบ (Connecting rod) และเกิดการเปลี่ยนลักษณะการเคลื่อนที่จากแนวเส้นตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนววงกลม



ภาพที่ 2.1 การถ่ายทอดแรงของลูกสูบ

ที่มา : http://www.tatc.ac.th/external_newsblog.php?links=4453

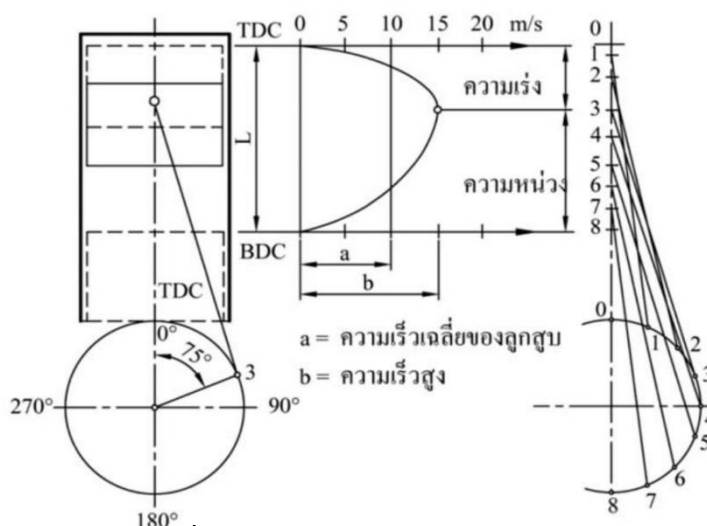
โดยระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ภายในกระบอกสูบนั้น จะเป็นระยะชักของลูกสูบภายในกระบอกสูบ (L) ถ้านำระยะทางของลูกสูบที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston speed) จึงเป็นความเร็วของลูกสูบที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขณะที่แล่นอยู่ในกระบอกสูบ



ภาพที่ 2.2 ระยะชักของลูกสูบภายในกระบอกสูบ

ที่มา : วิทยา ดีวุ่น และคณะ, 2562

การเคลื่อนที่ของลูกสูบจะมีความเร็วที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาโดยมีความเร็วที่ไม่เท่ากันในทุกตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่อยู่ภายในกระบอกสูบ โดยลูกสูบจะมีความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์จากจุดศูนย์ตายบน (TDC) และมีความเร็วเพิ่มขึ้นจนถึงความเร็วสูงสุดในตำแหน่งที่เพลาช้อเหวี่ยงหมุนไปที่ 75 องศา จากนั้นความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบจะลดลงและเป็นศูนย์เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่จนถึงตำแหน่งจุดศูนย์ตายล่าง (BDC) ดังนั้นการคำนวณหาความเร็วแล่นของลูกสูบนั้น จึงเป็นการคำนวณความเร็วแล่นของลูกสูบเฉลี่ย

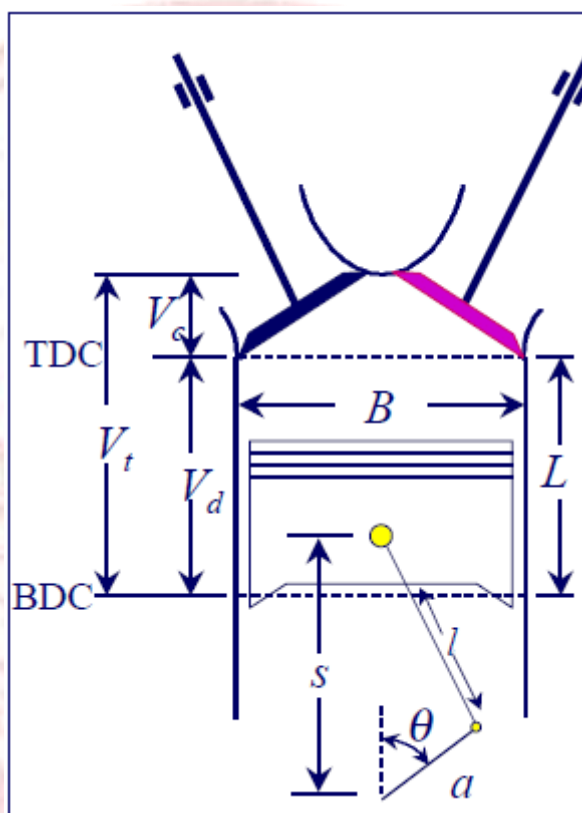


ภาพที่ 2.3 แสดงความเร็วแล่นของลูกสูบ

ที่มา : วีระศักดิ์ มะโนน้อม, 2548 : 26)

2.1.2 ระยะชักของเครื่องยนต์

ระยะชักของเครื่องยนต์ (Engine stroke) คือ ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ภายในกระบอกสูบ โดยวัดจากตำแหน่งจุดศูนย์ตายล่าง จนถึงจุดศูนย์ตายบนใช้สัญลักษณ์ L แทน ความหมายของระยะชัก



ภาพที่ 2.4 ระยะชักของเครื่องยนต์

ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/An-engine-cylinder-l-The-connecting-rod-length-a-the-crank-arm-radius-B-the-bore_fig1_348002108

เมื่อระยะทางจากจุดศูนย์ตายล่างไปจนถึงจุดศูนย์ตายบนเท่ากับ L ในการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ การหมุน 1 รอบของเพลาคือเหวี่ยงจะส่งผลให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นไปยังจุดศูนย์ตายบน 1 ครั้ง และเคลื่อนที่ลงไปยังจุดศูนย์ตายล่าง 1 ครั้ง เป็นระยะทาง 2 เท่าของระยะชักลูกสูบซึ่งมีค่าเท่ากับ $2L$ และถ้าเครื่องยนต์หมุนไป N รอบ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากับ $2LN$

2.1.3 การคำนวณความเร็วแล่นเฉื่อยของลูกสูบ

การคำนวณหาความเร็วแล่นของลูกสูบ จะใช้วิธีการคำนวณหาความเร็วเฉื่อยของลูกสูบที่เกิดการเคลื่อนที่ กล่าวคือความเร็วสมมติให้มีการเคลื่อนที่สม่ำเสมอของลูกสูบภายในกระบอกสูบ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของลูกสูบภายในกระบอกสูบในแต่ละตำแหน่งนั้นจะมีการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วแตกต่างกัน โดยใช้สูตรคำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบดังนี้

กำหนดให้

$$V_p = \frac{2LN}{60 \times 1000}$$

V_p = ความเร็วลูกสูบเฉื่อย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

L = ระยะชัก มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

N = ความเร็วรอบ มีหน่วยเป็น รอบ/นาที (RPM)

โดยปกติความเร็วแล่นลูกสูบเฉื่อย (V_p) ของเครื่องยนต์ทั่วไปจะมีค่าประมาณ 8.5 – 16 m/s เพราะถ้าความเร็วลูกสูบมากเกินไปจะทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนที่เกิดการเคลื่อนที่ เนื่องจากลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของลูกสูบ จังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จนถึงจุดศูนย์ตายล่าง จะเกิดการหยุดนิ่งชั่วขณะ (มีความเร็วเท่ากับ 0) และเปลี่ยนทิศทางเป็นการเคลื่อนที่ขึ้น จังหวะนี้ชิ้นส่วนต่างๆของลูกสูบจะเกิดการสะสมแรงเฉื่อยมหาศาลตามความเร็วแล่นของลูกสูบ ส่งผลให้สลักลูกสูบต้องรับแรงมากเป็นพิเศษ สลักลูกสูบจึงถูกออกแบบมาให้มีความหนาหลายขนาดเพื่อรองรับแรงที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 2.5 ขนาดความหนาของสลักลูกสูบ

ที่มา : <https://www.k1technologies.com/k1-blog/stroker-science-piston-speed-rod-angle-and-increased-displacement-explained>

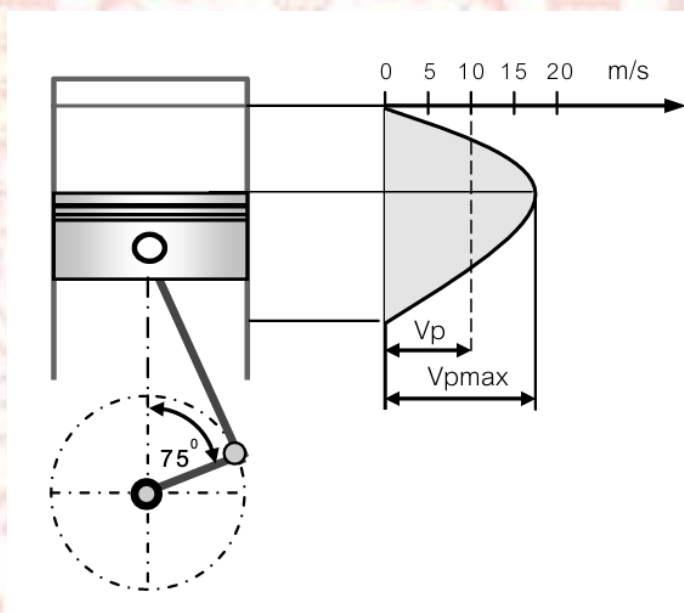
2.1.4 การคำนวณความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด

ความเร็วแล่นลูกสูบจะมีค่าความเร็วสูงสุดในจังหวะที่เกิดการเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งจุดศูนย์ตายบน (TDC) ไปประมาณ 75 องศา ในช่วงระยะดังกล่าวนี้ลูกสูบจะเกิดการเคลื่อนที่ได้ระยะทางมากที่สุดถ้าเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่เท่ากัน โดยมีค่าประมาณ 1.6 เท่า ของความเร็วแล่นลูกสูบเฉลี่ย (V_p) จึงสรุปเป็นคำนวณหาความเร็วแล่นเฉลี่ยสูงสุดได้ดังนี้

$$V_{\max} = 1.6(V_p)$$

$$V_{\max} = \text{ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)}$$

$$V_p = \text{ความเร็วลูกสูบเฉลี่ย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)}$$



ภาพที่ 2.6 ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด
ที่มา : วิทยา ดีวุ่น และคณะ, 2562

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเรื่อง การสร้างสื่อการเรียนรู้

การใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ระหว่างครูกับผู้เรียน ซึ่งสามารถช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนการสอนนั้นมีหลายประเภทและลักษณะ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เทคโนโลยีและวิธีการสื่อสารที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละบริบท

การพัฒนาเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้การศึกษาไม่จำกัดอยู่แค่ในห้องเรียนเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น การใช้สื่อดิจิทัล การสื่อสารผ่านสื่อออนไลน์ รวมถึงการใช้เครื่องมือและแพลตฟอร์มดิจิทัลต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

2.2.1 ความหมายของสื่อการสอน

สื่อการสอนหมายถึง เครื่องมือ, วัสดุ, อุปกรณ์ หรือช่องทางที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้จากครูไปยังผู้เรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าใจเนื้อหาวิชาที่สอน สื่อการสอนสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น สื่อสิ่งพิมพ์, สื่อดิจิทัล, สื่อโสตทัศน์ รวมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น ในปัจจุบันสื่อการเรียนการสอนได้ขยายไปในรูปแบบดิจิทัลที่ทันสมัยมากขึ้น เช่น สื่อออนไลน์, วิดีโอแอนิเมชัน, โมเดล 3D, การใช้สไลด์นำเสนอ รวมถึงการเรียนการสอนผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น Zoom ซึ่งทำให้การสื่อสารและการเรียนรู้มีความหลากหลาย และสามารถเข้าถึงได้ง่ายยิ่งขึ้น

2.2.2 ประเภทของสื่อการสอน

การจำแนกประเภทของสื่อการสอนสามารถทำได้หลายวิธี ตามแนวทางที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับมุมมองการรับรู้ของผู้เรียน เช่น การจำแนกตามประสาทสัมผัส การจำแนกตามลักษณะของเทคโนโลยีการศึกษา เป็นต้น

2.2.3 การเลือกสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

การเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการสอนควรเลือกตามลักษณะของเนื้อหาที่จะสอน เช่น เนื้อหาทฤษฎี ทักษะปฏิบัติ หรือการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ซึ่งต้องการการฝึกทักษะและการคิดวิเคราะห์ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

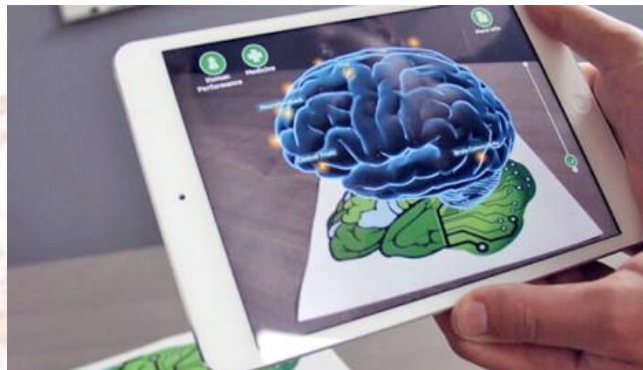
2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality)

Augmented reality เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานข้อมูลเสมือนเข้ากับโลกจริง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเห็นข้อมูลที่เสริมจากองค์ประกอบดิจิทัลในสภาพแวดล้อมจริง โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตาเสมือน ทำให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลเสมือนที่เพิ่มเข้ามาผ่านอุปกรณ์เหล่านั้นในขณะนั้น เทคโนโลยีนี้เปิดประสบการณ์ใหม่ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ เพื่อแสดงข้อมูลเสมือน เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ หรือข้อความ บนโลกจริง และสามารถโต้ตอบกับข้อมูลเหล่านั้นได้ในเวลาจริง

2.3.1 ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบใช้ภาพสัญลักษณ์ (Marker - based) คือการใช้งานเทคโนโลยีที่อาศัยสัญลักษณ์หรือโค้ดที่เรียกว่า Marker หรือ AR Code เป็นจุดอ้างอิง เมื่อกล้องเว็บ

แคมหรือสมาร์ทโฟนตรวจพบ Marker ระบบจะทำการประมวลผลและแสดงข้อมูลดิจิทัล เช่น โมเดลสามมิติ หรือวิดีโอ ที่ถูกซ้อนทับบน Marker ดังกล่าว ซึ่งผู้ใช้สามารถหมุนดูวัตถุเสมือนจากทุกมุมมองได้ถึง 360 องศา



ภาพที่ 2.7 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แบบใช้ภาพสัญลักษณ์ (Marker-Based AR)

ที่มา : <https://equanimoustech.com/augmentedreality/>

2) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบใช้ระบบพิกัด (Location-based) ระบบนี้ใช้ GPS เซ็นเซอร์ และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ในอุปกรณ์ เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งและสภาพแวดล้อมของผู้ใช้ จากนั้นสร้างและแสดงข้อมูลดิจิทัลให้สอดคล้องกับตำแหน่งจริง เช่น แอปพลิเคชันแนะนำเส้นทาง หรือเกมอย่าง Pokémon GO ที่ใช้ตำแหน่ง GPS เพื่อนำตัวละครไปปรากฏในสถานที่ต่าง ๆ



ภาพที่ 2.8 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบใช้ระบบพิกัด (Marker less AR / Location-Based AR)

ที่มา : <https://wear-studio.com/location-based-ar/>

2.3.2 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality)

Augmented reality เป็นเทคโนโลยีที่เปิดประสบการณ์ใหม่ในการมองเห็นโลกโดยการผสมผสานข้อมูลเสมือนลงไปในการเป็นจริง หลักการทำงานของ AR สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การรับข้อมูลจากโลกความเป็นจริง เทคโนโลยี AR ใช้กล้องหรือเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ในการส่งข้อมูลจากความเป็นจริงมายังอุปกรณ์ ข้อมูลนี้จะถูกนำไปประมวลผลเพื่อให้เทคโนโลยี AR รู้ว่าวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในภาพคืออะไร

2) การประมวลผลข้อมูล หลังจากที่ได้รับข้อมูลจากโลกความเป็นจริง ระบบ AR จะประมวลผลข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์พิเศษเพื่อทำความเข้าใจวัตถุและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ หลังจากนั้นระบบจะนำข้อมูลเสมือนมาผสมผสานกับภาพความเป็นจริงที่มาจากกล้อง

3) การแสดงผลลัพท์ เมื่อระบบประมวลผลข้อมูลเสร็จสิ้นภาพเสมือนที่ผสมผสานกันระหว่างความเป็นจริงและข้อมูลเสมือนจะถูกแสดงผลผ่านหน้าจอ, แว่นตา AR หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ผู้ใช้มีอยู่ ผลลัพท์นี้จะทำให้ผู้ใช้เห็นข้อมูลเสมือนรวมกับความเป็นจริง

4) การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เทคโนโลยี AR สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทั้งการเคลื่อนที่ของผู้ใช้และการเปลี่ยนแปลงของวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมโดยอัตโนมัติ นำไปสู่ประสบการณ์ที่น่าสนใจยิ่งขึ้น

5) ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ หนึ่งในความสามารถที่น่าสนใจของ AR คือการที่ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลเสมือนที่ถูกนำเข้ามาในความเป็นจริง ผู้ใช้สามารถเคลื่อนย้ายหรือจัดการกับข้อมูลเสมือนในระบบ AR นั้น ๆ โดยตรง

2.3.2.1 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1) การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากรูปภาพ ผ่านกล้อง แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูล ขนาด และรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ Marker based และ Marker-less

2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ของ Marker เปรียบเทียบกับกล้อง ซึ่งแสดงในรูปแบบเมทริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งของ Marker

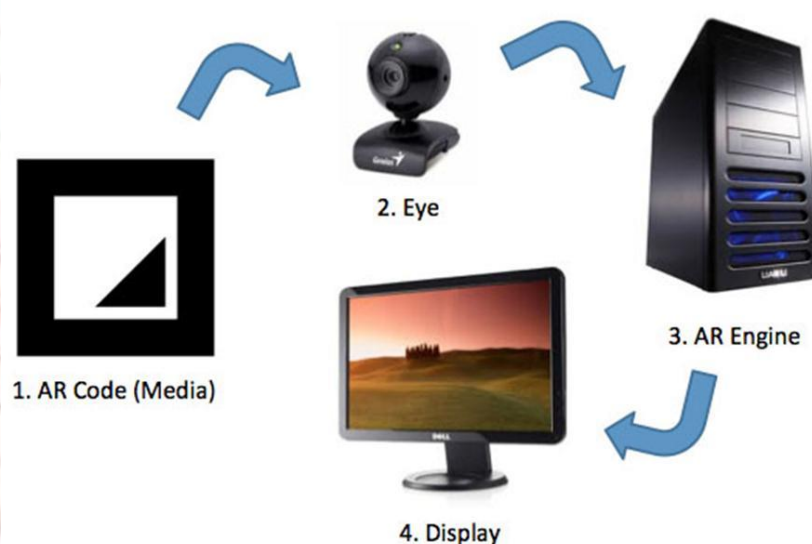
3) กระบวนการสร้างภาพโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพที่ได้จากกล้อง ณ ตำแหน่งที่ตรวจพบจากขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 โดยในกระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ที่ใช้ในการทำงาน ดังนี้

1. ส่วนกำหนดตำแหน่ง (AR Code) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ วัตถุสัญลักษณ์คือ ส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนหรือกราฟิกให้กับส่วนประมวลผล

2. ส่วนรับภาพ (Eye) ทำหน้าที่รับภาพจากวัตถุสัญลักษณ์เพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผล อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับภาพ เช่น กล้องวิดีโอ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลได้แล้วส่งข้อมูลเข้าส่วนการประมวลผล

3. ส่วนการประมวลผล (AR Engine) ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์วัตถุสัญลักษณ์ สืบค้นข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลวัตถุเสมือนจริงหรือกราฟิกที่เชื่อมโยงกันเพื่อเตรียมการแสดงผล วัตถุเสมือนหรือกราฟิกนั้น โดยทำการประมวลผลผ่านซอฟต์แวร์

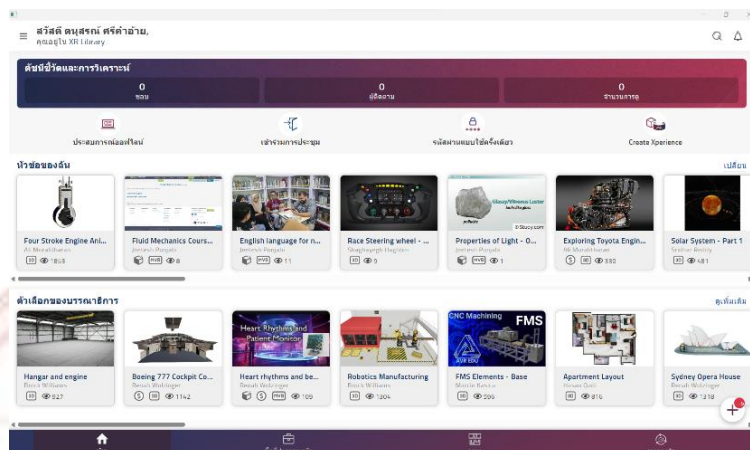
4. ส่วนแสดงผล (Display) ทำหน้าที่แสดงผลสภาพแวดล้อมจริงและวัตถุเสมือนหรือกราฟิกที่ส่วนการประมวลผล AR Engine สร้างขึ้นมาแสดงอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผล เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 2.9 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
ที่มา : <https://nipatanoy.wordpress.com/>

2.4 แอปพลิเคชัน EON-XR

EON-XR ถูกออกแบบเพื่อให้ Augmented reality เข้าถึงได้ง่าย โดยนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในภาคการศึกษาและอุตสาหกรรม ช่วยให้สามารถสร้างบทเรียน AR แบบโต้ตอบได้โดยไม่ต้องเขียนโค้ดหรือมีความรู้ด้านเทคโนโลยี เนื้อหาที่สร้างขึ้นสามารถเผยแพร่ให้ผู้เรียนหรือประชาชนทั่วไปเข้าถึงผ่านอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น สมาร์ทโฟน หรือชุดหูฟัง EON-XR เป็นแพลตฟอร์มที่รองรับการเรียนรู้และการฝึกอบรมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ผู้ใช้สามารถสร้างเนื้อหาที่น่าสนใจบนโทรศัพท์ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ และหูฟังได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2.10 แพลตฟอร์ม EON-XR สร้างสื่อการเรียนรู้บนโลกความเป็นจริงเสริม
ที่มา : <https://eonreality.com>

2.4.1 ประโยชน์ของแพลตฟอร์ม EON-XR

EON-XR เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาโดย EON Reality ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) และ Virtual reality (VR) ในการศึกษาและฝึกอบรม แพลตฟอร์มออกแบบให้ใช้งานง่าย ไม่ต้องมีทักษะการเขียนโปรแกรม ผู้สอนสามารถสร้างเนื้อหา AR และ VR ได้เอง และเผยแพร่ให้ผู้เรียนเข้าถึงผ่านอุปกรณ์เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ EON-XR มุ่งเน้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและโต้ตอบได้ รองรับการพัฒนาทักษะในสาขา STEM รวมถึงการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การดูแลสุขภาพ การท่องเที่ยว การผลิต และสถาปัตยกรรม ด้วยการเข้าถึงและสร้างเนื้อหาที่ง่าย EON-XR ช่วยลดอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยี AR และ VR ในการศึกษาและฝึกอบรม เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และการโต้ตอบกับเนื้อหาที่น่าสนใจ



ภาพที่ 2.11 การใช้แพลตฟอร์ม EON-XR ในการศึกษา
ที่มา : <https://eonreality.com>

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 135-143) ได้นำเสนอแนวคิดและหลักปฏิบัติในการผลิตสื่อการสอนว่า ก่อนที่สื่อหรือชุดการสอนจะถูกนำไปใช้งานจริง จำเป็นต้องดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อประเมินความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการทดสอบนี้จะช่วยตรวจสอบว่า สื่อหรือชุดการสอนนั้นสามารถช่วยเพิ่มพูนความรู้ของผู้เรียนได้หรือไม่ มีประสิทธิภาพต่อกระบวนการเรียนการสอนเพียงใด และสามารถตอบสนองผลลัพธ์ที่ต้องการได้หรือไม่ อีกทั้งยังต้องประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้สื่อดังกล่าว ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญ ซึ่งเรียกว่าการทดสอบประสิทธิภาพ

2.5.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน โดยพิจารณาถึงการใช้เวลา ความพยายาม และทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย ซึ่งสามารถวัดได้จากอัตราส่วนระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ (Ratio between input, process, and output) แนวคิดของประสิทธิภาพแตกต่างจากประสิทธิผล (Effectiveness) โดยที่ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินงานที่ถูกต้อง (Doing the thing right) ในขณะที่ประสิทธิผลเน้นการทำให้สิ่งที่ถูกต้อง (Doing the right thing) ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพจึงมักใช้ควบคู่กับการวัดประสิทธิผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและครบถ้วน

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนา ซึ่งในภาษาอังกฤษเรียกว่า Developmental Testing กระบวนการทดสอบนี้สามารถแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนหลัก ได้แก่

การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try out) คือ การนำสื่อหรือชุดการสอนต้นแบบ (Prototype) ไปทดสอบตามขั้นตอนที่กำหนด เพื่อปรับปรุงและแก้ไขให้สื่อมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) คือ การนำสื่อที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้จริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้จริง เช่น การทดลองใช้ในหนึ่งภาคการศึกษาเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพขั้นสุดท้ายก่อนการเผยแพร่อย่างเป็นทางการ

2.5.2 ความจำเป็นของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นเนื่องจากเหตุผลดังนี้

2.5.2.1 สำหรับหน่วยงานผู้ผลิตสื่อ

เพื่อรับประกันคุณภาพของสื่อว่ามีมาตรฐานสูงและคุ้มค่าต่อการผลิตเป็นจำนวนมาก ลดความเสี่ยงในการผลิตสื่อที่ไม่มีประสิทธิภาพซึ่งอาจทำให้เกิดความสูญเสียทั้งในด้านเวลา ทรัพยากรและงบประมาณ

2.5.2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือครูผู้สอน

ช่วยให้มั่นใจว่าสื่อมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน สื่อหรือชุดการสอนบางประเภทอาจทำหน้าที่เป็นตัวช่วยสอนหรือแม้แต่สอนแทนครูในบางกรณี จึงต้องมั่นใจว่าสื่อสามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน

ช่วยให้มั่นใจว่าสื่อที่ผลิตขึ้นมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย และสามารถใช้งานได้จริง เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้ผลิตสื่อมีความเชี่ยวชาญมากขึ้นและสามารถลดการใช้ทรัพยากรโดยไม่จำเป็น

2.5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

2.5.3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion)

เกณฑ์หมายถึง ขีดกำหนดหรือมาตรฐานที่ใช้ในการวัดว่าบางสิ่งบางอย่างหรือพฤติกรรมใด ๆ มีคุณภาพหรือไม่ตรงตามมาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยทั่วไปการกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกันในทุกขั้นตอนของการทดสอบไม่สามารถกำหนดเกณฑ์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละขั้นตอนได้เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่ได้รับ

2.5.3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพหมายถึง ระดับของประสิทธิภาพที่คาดหวังจากสื่อหรือชุดการสอนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมของผู้เรียนสองประเภท ได้แก่

พฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) ใช้ตัวชี้วัดเป็น E1 = Efficiency of process ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจหรือมีการพัฒนาทักษะในระหว่างการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

พฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) ใช้ตัวชี้วัดเป็น E2 = Efficiency of product ซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ซึ่งจะพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้ายของผู้เรียน เช่น ความสามารถในการทำแบบทดสอบหรือการประเมินหลังการเรียนรู้

2.5.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนสามารถทำได้โดยการใช้สูตรในการคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้และผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และผลลัพธ์ (E2) จะขึ้นอยู่กับตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างและหลังการเรียนการคำนวณประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรคำนวณ E1 (Efficiency of process)

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

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ = คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติหรือกิจกรรมที่ทำระหว่างเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติหรือกิจกรรมทั้งหมด

N = จำนวนผู้เรียน

สูตรคำนวณ E2 (Efficiency of product)

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

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพธ์การสอบหลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย

N = จำนวนผู้เรียน

2.5.5 การตีความผลการคำนวณ

- 1) ค่า E_1 และ E_2 ควรมีความใกล้เคียงกันโดยมีความแตกต่างไม่เกิน 5%
- 2) หากค่า E_1 สูงกว่า E_2 อาจแสดงว่าแบบฝึกปฏิบัติหรือกิจกรรมที่ให้ทำง่ายเกินไป
- 3) หากค่า E_2 สูงกว่า E_1 อาจแสดงว่าการสอบง่ายกว่ากิจกรรมที่ให้ทำระหว่างเรียน
- 4) หากค่า E_1 และ E_2 มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ควรมีการปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพใหม่จนกว่าจะได้ค่าที่เหมาะสม

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้มั่นใจว่าสื่อที่ผลิตขึ้นสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยต้องผ่านการทดสอบ 2 ขั้นตอนหลักคือ Try out และ Trial run พร้อมกับการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถวัดผลได้อย่างแม่นยำและเชื่อถือได้

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ระดับความรู้ความสามารถ หรือพฤติกรรมลักษณะทางจิตใจที่เป็นผลจากการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนเกิดการ

เรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพของความรู้และความสามารถ พฤติกรรมหรือลักษณะทางจิตใจ ถ้าเปลี่ยนไปในทิศทางที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร หรือจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดขึ้น นอกจากนี้ การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทั่วไปมักใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียน ของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนด เพื่อให้ผู้สอนสามารถประเมินพัฒนาการทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใด ถึงมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือยังเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ ความรู้ความสามารถก่อนได้รับการพัฒนาแล้วมีความแตกต่างกันหรือไม่

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้ เพื่อประเมินความรู้และความสามารถทางวิชาการของบุคคล ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ ตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น

รสนา ราสุ (2559) ได้กล่าวไว้ว่า ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมเนื่องจากได้รับประสบการณ์โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้น เรียนและสามารถประเมินหรือวัดได้จากการทดสอบ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการ ทดสอบวัดความรู้และประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนด ทำให้ผู้สอน ได้ทราบการพัฒนาการเรียนรู้ความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใดถึง มาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือไม่ในการสร้างบทเรียนผ่านเว็บด้วย Google Site เรื่องโครงการอาชีพ เติบสุวรรณ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.6.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

1) จำแนกตามผู้สร้างออกเป็น 2 ประเภท

ก) แบบทดสอบมาตรฐานสร้างขึ้นโดยหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เช่น สำนักทดสอบ ทางการศึกษา (สทศ.) หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบจะออกข้อสอบที่มีเนื้อหาสาระที่กว้างสามารถ ใช้ได้กับหลายสถาบันและโดยทั่วไปจะมีการบริการดำเนินการจัดสอบแปลผลเปรียบเทียบและ รายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

ข) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้เองมีลักษณะ ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรสถานศึกษา การตรวจให้คะแนนจึงมักจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ที่ผู้สอนตั้งไว้หรือเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันเท่านั้น

2) จำแนกตามการใช้มี 4 ประเภท ได้แก่

ก) แบบทดสอบความพร้อม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดพื้นฐานความรู้หรือทักษะจำเป็นต่อการเรียนรู้วิชาบทเรียน และหน่วยการเรียนรู้เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ ผู้สอนจะได้ปูพื้นฐานหรือทบทวนพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้

ข) แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดอ่อน จุดแข็งหรือวินิจฉัยปัญหาของผู้สอบ เพื่อระบุปัญหาของผู้สอบ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนและนำมาเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริม

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

ง) แบบทดสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของ นักเรียนนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะเพื่อทดสอบความรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาค เป็นต้น

3) จำแนกตามการแปลผล มี 2 ประเภท ได้แก่

ก) แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ความสามารถของผู้สอบ มักถูกใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความรู้ความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เข้าสอบ คะแนนสอบจึงนำไปใช้ในการแปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน

ข) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้างมักถูกสร้างให้ครอบคลุมทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้ที่อยากให้เกิดแก่ผู้เรียน คะแนนสอบจึงมีการแปลผลเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

4) จำแนกตามรูปแบบการตอบ มี 2 ประเภท ได้แก่

ก) แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ ได้แก่ การเขียนความเรียงแบบปลายเปิด ความเรียงแบบปลายปิดการตอบสั้นๆ การเติมคำ

ข) แบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ได้แก่ แบบถูก - ผิดแบบจับคู่แบบหลายตัวเลือก

ไพโรจน์ คะเซนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกันคือถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ดังนี้คือความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน 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) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหาและมีทักษะการสร้างแบบทดสอบมีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผลมีความเป็นปรนัยมีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นแบบทดสอบมาตรฐาน

2.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าคือกระบวนการกำหนดตัวเลขให้แก่สิ่งต่าง ๆ อย่างมีกฎเกณฑ์การวัดจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ จุดมุ่งหมายของการวัดเครื่องมือที่ใช้วัดการแปลผล และการนำไปใช้ส่วนการประเมินผล คือ กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐาน การประเมินผลจึงเป็นเรื่องเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ การประเมินสิ่งใดก็ตามจะต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ผลจากการวัดเกณฑ์ที่ตั้งไว้และการตัดสินคุณค่า

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา แบบทดสอบที่จะสร้างหรือพัฒนา อาจมุ่งใช้กับประชากรเป้าหมายที่อยู่ในระดับการศึกษา ระดับชั้นวิชาและสถานที่ต่าง ๆ เช่น ด้านระดับการศึกษาอาจเป็นระดับอุดมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับประถมศึกษา เป็นต้น วิชาอาจเป็น สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย และคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สถานที่อาจเป็นภาคใดภาคหนึ่งเขตการศึกษาหนึ่งจังหวัดหนึ่งหรือแม้กระทั่งโรงเรียนใดโรงเรียนหนึ่งในด้านวิชาอาจสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดครอบคลุมหลักสูตรทั้งหมดของวิชานั้นหรือเลือกวัดในเนื้อหา (หรือจุดประสงค์) เพียงบางส่วน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจำแนกเป็น 3 แบบ คือ แบบอิงเกณฑ์แบบอิงโดเมน และแบบวินิจฉัย ดังนี้

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2) แบบทดสอบอิงโดเมน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ตามแนวการเรียน เพื่อรอบรู้ในการเขียนข้อสอบจะต้องกำหนดกลุ่มพฤติกรรมใหญ่และกลุ่มพฤติกรรมย่อย และเขียนข้อสอบตามกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

3) แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องจุดที่เป็น ปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้ เพื่อที่จะได้หาทางแก้ไขได้ตรงจุด ยิ่งขึ้นอันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนบรรลุจุดประสงค์ในการเรียน หรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนผู้อื่น

2.6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่าการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดประเมินผล สารการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ

2) วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3) กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดและควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างมีประสิทธิภาพ

4) กำหนดจำนวนข้อสอบตามเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและกำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

5) สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างข้อสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดประเมินผล

6) ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาความเที่ยงตรงจากแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สรุปขั้นตอนได้ ดังนี้

ก) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา โดยการทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบ

ข) กำหนดข้อคำถาม และวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพต่าง ๆ มาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

ค) เขียนข้อสอบ ผู้รายงานได้ลงมือเขียนข้อสอบ โดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำให้สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อของเนื้อหา เพื่อการหาคุณภาพและเลือกไว้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ข้อ และตรวจทานความถูกต้องของข้อทดสอบ

ง) นำข้อทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องแต่ละข้อว่าวัดได้ตรงเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ระบุไว้

จ) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองไปใช้โดยมีคำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบอย่างละเอียดชัดเจน และวางรูปแบบให้เหมาะสม

ฉ) นำไปทดลองใช้วิเคราะห์หาคุณภาพ ปรับปรุงก่อนพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลที่ได้มาจากการเรียนรู้การทำกิจกรรมต่าง ๆ แล้วสะสมความรู้

ความเข้าใจออกมาในรูปแบบของการปฏิบัติกิจกรรมการตอบคำถาม หรือการทำแบบทดสอบ เพื่อวัดความสำเร็จความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เป็นการประเมินความรู้และความสามารถของผู้เรียนซึ่งรูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้มีอยู่หลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดมีจุดประสงค์และวิธีที่แตกต่างกัน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2550) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกัน ดังนี้

- 1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ผลการเรียนที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่ง ผู้สอนจะต้องกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้า และสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- 3) กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบจะต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้ข้อสอบแบบใดให้เหมาะสมกับนักเรียน
- 4) เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบจะต้องออกให้สอดคล้องกับตารางหลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3
- 5) ตรวจทานข้อสอบ เพื่อความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชาในตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- 6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และทำการจัดพิมพ์ในรูปแบบที่เหมาะสม
- 7) ทดสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้จริงแล้วนำผลมาวิเคราะห์ และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ
- 8) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพอาจต้องตัดทิ้ง หรือปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นและจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2.6.4 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2553) ได้แบ่งเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 1) แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด บกพร่องตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่

2) แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา หรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราการพัฒนาของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกันแบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าอย่างไรและมียังมาตรฐานในการแปลคะแนนอีกด้วย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณวิศา วัฒนสินธุ์, et al, (2024) ได้นำเสนอการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐาน รายวิชาการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐาน รายวิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 2) พัฒนาทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรม หลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐาน รายวิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐานรายวิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ที่ทำการเรียนในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ และมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 3-4 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม จำนวน 30 คน โดยกำหนดขนาดของกลุ่มเป้าหมาย แบบเจาะจง (Purposive Sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐาน รายวิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.53$, S.D.= 0.52) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.53$, S.D.= 0.50) 2) ทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรม หลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐาน รายวิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสร้างสรณ์นวัตกรรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 52$) 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐานรายวิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D.= 0.51)

Jubfun, C. (2024) ได้นำเสนอการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิคบอร์ด BD-1 ระดับอาชีวศึกษา บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิคบอร์ด BD-1 ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิค รหัสวิชา 30105-1003 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 การเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามระดับความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และสถิติทดสอบค่า (t-test) ผลการวิเคราะห์พบว่าระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิคบอร์ด BD-1 มีค่าแปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดและผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกสมรรถนะงานวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิคบอร์ด BD-1 ที่บรรจุในกระเปาะประกอบด้วย 4 ส่วนหลักเรียงตามลำดับและผลกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ตั้งไว้ 80/80 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มีค่าเท่ากับ 82.25/80.18 พบว่า เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 มีค่าเท่ากับ 83.25/82.71 พบว่าสูงกว่าเกณฑ์กำหนดและภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 มีค่าเท่ากับ 83.90/82.67 พบว่าสูงกว่าเกณฑ์กำหนดนักศึกษาที่ทดสอบสมรรถนะผ่านการทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดฝึกสมรรถนะงานวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิคบอร์ด BD-1 แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาก

ทวีพร เอกมณีโรจน์, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธ์. (2021, August) ได้นำเสนอเรื่องการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมรายวิชาคอมพิวเตอร์และการบำรุงรักษา 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างหลังใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม จำนวน 40 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.06/80.20 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องการประกอบเครื่อง

คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นอยู่ที่ระดับมาก

สุพัฒน์ บุญอยู่ (2559) ได้วิจัย เรื่องสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงและการหาประสิทธิภาพจากการสร้างคู่มือการจัดการเรียนการสอน โดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงใน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 1 คน และนักศึกษาที่เรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรจำนวน 45 คน จากวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง วิธิตำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นตอนวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงและกำหนดขั้นตอนที่ใช้ในการจัดทำคู่มือเพื่อให้ได้ตามต้องการแล้วนำสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นมาใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการเรียนการสอน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจและให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดผลการวิจัยพบว่าจากการที่ได้นำสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด พบว่าครูผู้สอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55) และคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ได้เรียนโดยใช้สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.55)

Acosta et al. (2019) ออกแบบแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม ที่ช่วยสร้างแรงบันดาลใจในการศึกษาและการฝึกอบรมสายอาชีพในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำสื่อใช้กับผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยหนังสือเอกสาร และกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยการใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมซึ่งจากการทดลอง พบว่าแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถช่วยสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนสูงขึ้นสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนในรายวิชาให้กับผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น

Buditjahjanto, I. G. P. A., and Irfansyah, J. (2023) ใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น เมื่อดูจากระดับความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยการสร้างแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมมาทดลองใช้กับผู้เรียนโดยการแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยสื่อ power point และกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยการใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง

เสริมสามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดูจากระดับความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ส่งผลต่อการเรียนรู้ด้านการรับรู้ผลการเรียนรู้ทางปัญญาของนักเรียนที่ใช้สื่อความเป็นจริงเสริมสูงกว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้สื่อ power point

Kwon et al. (2023) ได้ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน ในเรื่องระบบเบรกรถไฟให้สูงขึ้นโดยใช้แอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมภาพ 3 มิติแผนภาพวงจร 2 มิติและแบบจำลอง 3 มิติโดยนำแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมมาทดลองใช้กับช่างซ่อมบำรุงระบบเบรกรถไฟ โดยการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ปฏิบัติงานซ่อมบำรุงด้วยคู่มือและกลุ่มที่ปฏิบัติงานร่วมกับการใช้สื่อความเป็นจริงเสริม ผลปรากฏว่า การปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุงที่ใช้แอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมได้ช่วยให้การทำงานของพนักงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้นลดความซับซ้อนในการทำงาน สามารถช่วยให้การปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุงทำงานได้เร็วขึ้นกว่าการปฏิบัติงานที่ศึกษาด้วยคู่มือ

Roger Fernández-Enríquez, Laura Delgado-Martín, (2020) การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการสร้างและพัฒนานวัตกรรมด้านการสอนช่วยให้กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วขึ้น จากกฎหมายการศึกษาของประเทศสเปน กล่าวว่าเทคโนโลยีสมัยใหม่ เป็นรากฐานของการเปลี่ยนแปลงเพื่อการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา โดยแรงจูงใจของนักเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญในการที่จะทำให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีการวัดแรงจูงใจของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นด้วยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยข้อดีคือความคล้ายคลึงกับเกม ที่ผู้เรียนคุ้นเคยดังนั้นการนำไปปฏิบัติในห้องเรียนจึงเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้กลายเป็นเครื่องมือการสอนที่เป็นนวัตกรรม ที่มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพในสาขาการศึกษาต่างๆ นอกจากนี้ระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ยังช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะที่สามารถพัฒนาในสภาพแวดล้อมอื่นๆ ได้

Aulia Akhrian Syahidi, et al, (2020) ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนามากขึ้นอย่างมาก มนุษย์นั้นได้นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน รวมถึงในด้านการศึกษา การพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ที่สร้างขึ้นด้วยการเพิ่มข้อมูลดิจิทัลและสื่อ เช่น วัตถุ 3 มิติและวิดีโอแบบเรียลไทม์ ทั้งบนกล้องสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ซึ่งมีประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษาที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างสื่อการเรียนรู้ เพียงติดตั้งแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน โดยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในกระบวนการเรียนรู้สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เป็นการวิจัยที่บูรณาการ การจัดการเรียนรู้จากรายวิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และคำนวณหาความเร็วแล่นของลูกสูบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและวางแผนวิธีการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

3.1 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ช่างยนต์ จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

- 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ
- 2) แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ

3.2.1 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ โดยได้ทำการออกแบบเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำการวิจัย โดยเอกสารจะประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด สื่อการเรียนรู้และแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะของนักเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ โดยใช้แอปพลิเคชัน EON-XR เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ที่ใช้สอนในเนื้อหาภาคทฤษฎี โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีพุทธศักราช 2567 รายวิชาคณิตศาสตร์ช่วงยนต์ โดยมีรายละเอียดที่ทำการศึกษาคือ เนื้อหาที่ใช้สอน วัตถุประสงค์ วิธีการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และบทความ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ

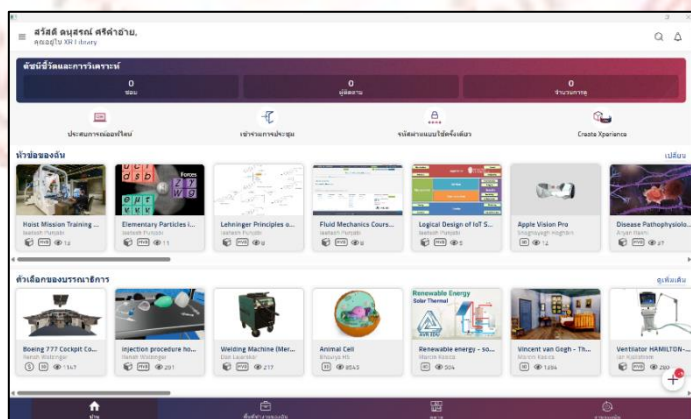
2) รวบรวมข้อมูลและเนื้อหา เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ

3) เขียนโครงสร้างหรือรูปแบบในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ

4) ออกแบบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ของสื่อการเรียนรู้ และด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ก่อนสร้างลงในแพลตฟอร์ม EON-XR

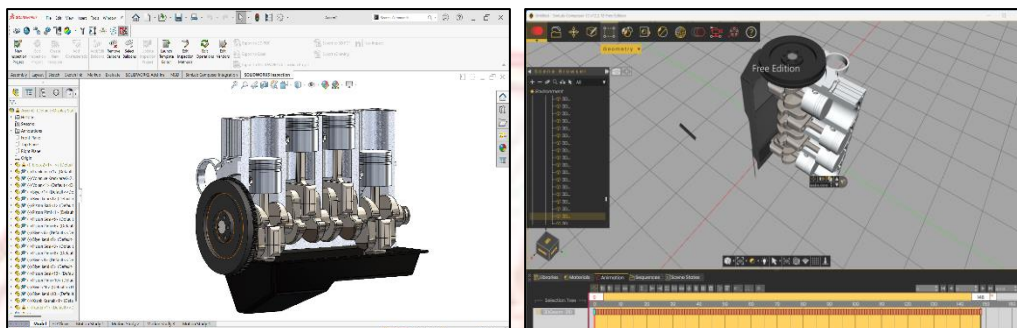
5) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบ มาปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำ

6) เข้าเว็บไซต์ EON-XR - Library และสมัครสมาชิกเพื่อลงทะเบียน เมื่อทำการ Login เข้าใช้งานแล้วจะพบหน้าจอที่แสดงรายการ เมนูบัญชีผู้ใช้งาน เมนูฟังก์ชันการทำงาน ส่วนต่าง ๆ ซึ่งแพลตฟอร์ม EON-XR สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ IOS และระบบ Android เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถสร้างสื่อการเรียนรู้ แบบเอนิเมชันได้เสมือนจริง สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาการเรียนการสอนได้



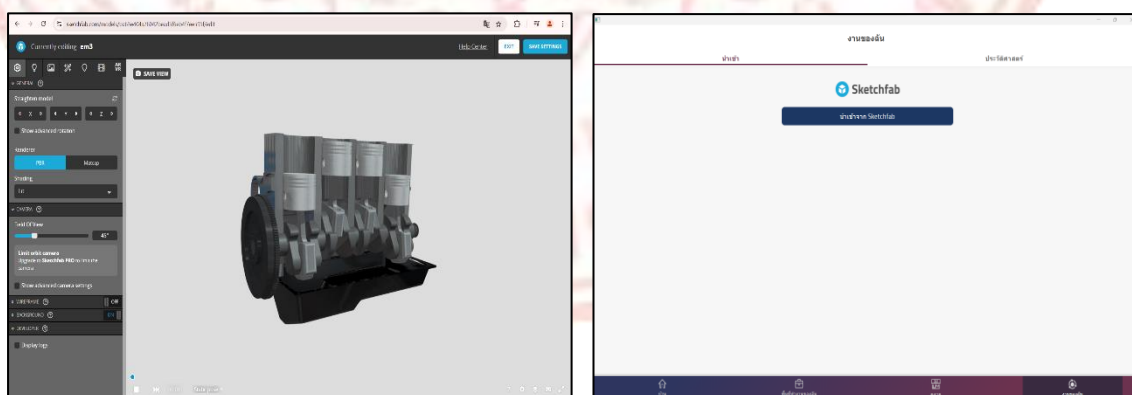
ภาพที่ 3.1 แพลตฟอร์ม EON-XR ที่นำมาสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
ที่มา : <https://eonreality.com>

7) สร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ซึ่งเป็น โปรแกรมสำหรับเขียนภาพ 3 มิติ และทำการส่งต่อไฟล์ไปที่โปรแกรม SimLab composer 12 โดยการติดตั้งปลั๊กอินจากโปรแกรม SolidWorks ขั้นตอนนี้จะเป็นการทำให้ไฟล์เป็น Animation 3D



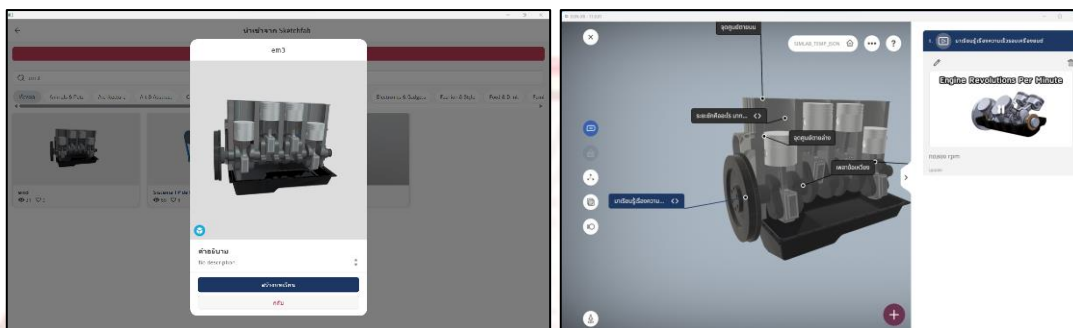
ภาพที่ 3.2 การสร้างชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม SolidWorks และสร้าง Animation 3D โดยโปรแกรม SimLab composer 12

8) เข้าเว็บไซต์ <https://Sketchfab.com> ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างชิ้นงาน หรือโมเดล เพื่อนำมาสร้างเป็นสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นเสริม ที่รองรับไฟล์นามสกุล หลายชนิด ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีความสอดคล้องกับแพลตฟอร์ม EON-XR ที่รองรับ โดยสามารถนำชิ้นงานที่สร้างขึ้น อัปโหลดผ่านแพลตฟอร์มที่มีชื่อว่า Sketchfab ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่อัปโหลดชิ้นงานที่สร้างขึ้นเพื่อเข้าไปใน Library ของแพลตฟอร์ม EON-XR จึงสามารถสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นเสริม



ภาพที่ 3.3 แพลตฟอร์ม Sketchfab ที่อัปโหลดไฟล์ชิ้นงานเข้า Library EON-XR
ที่มา : <https://Sketchfab.com>

9) เมื่ออัปโหลดไฟล์ชิ้นงานผ่านแพลตฟอร์ม Sketchfab สามารถค้นหาชิ้นงานผ่านการ Login ที่ได้สมัครและลงทะเบียนไว้ ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้และเพิ่มข้อมูลภาพ 2 มิติ 3 มิติ ใบเนื้อหา ใบงาน แบบฝึกหัดและวีดีโอ



ภาพที่ 3.4 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ที่สร้างขึ้นผ่านแพลตฟอร์ม EON-XR
ที่มา : <https://eonreality.com>

10) โปรแกรมที่ใช้สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ SolidWorks, SimLab Composer 12

11) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบที่สร้างขึ้น สอบถามอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำ

12) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขอย่างสมบูรณ์แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพในแต่ละด้านต่อไป การหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นกระบวนการทดสอบที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนกับนักเรียน 1-3 คน โดยเลือกนักเรียนในระดับความสามารถที่แตกต่างกัน ได้แก่ เด็กอ่อน เด็กปานกลาง และเด็กเก่ง ในระหว่างการทดสอบจะมีการจับเวลาในการดำเนินกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เช่น ความหงุดหงิด ความไม่เข้าใจ หรือท่าทางที่แสดงถึงการไม่เข้าใจบทเรียน การประเมินผลจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่มอบให้ทำและการทดสอบหลังเรียน หากคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงเนื้อหากิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดียิ่งขึ้น โดยทั่วไปผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวมักจะต่ำกว่ามาตรฐาน แต่เมื่อมีการปรับปรุงแล้ว ผลลัพธ์จะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดสอบในกลุ่มใหญ่ โดยค่า E1/E2 ที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าอยู่ประมาณ

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) คือการทดสอบที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนกับนักเรียนจำนวน 6-10 คน โดยแต่ละนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ได้แก่ นักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง และนักเรียนอ่อน ระหว่างการทดสอบจะมีการจับเวลาในการทำกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เช่น ความหงุดหงิด ความฉงนสงสัย หรือท่าทางที่แสดงถึงความไม่เข้าใจ หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพจะมีการประเมินผลจากกระบวนการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่มอบให้ทำและผลลัพธ์จากการทดสอบหลังเรียน รวมถึงงานสุดท้ายที่นักเรียนส่งก่อนสอบประจำหน่วย เมื่อคำนวณผลประสิทธิภาพแล้ว หากไม่ถึงเกณฑ์จะต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดียิ่งขึ้น หลังจากการปรับปรุงแล้ว ผลคะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นเกือบถึงเกณฑ์ โดยเฉลี่ยแล้วจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% ค่า E1/E2 ที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าประมาณ 70/70

3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน ระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพ ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการคือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบ ประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ขั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา ช่างยนต์ สามารถหาค่า E1/E2 ได้ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556)

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

เมื่อ	E_1	= ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	= คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติหรือกิจกรรมที่ทำระหว่างเรียน
	A	= คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติหรือกิจกรรมทั้งหมด
	N	= จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\Sigma F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣF = คะแนนรวมของผลลัพธ์การสอบหลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย

N = จำนวนผู้เรียน

3.2.1.2 แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม มีขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาเนื้อหารายละเอียดของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ เพื่อกำหนดประเด็นการตั้งข้อคำถาม

2) ศึกษาการเขียนข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งคือข้อคำถามเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ วัสดุ-อุปกรณ์ และบุคลากร ส่วนที่สองคือแบบสอบถามโดยให้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3) สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุม โดยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ ได้แก่

4.51-5 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

2.51-3.50 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อย

1.00-1.50 หมายถึง ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีคุณวุฒิวิชาชีพและประสบการณ์สอนสูงกว่าผู้วิจัย ประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็น มีรายนามผู้เชี่ยวชาญ ดังต่อไปนี้

1) นายพินิต แก้วพระ

ครูแผนกวิชาช่างยนต์

วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2) นายโสภณ สัมเขียวหวาน

ครูแผนกวิชาช่างยนต์

วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

- | | |
|----------------------------|--|
| 3) นายสุริโย บุญเจริญ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายรัชศักดิ์ สระทองอ่อน | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5) นายเดชพล วราอัสวกุล | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |

4) จัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.2.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร เนื้อหา ตำรา และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ
- 2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อสร้างข้อสอบได้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
- 4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ที่สร้างขึ้น ตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะทั้งค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 โดยผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 5 ท่าน นำผลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีรายนามผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

- | | |
|---------------------|--|
| 1) นายพินิต แก้วพระ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
|---------------------|--|

- | | |
|----------------------------|--|
| 2) นายโสภณ สัมเขียวหวาน | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 3) นายสุริโย บุญเจริญ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายรัชศักดิ์ สระทองอ่อน | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5) นายเดชดล วราอัศวกุล | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |

โดยเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คำนวณจากสูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามเทียบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

มีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หมายเหตุ : ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 - 1.00

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องความเร็วแล่น ลูกสูบ ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

6) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบทั้ง 30 ข้อ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือ จำนวนคนเข้าสอบทั้งหมด

หมายเหตุ : ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความยากง่าย (p) ที่นำมาใช้ ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

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 นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์และคัดเลือก หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมด โดยใช้วิธีการของ (Kuder – Richardson) KR-20 ดังนี้ (Ebel, R.L. and Frisbie. 1986)

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

เมื่อ r_{KR-20} คือ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งหมด

K คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

P คือ อัตราส่วนของผู้ตอบถูก

q คือ อัตราส่วนของผู้ตอบผิด

หมายเหตุ : โดยเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบที่นำมาใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ควรมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

8) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ดำเนินการทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยการทดสอบนี้จะพิจารณาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบของนักศึกษา กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และใช้ผลการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาตามเกณฑ์ที่ระบุ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2552).

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n-1$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเมิน

μ_0 แทน เกณฑ์ร้อยละ 80

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ชั้นแห่งแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ช่างยนต์ โดยดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.1 การดำเนินการและเก็บผลการทดลองงานวิจัยการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

3.3.1.1 ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยจากภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.3.1.2 นำหนังสือเชิญขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้อำนาจการวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

3.3.1.3 ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตใช้สถานที่บุคลากร และวัสดุอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

3.3.1.4 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

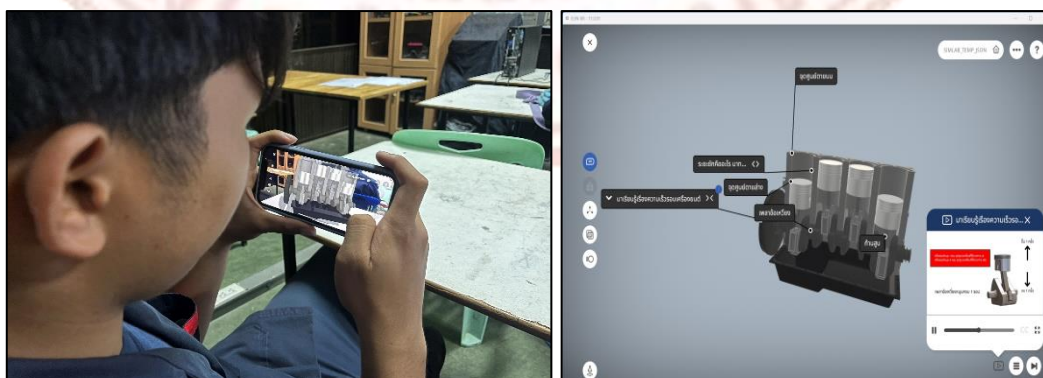
3.3.1.5 ปรับปรุง แก้ไข และจัดทำชุดสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ฉบับสมบูรณ์

3.3.1.6 นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง โดยมีนักเรียน จำนวน 20 คน เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยเน้นทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน และปรึกษาเรียนรู้ภาคทฤษฎีร่วมกันแล้ว ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบตามโจทย์ที่ครูผู้สอนกำหนด โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน จากนั้นครูผู้สอนดำเนินการ สอนโดยการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนโดยการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการบรรยายถึงความสำคัญของความเร็วแล่นลูกสูบ จากนั้นทำการชี้แจงรายละเอียดของเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้ ตามหน่วยการเรียนรู้ที่จะต้องดำเนินกิจกรรม จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องใช้สมาร์ตโฟนดาวน์โหลดแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า EON-XR และสมัครเข้าใช้งาน เมื่อนักเรียนสมัครเข้าใช้งานเรียบร้อยแล้วครูผู้สอนจะทำการส่งคิวอาร์โค้ดสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลด้วยตนเอง จากนั้นดำเนินการทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎีเป็นแบบทดสอบปรนัย จึงได้รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนและการดำเนินงานดังภาพ



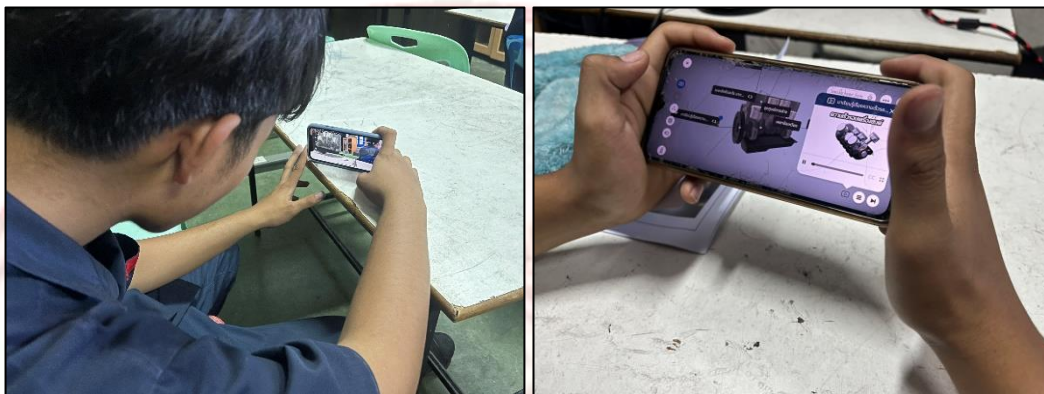
ภาพที่ 3.5 ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน

จากภาพที่ 3.5 ครูผู้สอนทำการชี้แจงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนได้ทราบถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้



ภาพที่ 3.6 นักเรียนเข้าสู่เนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

จากภาพที่ 3.6 ครูผู้สอนส่งคิวอาร์โค้ดสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบที่ใช้ในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน หลังจากทีนักเรียนได้ติดตั้งแอปพลิเคชัน EON-XR เสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้นักเรียนสแกนเข้าเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถกลับเข้าทบทวนความรู้เดิมได้จากคิวอาร์โค้ดที่ครูผู้สอนส่งให้



ภาพที่ 3.7 นักเรียนแบ่งกลุ่มและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

จากภาพที่ 3.7 นักเรียนดำเนินการเรียนรู้ตามกลุ่มทำกิจกรรมและศึกษาข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันด้วยสมาร์ทโฟนของตนเองในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทำการศึกษาข้อมูลจากเนื้อหาที่กำหนดให้ด้วยตนเอง และสมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยมีครูผู้สอนคอยให้ความรู้และให้คำปรึกษาแนะนำ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลและสูตรการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.4.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.4.1.1 การหาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\sum X$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง

X_i คือ ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง



บทที่ 4

ผลการวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ สามารถทำให้ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยและทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีระดับคุณวุฒิวิชาชีพและประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนระดับสูงกว่าผู้วิจัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนกับเกณฑ์ ด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ

4.1 ผลการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ สรุปในภาพรวม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเห็น
1. ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	4.78	0.15	มากที่สุด
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้	4.76	0.09	มากที่สุด
3. การออกแบบสื่อการเรียนรู้	4.83	0.14	มากที่สุด
รวม	4.79		มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 สื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า โดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.79$) โดยพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า

1) ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ได้รับคะแนนสูงสุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.14) แสดงให้เห็นว่าสื่อมีการออกแบบที่ดีและเหมาะสมต่อการใช้งาน

2) ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ ได้คะแนนรองลงมา ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.15) ซึ่งบ่งชี้ว่าเนื้อหา มีคุณภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน 3) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ ได้คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.09) ซึ่งยังคงอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ดังกล่าว มีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเห็น
1. เนื้อหาสื่อการเรียนรู้			
1.1 เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ลำดับความสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและ ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความ เหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
1.4 เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อระดับของ ผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษา เข้าใจได้ง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
1.6 เนื้อหามีความน่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.7 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	4.80	0.89	มากที่สุด
1.8 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.9 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง	4.80	0.45	มากที่สุด
1.10 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.78		มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความถ่วงลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ ในภาพรวมค่าเฉลี่ยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.78 เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละหัวข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ

1.4 เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อระดับของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00 รองลงมาคือ

1.1 เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2 ลำดับความสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

1.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม

1.5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย

1.6 เนื้อหามีความน่าสนใจสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน

1.7 ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้

1.8 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน

1.9 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง

1.10 ความเหมาะสมของแบบทดสอบ

มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเห็น
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้			
2.1 การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	4.80	0.45	มากที่สุด
2.3 ความสะดวกในการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
2.5 แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการศึกษาเรียนรู้ใช้งานได้ง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.76		มากที่สุด

ตารางที่ 4-3 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความถ่วงลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ ในภาพรวมค่าเฉลี่ยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.76 เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละหัวข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่

2.1 การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย

2.2 สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

2.3 ความสะดวกในการเรียนรู้

2.4 สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาโดยง่าย

มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45 และข้อที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ได้แก่

2.5 แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการศึกษาเรียนรู้ใช้งานได้ง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นของลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเห็น
3. ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้			
3.1 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์	4.80	0.45	มากที่สุด
3.4 ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
3.5 ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
3.6 เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
3.7 คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.83		มากที่สุด

ตารางที่ 4-4 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องความแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ในภาพรวมค่าเฉลี่ยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.83 เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละหัวข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่

3.2 การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้

3.7 คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม

มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00 และข้อที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาได้แก่

3.1 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่ายไม่ซับซ้อน

3.3 เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์

3.4 ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม

3.5 ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.45 และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่

3.6 เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน

ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลการเรียนรู้หลังเรียนกับเกณฑ์ ด้วยการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ

ตารางที่ 4-5 ผลการวิจัยหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ประสิทธิภาพ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ประเมิน
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	20	30	24.35	81.17	80
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	20	30	25.35	84.50	80
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.17/84.50$					

จากตารางที่ 4-5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในขณะที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ มีคะแนนเฉลี่ย 24.35 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 81.17 และมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนเท่ากับ 25.35 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็น ร้อยละ 84.50 จงสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง

เสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบเทียบกับเกณฑ์

คะแนน	คะแนนรวม	n	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์ ประเมิน	t-test	P-value
ประเมินหลังเรียน	30	20	25.35	1.81	24.00	5.54	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-6 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยภาพรวม $\bar{X} = 25.35$ และพบว่านักเรียนที่เรียน เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ จากการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และค่า P-value เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติและสามารถปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ได้ แปลว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงถึงข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์นั้นมีความน่าเชื่อถือ และค่า t-test = 5.54 บ่งชี้ถึงความแตกต่างที่เด่นชัดเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ของการวิจัยตามหัวข้อรายละเอียด ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ตามที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยการใช้สื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ โดยการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้มีการพัฒนาจากสื่อเดิมที่เป็นรูปภาพในหนังสือและตำราเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ยาก โดยการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าใจหลักการทำงานและการเคลื่อนที่ของลูกสูบภายในเครื่องยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในหลายมิติ ดังนี้

5.1.1.1 การแสดงผลในลักษณะ 3 มิติ จากสื่อเดิมที่เป็นเพียงรูปภาพสองมิติที่แสดงการเคลื่อนที่ของลูกสูบและการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในลักษณะจำกัด เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นการเคลื่อนที่ของลูกสูบในรูปแบบสามมิติ ซึ่งสามารถหมุน ปรับมุมมอง และซูมเพื่อให้เห็นรายละเอียดต่างๆ ได้อย่างชัดเจน การแสดงผลแบบ 3D จึงช่วยเพิ่มความเข้าใจในกระบวนการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนแปลงของความเร็วในมิติที่ลึกซึ้งและครบถ้วนยิ่งขึ้น

5.1.1.2 การจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ เทคโนโลยีเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยจำลองการเคลื่อนที่ของลูกสูบของเครื่องยนต์ ที่สามารถแสดงผลในรูปแบบการเคลื่อนที่ของลูกสูบภายในเครื่องยนต์ ซึ่งแตกต่างจากการใช้สื่อเดิมที่เป็นภาพนิ่งที่ไม่สามารถแสดงการเคลื่อนที่ได้

โดยมีผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีผลการประเมินในภาพรวมมีความมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อแบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ

1) ด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ พบว่ามีคะแนนประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 95.6 ซึ่งมีระดับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้โดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด

2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ พบว่ามีคะแนนประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 95.2 ซึ่งมีระดับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้โดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด

3) ด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ พบว่ามีคะแนนประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 96.6 ซึ่งมีระดับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้โดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด

5.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และส่วนที่ 2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.17/84.50 มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความแตกต่างไม่เกิน 5% สรุปผลได้ว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 84.5 ผู้วิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้

ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้พบว่าโดยรวมมีความเหมาะสมในระดับสูงที่สุดในทุกด้านที่ได้ทำการประเมิน ได้แก่ ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ ด้านการ

ใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้ และด้านการออกแบบสื่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (วรรณวิศา วัฒนสินธุ์, 2567) ที่พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี AR สำหรับการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์และได้รับการประเมินในระดับดีมากจากผู้เชี่ยวชาญ การทำงานวิจัยนี้สามารถได้ผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกันนี้ แสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม

5.2.2 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

จากการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ พบว่า สื่อที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 81.17/84.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (80/80) ซึ่งบ่งชี้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพสูงในการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Jubfun, C., 2024) ซึ่งได้พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะในสาขาวิชาอาชีวศึกษา และพบว่า ผลประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกมีค่าใกล้เคียงกัน การเปรียบเทียบผลการวิจัยทั้งสองชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยี AR สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 5.54, p = 0.00$) ซึ่งบ่งชี้ว่าการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับการเรียนรู้จากสื่อเดิม ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุพัฒน์ บุญอยู่, 2559) ที่พบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ได้ดีขึ้น การศึกษาในงานวิจัยนี้แสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำหรับการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดภายหลังนี้มีค่าเท่ากับ 0.796 ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบสามารถนำมาใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากมีค่ามากกว่า 0.60

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการศึกษาผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาสร้างขึ้นมีข้อเสนอแนะในการนำไปพัฒนางานวิจัย ดังนี้

5.3.1 ควรนำแนวทางการวิจัยนี้ไปสร้างและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในหัวข้ออื่น ๆ หรือนำไปใช้ในการพัฒนาและสร้างขึ้นในรายวิชา อื่นต่อไปเพื่อจะได้สื่อการเรียนรู้ที่สามารถไปใช้ได้กับทุกรายวิชาตามหลักสูตร

5.3.2 การทำวิจัยควรใช้โปรแกรมที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยการใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ทางสถิติ และโปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบและสร้างโมเดล 3 มิติ



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรรณิกา เงินบุตรโคตร และคณะ. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่อง ภูมิทัศน์ของสารอินทรีย์ด้วยโปรแกรม SketchUp และ Pixlive Maker. วารสาร ศิลปากร ศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่14 (ฉบับที่1).//มกราคม - มิถุนายน 2565.

เกรียงไกร พลະสนธิ. (2559). การพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เกริกท่อมกลาง และ จินตนา ท่อมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :เเอลโล่การพิมพ์.

ใจทิพย์ณสงขลา. (2561). การออกแบบการเรียนรู้แบบดิจิทัล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2539). ชุดการสอนระดับประถมศึกษา หน่วย8-15 ชุดการสอน ระดับประถมศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่16). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชูศรีวงศ์รัตน์. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่10.กรุงเทพมหานคร : ไทเนรมิต กิจอินเตอร์โปรเกรสซีฟจำกัด.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2557). เทคโนโลยีทางการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ณัฐวิโรจน์อินยัง. (2562). การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง เรื่อง เครื่องมือวัดไดอัลเกจ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บริษัท. ทวีจำกัด(มหาชน). (2566). [ออนไลน์]. EON Reality ผู้นำระดับโลกด้านถ่ายทอด
ความรู้และทักษะบนโลกเสมือนจริงสำหรับสถาบันการศึกษาและอุตสาหกรรม
(Thai EON Reality). จาก <https://thaieonreality.com/>.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

พินดา ตันศิริ. (2553). โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง Augmented Reality. Executive Journal.
(online) วารสารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2557). หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : แฮสออฟ
เคอร์มิสท์.

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). พลิกบทบาท 3D สู่โลกความเป็นจริงเสริม. (เอกสารประกอบการ
บรรยาย นครปฐม : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัย ศิลปากร.

รสนภา ราสุ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สารชีว
โมเลกุลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง/
การศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2553. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

วิวัฒน์มีสุวรรณ. (2556). การพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนเตด
เรียลลิตี. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม= Classical test theory.
กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.//พิมพ์ครั้งที่ 7 (ฉบับปรับปรุง
เพิ่มเติม).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผล
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2544). ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน. สืบค้นจาก Available
from : <http://rirs3.royin.go.th/coinages/webcoinage.php> สำนักงานสถิติ
แห่งชาติ.(2562).

สุพัฒน์ บุญอยู่ (2559). สื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง.

วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรบัณฑิตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อัครเทพ อัครีเดช. (2563). การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องเครื่องดนตรีสากล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทร

วิโรฒ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิชาศิลปศึกษา คณะศิลปกรรมศาสตร์/ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรรณวิศา วัฒนสินธุ์, ดวงกมล อังอานวยศิริ, กมลวรรณ วงศ์วุฒิ, & กิตติพงศ์ นวลใย. (2024).

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริมร่วมกับกระบวนการวิจัยเป็นฐาน รายวิชาการวิเคราะห์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม. วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา, 8(2), 129-138.

Jubfun, Charn. "การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงานวงจรพัลส์และดิจิทัลเทคนิค บอร์ด BD-1 ระดับอาชีวศึกษา. Journal of the Association of Researchers 29.4 (2024): 271-292.

ทวีพร เอกมณีโรจน์, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธ์. (2021, August). การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เรื่อง การ ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ. In Proceeding National & International Conference (Vol. 14, No.2, p.156).

วิทยา ดีวุ่น และอัครรัตน์ พูลกระจำง. (2562). คณิตศาสตร์ช่วงยนต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. จำนวน 3,000 เล่ม. กรุงเทพมหานคร : รัตนโรจน์การพิมพ์.

วีระศักดิ์ มะโนน้อม. (2562). คณิตศาสตร์ช่วงยนต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. จำนวน 3,000 เล่ม. นนทบุรี: บริษัท สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์ จำกัด.

ขนาดกระบอกสูบและช่วงชัก. (2566). [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2567]. จาก <https://www.motorival.com/tips-trick-bore-stroke/>

แรงบิด และ แรงม้า คืออะไร. (2565). [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2567]. จาก <https://ozysuspensions.in.th/guru-detail.php?id=60>

ผศ.ดร.จตุภูมิ เขตจัสตุรัส. (2562). การวิจัยชั้นเรียน (Classroom Research) กระบวนการสร้างความรู้เพื่อใช้พัฒนาการเรียนการสอน. เอกสารภายใต้โครงการบริการวิชาการ สร้างความเข้มแข็งด้านการวิจัยชั้นเรียนสำหรับครูประจำการในภูมิภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปีงบประมาณ 2562 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สงกรานต์ ฦ วิเชียร. (2562). งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. พิมพ์ครั้งที่ 1. จำนวน 3,000 เล่ม.
นนทบุรี : บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด.



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, 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.

Syahidi, A. A., Tolle, H., Supianto, A. A., Hirashima, T., & Arai, K. (2020). Interactive m-learning media technology to enhance the learning process of basic logic gate topics in vocational school and engineering education. Learning, 7(8).

Fernández-Enríquez, R., & Delgado-Martín, L. (2020). Augmented reality as a didactic resource for teaching mathematics. Applied Sciences, 10(7), 2560.

Azizan, I. D.,



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ
- ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง

รายนามของผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน และหลังเรียนที่นำมาใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ดังนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) นายพินิต แก้วพระ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 2) นายโสภณ สัมเขียวหวาน | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 3) นายสุริโย บุญเจริญ | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 4) นายรัชศักดิ์ สระทองอ่อน | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5) นายเตชดล วราอัศวกุล | ครูแผนกวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |



ที่ อว 7104.1/49

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

ด้วยนายคุณสรณ์ ศรีคำอ้าย รหัสประจำตัว 66-020178-5611-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วเลนของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายพินิต แก้วพระ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-909-8132 (นายคุณสรณ์ ศรีคำอ้าย)



ที่ อว 7104.1/50

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขออนุญาตระงับให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

ด้วยนายณัฐสรณ์ ศรีคำอ้าย รหัสประจำตัว 66-020178-5611-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขออนุญาตระงับให้ นายโสภณ สัมเชื้อหวาน ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-909-8132 (นายณัฐสรณ์ ศรีคำอ้าย)



ที่ อว 7104.1/51

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

ด้วยนายณัฐกรณ์ ศรีคำอ้าย รหัสประจำตัว 66-020178-5611-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วเล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสุริโย บุญเจริญ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-909-8132 (นายณัฐกรณ์ ศรีคำอ้าย)



ที่ อว 7104.1/52

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี

ด้วยนายตนุสรณ์ ศรีคำอ้าย รหัสประจำตัว 66-020178-5611-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายรัชศักดิ์ สระทองอ่อน ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-909-8132 (นายตนุสรณ์ ศรีคำอ้าย)



ที่ อว 7104.1/53

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี

ด้วยนายณัฐรณ์ ศรีคำอ้าย รหัสประจำตัว 66-020178-5611-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วเส้นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ ทองพิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายเดชดล วราวัศวกุล ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-909-8132 (นายณัฐรณ์ ศรีคำอ้าย)

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

1. ครูผู้สอนแนะนำการดาวน์โหลด และสมัครเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน EON-XR เพื่อเข้าร่วมเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ช่างยนต์ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ พร้อมให้นักเรียนสแกนคิวอาร์โค้ดเข้าร่วมบทเรียน



ภาพ ก-1 ครูผู้สอนแนะนำการดาวน์โหลด และสมัครเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน EON-XR

2. ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเองผ่านการใช้แพลตฟอร์ม EON-XR โดยครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ



ภาพ ก-2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง
ผ่านการใช้แพลตฟอร์ม EON-XR

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา ช่างยนต์
- แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่น ลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์



แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้
ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อสารนิพนธ์	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
ชื่อนักศึกษา	นายดนุสรณ์ ศรีคำอ้าย
รหัสประจำตัว	6602017856111
สาขา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้
ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

คำชี้แจง : แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ได้ทำการกรอกข้อมูลตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากท่านจะนำไปแปลและสรุปผลรวม ซึ่งไม่มีผลต่อตัวท่านและสถานศึกษาแต่อย่างใด เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

ตอนที่ 2 : รายการประเมินความคิดเห็นต่อสื่อการเรียนรู้

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง () ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

() ชาย () หญิง () อื่น ๆ

2. วุฒิการศึกษา

() ปริญญาตรี () ปริญญาโท () ปริญญาเอก

3. ประสบการณ์ในการทำงานด้านการสอน

() ต่ำกว่า 5 ปี () 6 - 10 ปี () 11 - 15 ปี

() มากกว่า 15 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 : ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 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
1. เนื้อหาสื่อการเรียนรู้						
1	เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ลำดับความสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง					
3	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
4	เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อระดับของผู้เรียน					
5	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย					
6	เนื้อหามีความน่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน					
7	ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้					
8	ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน					
9	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง					
10	ความเหมาะสมของแบบทดสอบ					
2. การใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้						
1	การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย					
2	สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น					
3	ความสะดวกในการเรียนรู้					
4	สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ					
5	แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการศึกษาเรียนรู้ใช้งานได้ง่าย					
3. การออกแบบสื่อการเรียนรู้						
1	การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน					
2	การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อ การเรียนรู้					
3	เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์					
4	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม					
5	ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม					
6	เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน					
7	คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)
การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

ชื่อสารนิพนธ์	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
ชื่อนักศึกษา	นายธนุสรณ์ ศรีคำอ้าย
รหัสประจำตัว	6602017856111
สาขา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

วิชา คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ ๒ รหัสวิชา 20101-2016 เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของความเร็วแล่นลูกสูบได้
2. อธิบายผลกระทบของความเร็วแล่นลูกสูบต่อเครื่องยนต์ได้
3. บอกความหมายของระยะชักเครื่องยนต์ได้
4. บอกความหมายของความเร็วรอบเครื่องยนต์ได้
5. บอกสมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้
6. คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่ โดย การพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

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

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1. อธิบาย ความหมายของ ความเร็วแล่น ลูกสูบได้	1. ความเร็วของลูกสูบจะเร็วที่สุดเมื่อรอบการ หมุนของเครื่องยนต์เป็นอย่างไร ? ก. การหมุนรอบสูงสุด ข. การหมุนรอบต่ำสุด ค. การหมุนรอบกลางๆ ง. ไม่เกี่ยวข้องกับการหมุนรอบ เฉลย : ก. การหมุนรอบสูงสุด				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1. อธิบาย ความหมายของ ความเร็วแล่น ลูกสูบได้	2. ข้อใดหมายถึง "ความเร็วแล่นลูกสูบ" ? ก. ความเร็วที่ลูกสูบเคลื่อนที่ไปมาใน กระบอกสูบในแต่ละรอบการทำงาน ข. ความเร็วที่เครื่องยนต์หมุนรอบ ค. ความเร็วที่น้ำหล่อเย็นเคลื่อนที่ภายใน เครื่องยนต์ ง. ความเร็วที่กระบอกสูบขยายและหดตัว เฉลย : ก. ความเร็วที่ลูกสูบเคลื่อนที่ไปมาใน กระบอกสูบในแต่ละรอบการทำงาน				
	3. ในเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ความเร็วสูงสุด ของลูกสูบจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ? ก. ตอนที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งบนสุดที่ 75 องศา ข. ตอนที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดที่ 75 องศา ค. ตอนที่ลูกสูบเริ่มขึ้นที่ 75 องศา ง. ตอนที่ลูกสูบเริ่มลงที่ 75 องศา เฉลย : ง. ตอนที่ลูกสูบเริ่มลงที่ 75 องศา				
2. อธิบาย ผลกระทบของ ความเร็วแล่น ลูกสูบต่อ เครื่องยนต์ได้	4. ปัจจัยใดส่งผลโดยตรงต่อความเร็วแล่น ลูกสูบ ? ก. ความยาวช่วงชักของลูกสูบและ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ข. อุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง ค. ปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้ ง. ความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิง เฉลย : ก. ความยาวช่วงชักของลูกสูบและ ความเร็วรอบเครื่องยนต์				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
2. อธิบาย ผลกระทบของ ความเร็วแล่น ลูกสูบต่อ เครื่องยนต์ได้	5. ทำไมการควบคุมความเร็วแล่นลูกสูบจึง เป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบเครื่องยนต์? ก. เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาความร้อนสูง เกินไปและการสึกหรอของชิ้นส่วน ข. เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ใน สภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ค. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง ง. เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ เฉลย : ก. เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาความ ร้อนสูงเกินไปและการสึกหรอของชิ้นส่วน				
	6. หากความเร็วแล่นลูกสูบเพิ่มขึ้นมากจะ ส่งผลกระทบอย่างไรต่อเครื่องยนต์? ก. ลดแรงเสียดทานของชิ้นส่วน เครื่องยนต์ ข. เพิ่มการสึกหรอและอุณหภูมิของ เครื่องยนต์ ค. ลดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ง. ทำให้รอบเครื่องยนต์ลดลง เฉลย : ข. เพิ่มการสึกหรอและอุณหภูมิของ เครื่องยนต์				
3. บอก ความหมายของ ระยะชัก เครื่องยนต์ได้	7. ระยะชักของเครื่องยนต์หมายถึงอะไร? ก. ระยะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตาย ล่างไปยังศูนย์ตายบน ข. เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ ค. ปริมาตรของกระบอกสูบที่ลูกสูบ เคลื่อนที่ได้ ง. อัตราการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยง เฉลย : ก. ระยะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตาย ล่างไปยังศูนย์ตายบน				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
3. บอก ความหมายของ ระยะชัก เครื่องยนต์ได้	8. ระยะชักของลูกสูบมีผลต่ออะไรใน เครื่องยนต์มากที่สุด? ก. กำลังอัดของเครื่องยนต์ ข. ปริมาตรกระบอกสูบและความเร็ว แล่นลูกสูบ ค. ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องยนต์ ง. ปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง เฉลย : ข. ปริมาตรกระบอกสูบและความเร็ว แล่นลูกสูบ				
	9. หากต้องการเพิ่มรอบเครื่องยนต์สูงสุด ควรออกแบบเครื่องยนต์ให้มีลักษณะอย่างไร? ก. ใช้ช่วงชักยาวขึ้น ข. ใช้ช่วงชักสั้นลง ค. เพิ่มปริมาตรกระบอกสูบ ง. ลดจำนวนลูกสูบลง เฉลย : ข. ใช้ช่วงชักสั้นลง				
4. บอก ความหมายของ ความเร็วรอบ เครื่องยนต์ได้	10. ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Engine RPM) หมายถึงอะไร? ก. จำนวนครั้งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงใน หนึ่งวินาที ข. จำนวนรอบการหมุนของเพลาค้อ เหวี่ยงในหนึ่งนาที ค. ความเร็วที่ล้อขับเคลื่อนของรถยนต์ หมุนต่อวินาที ง. อัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่ กระบอกสูบ เฉลย : ข. จำนวนรอบการหมุนของเพลาค้อ เหวี่ยงในหนึ่งนาที				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
4. บอก ความหมายของ ความเร็วรอบ เครื่องยนต์ได้	11. หน่วยที่ใช้วัดความเร็วรอบเครื่องยนต์คืออะไร? ก. เมตรต่อวินาที (m/s) ข. รอบต่อนาที (RPM) ค. นิวตันเมตร (Nm) ง. วัตต์ (W) เฉลย : ข. รอบต่อนาที (RPM)				
	12. ความเร็วรอบรถยนต์เป็นวัดที่สิ่งใด ก. การหมุนของล้อรถยนต์ ข. การหมุนของเพลากลาง ค. การหมุนของเพืองท้าย ง. การหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง เฉลย : ง. การหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง				
5. บอกสมการที่ใช้คำนวณหา ความเร็วแล่น ลูกสูบได้	13. หน่วยของความเร็วแล่นลูกสูบ (Vp) ที่คำนวณได้จากสมการนี้คืออะไร? ก. เมตรต่อวินาที (m/s) ข. รอบต่อนาที (RPM) ค. นิวตันเมตร (Nm) ง. กิโลวัตต์ (kW) เฉลย : ก. เมตรต่อวินาที (m/s)				
	14. สมการที่ใช้ในการคำนวณความเร็วแล่นของลูกสูบคืออะไร? ก. $V_p = \frac{2\pi N L r}{60}$ ข. $V_p = r \cdot \omega L$ ค. $V_p = \frac{2LN}{60 \times 1,000}$ ง. $V_p = \frac{LN}{60 \times 2LN}$ เฉลย : ค. $V_p = \frac{2LN}{60 \times 1,000}$				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
5. บอกสมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้	15. จากสมการค่าตัวแปร L หมายถึงอะไร? ก. ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ ข. ระยะของระยะชักลูกสูบ ค. ระยะจากจุดศูนย์กลางของเพลาช้อเหวี่ยงถึงลูกสูบ ง. จำนวนรอบของเครื่องยนต์ เฉลย : ข. ระยะของระยะชักลูกสูบ				
	16. ในสมการหาความเร็วแล่นลูกสูบ ตัวแปร N หมายถึงอะไร? ก. ความยาวของการเดินทางของลูกสูบ ข. จำนวนรอบเครื่องยนต์ในหนึ่งนาที ค. ขนาดของกระบอกสูบ ง. ความเร็วของลูกสูบ เฉลย : ข. จำนวนรอบเครื่องยนต์ในหนึ่งนาที				
	17. สมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด ($V_{\max}$) คือข้อใด? ก. $V_{\max} = \frac{2\pi N L r}{60}$ ข. $V_{\max} = r \cdot \omega L$ ค. $V_{\max} = \frac{2LN}{60 \times 1,000}$ ง. $V_{\max} = 1.6 \times V_p$ เฉลย : ค. $V_{\max} = \frac{2LN}{60 \times 1,000}$				
	18. จากสมการหาความเร็วแล่นลูกสูบ ตัวส่วน 60 นั้น เป็นการแปลงหน่วยอะไร ก. แปลงหน่วยนาที่เป็นวินาที ข. แปลงหน่วยวินาทีเป็นนาที ค. แปลงหน่วย m เป็น mm ง. แปลงหน่วย cm เป็น mm เฉลย : ก. แปลงหน่วยนาที่เป็นวินาที				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
6. คำนวณหา ความเร็วแล่น ลูกสูบได้	19. เครื่องยนต์ทำงานที่ 3000 รอบ/นาที และระยะชักเท่ากับ 10 cm ความเร็วแล่น ของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 50 m/s ข. 15 m/s ค. 10 m/s ง. 30 m/s เฉลย : ค. 10 m/s				
	20. เครื่องยนต์ 4 จังหวะทำงานที่ 3000 รอบ/นาที ระยะชักเท่ากับ 0.1 เมตร ความเร็วของลูกสูบคือเท่าใด? ก. 50 m/s ข. 15 m/s ค. 10 m/s ง. 60 m/s เฉลย : ค. 10 m/s				
	21. ถ้าเครื่องยนต์ทำงานที่ 4,000 RPM และ ระยะชักเท่ากับ 80 mm ความเร็วแล่นของ ลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 21.3 m/s ข. 10.6 m/s ค. 8.8 m/s ง. 18 m/s เฉลย : ข. 10.6 m/s				
	22. เครื่องยนต์ทำงานที่ 2500 รอบ/นาที และระยะชักเท่ากับ 102 มม. ความเร็วแล่น ของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 2.5 m/s ข. 8.5 m/s ค. 15.7 m/s ง. 20.5 m/s เฉลย : ข. 8.5 m/s				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
6. คำนวณหา ความเร็วแล่น ลูกสูบได้	23. เครื่องยนต์ดีเซลเครื่องหนึ่งมีความเร็ว แล่นลูกสูบ 12 m/s และหมุนที่ 2,500 รอบ ต่อนาที (RPM) ช่วงชักของลูกสูบคือเท่าใด? ก. 60 มม. ข. 80 มม. ค. 100 มม. ง. 120 มม. เฉลย : ข. 80 มม.				
	24. ถ้าความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มจาก 2,000 RPM เป็น 4,000 RPM โดยที่ช่วงชัก คงเดิม ความเร็วแล่นลูกสูบจะเป็นอย่างไร? ก. เพิ่มขึ้น 2 เท่า ข. ลดลงครึ่งหนึ่ง ค. คงที่ ง. เพิ่มขึ้น 4 เท่า เฉลย : ก. เพิ่มขึ้น 2 เท่า				
	25. หากต้องการให้ความเร็วแล่นลูกสูบไม่เกิน 15 m/s และเครื่องยนต์หมุนที่ 3,500 RPM ช่วงชักสูงสุดที่สามารถใช้ได้คือเท่าใด? ก. 80 มม. ข. 120 มม. ค. 100 มม. ง. 140 มม. เฉลย : ค. 100 มม.				
	26. เครื่องยนต์ที่ทำงานที่ 5,500 รอบ/นาที และความยาวการเดินทางของลูกสูบ 6 ซม. ความเร็วแล่นของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 11 m/s ข. 13 m/s ค. 50 m/s ง. 25 m/s เฉลย : ก. 11 m/s				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความถาม	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
6. คำนวณหา ความเร็วแล่น ลูกสูบได้	27. เมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 1500 RPM ความเร็วของลูกสูบจะเป็นเท่าใดหากความ ยาวระยะชักเท่ากับ 5 cm ? ก. 2.5 m/s ข. 10.5 m/s ค. 15.5 m/s ง. 20.5 m/s เฉลย : ก. 2.5 m/s				
	28. มีขนาดความกว้างกระบอกสูบและช่วง ชักเท่ากับ 80 × 80 มิลลิเมตร หมุนที่ ความเร็วรอบ 4,400 รอบ/นาที จงหา ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด ก. 21.56 m/s ข. 41.12 m/s ค. 15.34 m/s ง. 18.77 m/s เฉลย : ง. 18.77 m/s				
	29. เครื่องยนต์ มีขนาดระยะชัก 105 mm เมื่อกำหนดให้มีความเร็วแล่นลูกสูบ 19 m/s จงหาว่าเครื่องยนต์นี้ต้องหมุนที่ความเร็วรอบ เท่าไร ก. 5,429 RPM ข. 5,530 RPM ค. 5,223 RPM ง. 4,500 RPM เฉลย : ก. 5,429 RPM				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
	30. เครื่องยนต์มีความเร็วแล่นลูกสูบอยู่ที่ (V_p) 31 m/s และความเร็วรอบเครื่องยนต์ 6,000 RPM จงหาระยะชักของลูกสูบ ก. 105 mm ข. 115 mm ค. 155 mm ง. 117 mm เฉลย : ค. 155 mm เฉลย : ก. แปลงหน่วย นาที่เป็นวินาที				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญประเมิน
 (.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ค

- วิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)
- ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
- ข้อมูลการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์

วิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ

.....

วิชา คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ รหัสวิชา 20101-2016 สาขาวิชาช่วงชั้นที่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 (เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 1 ชม.)

หน่วยที่ / เรื่อง	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใช้สมมุติฐานบทเรียน	จุดประสงค์	ระดับพฤติกรรมพึงพิสัย					
				๕-๖	๕-๗	๕-๘	๕-๙	๕-๑๐	๕-๑๑
ความเร็วแล่นลูกสูบ	1. อธิบายความหมายของความเร็วแล่นลูกสูบได้	10	3	-	3	-	-	-	-
	2. อธิบายผลกระทบของความเร็วแล่นลูกสูบต่อเครื่องยนต์ได้	10	3	-	3	-	-	-	-
	3. บอกความหมายของระยะชักเครื่องยนต์ได้	10	3	3	-	-	-	-	-
	4. บอกความหมายของความเร็รรอบเครื่องยนต์ได้	10	3	3	-	-	-	-	-
	5. บอกสมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้	20	6	6	-	-	-	-	-
	6. คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้	40	12	-	-	-	12	-	-
	รวม	100	30	12	6	12	-	-	-

ตารางที่ ค-1 ผลประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่				
		1	2	3	4	5
1. เนื้อหาสื่อการเรียนรู้						
1	เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	5	5	5
2	ลำดับความสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง	4	5	5	5	5
3	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4	5	5	5	5
4	เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อระดับของผู้เรียน	5	5	5	5	5
5	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย	5	5	4	5	5
6	เนื้อหามีความน่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	4	5	5	5	5
7	ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	4	5	3	5	5
8	ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน	4	5	5	5	5
9	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	4
10	ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	5	4	5	5	5
2. การใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้						
1	การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย	4	5	5	5	5
2	สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	5	5	4	5	5
3	ความสะดวกในการเรียนรู้	5	5	5	5	4
4	สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ	5	4	5	5	5
5	แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการศึกษาเรียนรู้ใช้งานได้ง่าย	4	5	5	5	4
3. การออกแบบสื่อการเรียนรู้						
1	การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4	5	5	5	5
2	การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5
3	เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์	5	5	5	5	4
4	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม	5	4	5	5	5
5	ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม	4	5	5	5	5
6	เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน	5	4	5	4	5
7	คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีความเหมาะสม	5	5	5	5	5

ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.
1. เนื้อหาสื่อการเรียนรู้			
1	เนื้อหาสื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.80	0.45
2	ลำดับความสำคัญของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง	4.80	0.45
3	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.80	0.45
4	เนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อระดับของผู้เรียน	5.00	0.00
5	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนชัดเจนผู้เรียนสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย	4.80	0.45
6	เนื้อหามีความน่าสนใจ สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน	4.80	0.45
7	ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้	4.40	0.89
8	ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน	4.80	0.45
9	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ด้วยตนเอง	4.80	0.45
10	ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.80	0.45
รวม		4.78	0.15
2. การใช้ประโยชน์จากสื่อการเรียนรู้			
1	การเข้าแอปพลิเคชันและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย	4.80	0.45
2	สื่อการสอนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	4.80	0.45
3	ความสะดวกในการเรียนรู้	4.80	0.45
4	สื่อการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาก่อนลงมือปฏิบัติ	4.80	0.45
5	แอปพลิเคชันมีความสะดวกในการศึกษาเรียนรู้ใช้งานได้ง่าย	4.60	0.55
รวม		4.76	0.09
3. การออกแบบสื่อการเรียนรู้			
1	การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.80	0.45
2	การออกแบบสื่อมีความน่าสนใจเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้	5.00	0.00
3	เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมและสมบูรณ์	4.80	0.45
4	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้เป็นสื่อการสอนมีความเหมาะสม	4.80	0.45
5	ภาษาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนมีความเหมาะสม	4.80	0.45
6	เสียงบรรยายประกอบสื่อการสอนมีความชัดเจน	4.60	0.55
7	คุณภาพของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีความเหมาะสม	5.00	0.00
รวม		4.83	0.14

ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิวิชาชีพและมีประสบการณ์ด้านการสอนจำนวน 5 ท่าน

ข้อ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คน							
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
2	1	0	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
3	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
4	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
5	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
6	0	1	1	0	1	3	0.6	ใช้ได้
7	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
8	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
9	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
10	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
11	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
12	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
13	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
14	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
15	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
16	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
17	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
18	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
19	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
20	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
21	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
22	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
23	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
24	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
25	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
26	0	1	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้
27	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
28	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
29	0	1	0	1	1	3	0.6	ใช้ได้
30	1	0	1	1	0	3	0.6	ใช้ได้

ตารางที่ ค-4 คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจำนวน 30 ข้อ

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
8	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
11	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
12	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
13	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
14	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
15	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
16	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
17	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
18	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
19	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
20	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0

ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
1	0.60	0.213	ดีมากเก็บไว้ใช้
2	0.70	0.305	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
3	0.70	0.598	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
4	0.60	0.213	ดีมากเก็บไว้ใช้
5	0.70	0.213	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
6	0.75	0.504	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
7	0.70	0.349	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
8	0.80	0.213	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
9	0.80	0.463	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
10	0.75	0.213	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
11	0.80	0.213	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
12	0.75	0.339	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
13	0.55	0.213	ดีมากเก็บไว้ใช้
14	0.65	0.473	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
15	0.55	0.271	ดีมากเก็บไว้ใช้
16	0.65	0.213	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
17	0.75	0.504	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
18	0.70	0.349	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
19	0.70	0.048	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
20	0.80	0.463	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
21	0.75	0.504	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
22	0.60	0.213	ดีมากเก็บไว้ใช้
23	0.70	0.416	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
24	0.55	0.213	ดีมากเก็บไว้ใช้
25	0.70	0.393	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้
26	0.60	0.213	ดีมากเก็บไว้ใช้
27	0.45	0.241	ดีมากเก็บไว้ใช้
28	0.55	0.847	ดีมากเก็บไว้ใช้
29	0.45	0.835	ดีมากเก็บไว้ใช้
30	0.40	0.429	ดีพอใช้ ควรเก็บไว้ใช้

ตารางที่ ค-6 ข้อมูลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0.796	30

จากผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบนี้ ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบสามารถนำมาใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากมีค่ามากกว่า 0.60

ตารางที่ ค-7 ข้อมูลการหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์

➔ T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	หลังเรียน	25.3500	20	1.81442	.40572
	ระหว่างเรียน	24.0000	20	2.49209	.55725

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	หลังเรียน & ระหว่างเรียน	20	.920	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	หลังเรียน - ระหว่างเรียน	1.35000	1.08942	.24360	.84013	1.85987	5.542	19	.000

ภาคผนวก ง

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
- ใบเนื้อหา
- แบบฝึกหัด
- เฉลยแบบฝึกหัด
- แบบทดสอบ
- เฉลยแบบทดสอบ

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	หน้า...1...
หลักสูตรรายวิชา			
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพเครื่องกลและยานยนต์ สาขาวิชาช่างยนต์ รหัสวิชา 20101-2016 วิชาคณิตศาสตร์ช่างยนต์ หน่วยกิต 2			
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. เข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลูกสูบในเครื่องยนต์ 2. คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายความหมายของความเร็วแล่นลูกสูบได้ 2. อธิบายผลกระทบของความเร็วแล่นลูกสูบต่อเครื่องยนต์ได้ 3. บอกความหมายของระยะชักเครื่องยนต์ได้ 4. บอกความหมายของความเร็วรอบเครื่องยนต์ได้ 5. บอกสมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้ 6. คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบได้ เนื้อหาสาระ 1. ความหมายของความเร็วแล่นลูกสูบ 2. ระยะชักของเครื่องยนต์ 3. การคำนวณความเร็วแล่นเฉลี่ยของลูกสูบ 4. การคำนวณความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงต้น	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	หน้า...1...
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน 1. มอบหมายให้นักเรียน ศึกษาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) ผ่านแอปพลิเคชัน EON-XR ก่อนเข้าสู่บทเรียน 2. ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) 3. ครูผู้สอนให้นักเรียนได้ร่วมพูดคุย ปรีกษาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม จากเนื้อหาที่ได้ ศึกษาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาแล้ว 4. ครูผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม และศึกษาใบความรู้ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) 5. นักเรียนศึกษาใบงานและฝึกคำนวณเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) 6. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และสรุปผลการเรียนรู้ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) 7. นักเรียนทำแบบทดสอบ สื่อการเรียนรู้ 1. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2. ใบความรู้ 3. ใบปฏิบัติงาน 4. ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) 5. แบบทดสอบความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน 1. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ แบบ 4 ตัวเลือก 2. เกณฑ์การประเมินคะแนนของผู้เรียนสูงกว่าร้อยละ 80			

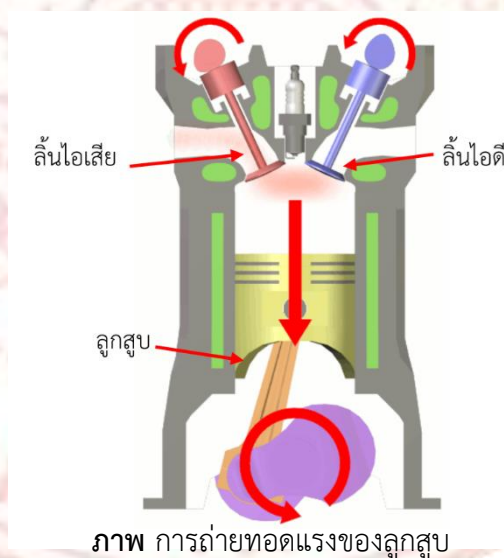
	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์		สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)		ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้		หน้า...1...	
กิจกรรมการเรียนการสอน / สื่อการเรียนรู้ / การวัดผล (เวลา 2 ชั่วโมง/สัปดาห์)						
ขั้นตอน	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการเรียนรู้	การวัดผล	เวลา (นาที)
ขั้นเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้	มอบหมายงาน	มอบหมายให้นักเรียนศึกษาสื่อ การเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบผ่านแอป พลิกซ์ EON-XR	นักเรียน ศึกษาสื่อ การเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบผ่านแอปพลิกซ์ EON XR	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดย แอป พลิกซ์ EON-XR		
นำเข้าสู่บทเรียน	ทำความเข้าใจ	ครูผู้สอน นำเข้าสู่บทเรียน	นักเรียนทำความเข้าใจเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ			
ทบทวนตรวจสอบ	เนื้อหาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	ครูผู้สอนให้นักเรียนได้ร่วมพูดคุย ปรึกษา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม จากเนื้อหาได้ศึกษา	ถาม-ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ			
ขั้นทดลอง	มอบหมายงาน	ครูผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม และศึกษาใบความรู้	นักเรียนแบ่งกลุ่ม และศึกษาใบความรู้	ใบการจัดการความรู้		
ขั้นสรุปผล	สรุปผลเรื่องความเร็วแล่นลูกสูบ	ครูผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์	นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ผลการวัดและสรุปผล			
แบบ ทดสอบ	แบบทดสอบ	ครูผู้สอนเฉลยแบบทดสอบ	นักเรียนทำแบบทดสอบ		แบบทดสอบ	

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 1/8

ความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston Speed)

1. ความหมายของความเร็วแล่นลูกสูบ

ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) หมายถึง ระยะทางที่ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ขึ้น – ลง ภายในกระบอกสูบ โดยจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งจุดศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center) ขึ้นไปยังตำแหน่งจุดศูนย์ตายบน (Top Dead Center) โดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน เพลาข้อเหวี่ยงจะเกิดการหมุน เนื่องจากแรงที่ลูกสูบกระทำ โดยถ่ายทอดแรงผ่าน ก้านสูบ (Connecting rod) และเกิดการเปลี่ยนลักษณะการเคลื่อนที่จากแนวเส้นตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนววงกลม

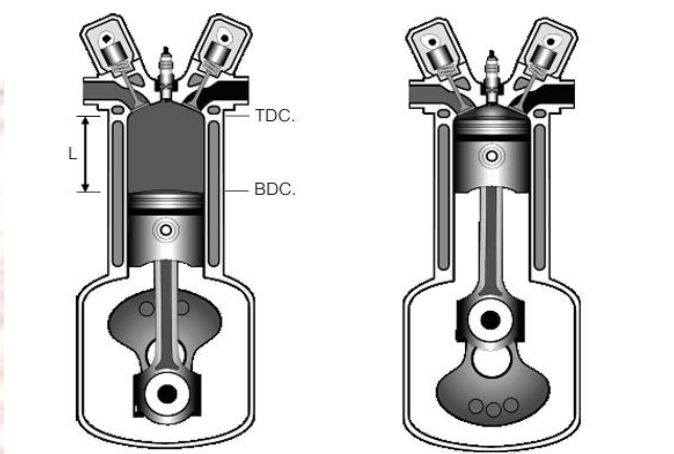


ภาพ การถ่ายทอดแรงของลูกสูบ

ที่มา : http://www.tatc.ac.th/external_newsblog.php?links=4453

โดยระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ภายในกระบอกสูบนั่น จะเป็นระยะชักของลูกสูบภายในกระบอกสูบ (L) ถ้านำระยะทางของลูกสูบที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ความเร็วแล่นของลูกสูบ (Piston Speed) จึงเป็นความเร็วของลูกสูบที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขณะที่แล่นอยู่ในกระบอกสูบ

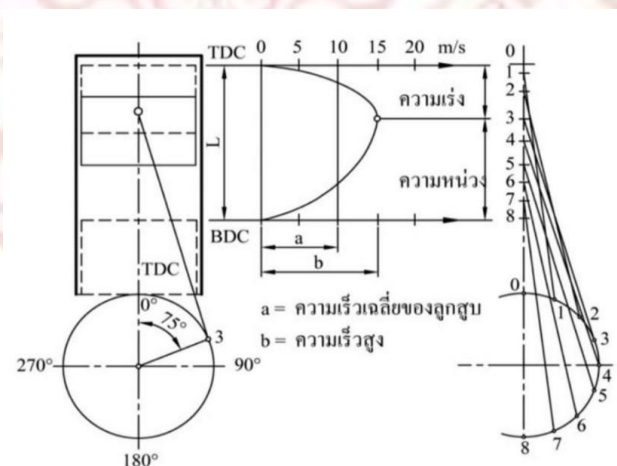
	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงต้น	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 2/8



ภาพ ระยะชักของลูกสูบภายในกระบอกสูบ

ที่มา : วิทยา ตี๋น และคณะ, 2562

การเคลื่อนที่ของลูกสูบจะมีความเร็วที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาโดยมีความเร็วที่ไม่เท่ากันในทุกตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่อยู่ภายในกระบอกสูบ โดยลูกสูบจะมีความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์ (0) จากจุดศูนย์ตายบน (TDC) และมีความเร็วเพิ่มขึ้นจนถึงความเร็วสูงสุดในตำแหน่งที่เพลาคือเหวี่ยงหมุนไปที่ 75 องศา จากนั้นความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบจะลดลง และเป็นศูนย์ (0) เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่จนถึงตำแหน่งจุดศูนย์ตายล่าง (BDC) ดังนั้นการคำนวณหาความเร็วแล่นของลูกสูบนั่น จึงเป็นการคำนวณความเร็วแล่นของลูกสูบเฉลี่ย



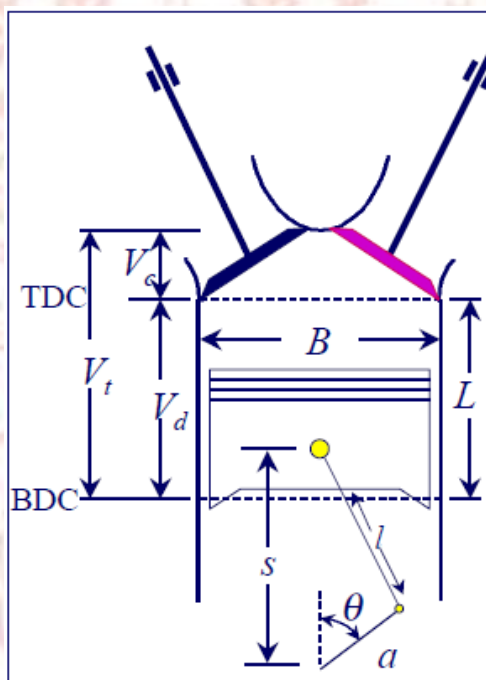
ภาพ แสดงความเร็วแล่นของลูกสูบ

ที่มา : วีระศักดิ์ มะโนน้อม. 2548 : 26)

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 3/8

2. ระยะชักของเครื่องยนต์

ระยะชักของเครื่องยนต์ (Engine stroke) คือ ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ภายในกระบอกสูบ โดยวัดจากตำแหน่งจุดศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center : BDC) จนถึงจุดศูนย์ตายบน (Top Dead Center : TDC) ใช้สัญลักษณ์ L แทนความหมายของระยะชัก



ภาพ ระยะชักของเครื่องยนต์

ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/An-engine-cylinder-l-The-connecting-rod-length-a-the-crank-arm-radius-B-the-bore_fig1_348002108

เมื่อระยะทางจากจุดศูนย์ตายล่างไปจนถึงจุดศูนย์ตายบน เท่ากับ L ในการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ การหมุน 1 รอบ ของเพลาข้อเหวี่ยงจะส่งผลให้ลูกสูบเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นไปยังจุดศูนย์ตายบน 1 ครั้ง และเคลื่อนที่ลงไปยังจุดศูนย์ตายล่าง 1 ครั้ง เป็นระยะทาง 2 เท่าของระยะชักลูกสูบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $2L$ และถ้าเครื่องยนต์หมุนไป N รอบ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากับ $2LN$

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 4/8

3. การคำนวณความเร็วแล่นเฉลี่ยของลูกสูบ

การคำนวณหาความเร็วแล่นของลูกสูบ จะใช้วิธีการคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของลูกสูบ ที่เกิดการเคลื่อนที่ กล่าวคือความเร็วสมมติให้มีการเคลื่อนที่สม่ำเสมอของลูกสูบภายในกระบอกสูบ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของลูกสูบภายในกระบอกสูบในแต่ละตำแหน่งนั้นจะมีการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วแตกต่างกัน โดยใช้สูตรคำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบดังนี้ กำหนดให้

$$V_p = \frac{2LN}{60 \times 1000}$$

V_p = ความเร็วลูกสูบเฉลี่ย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)

L = ระยะชัก มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (mm)

N = ความเร็วรอบ มีหน่วยเป็น รอบ/นาที (RPM)

โดยปกติความเร็วแล่นลูกสูบเฉลี่ย V_p ของเครื่องยนต์ทั่วไปจะมีค่าประมาณ 8.5 – 16 m/s เพราะถ้าความเร็วลูกสูบมากเกินไปจะทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนที่เกิดการเคลื่อนที่ เนื่องจากลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของลูกสูบ จังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จนถึงจุดศูนย์ ตายล่าง จะเกิดการหยุดนิ่งชั่วขณะ (มีความเร็วเท่ากับ 0) และเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้น จังหวะนี้ชิ้นส่วนต่างๆของลูกสูบจะเกิดการสะสมแรงเฉื่อยมหาศาลตามความเร็วแล่นของลูกสูบ ส่งผลให้สลักลูกสูบต้องรับแรงมากเป็นพิเศษ สลักลูกสูบจึงถูกออกแบบมาให้มีความหนาหลายขนาด เพื่อรองรับแรงที่เกิดขึ้น



ภาพ ขนาดความหนาของสลักลูกสูบ

ที่มา : <https://www.k1technologies.com/k1-blog/stroker-science-piston-speed-rod-angle-and-increased-displacement-explained>

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 5/8

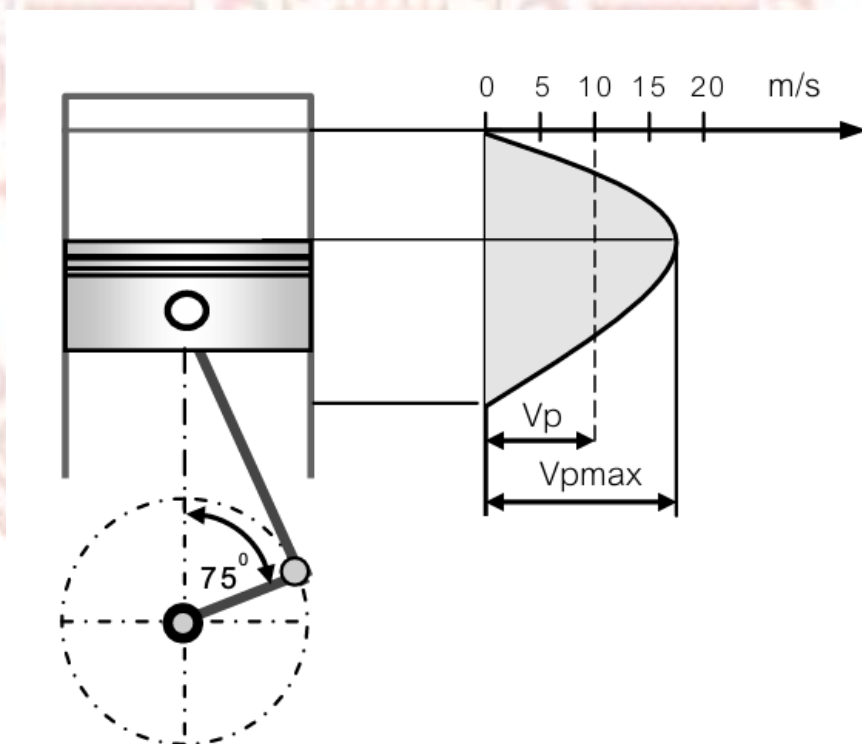
4. การคำนวณความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด

ความเร็วแล่นลูกสูบจะมีค่าความเร็วสูงสุด ในจังหวะที่เกิดการเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งจุดศูนย์ตายบน (TDC) ไปประมาณ 75 องศา ในช่วงระยะดังกล่าวนี้ลูกสูบจะเกิดการเคลื่อนที่ได้ระยะทางมากที่สุดถ้าเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่เท่ากัน โดยมีค่าประมาณ 1.6 เท่า ของความเร็วแล่นลูกสูบเฉลี่ย (V_p) จึงสรุปเป็นคำนวณหาความเร็วแล่นเฉลี่ยสูงสุดได้ดังนี้

$$V_{\max} = 1.6(V_p)$$

$$V_{\max} = \text{ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)}$$

$$V_p = \text{ความเร็วลูกสูบเฉลี่ย มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)}$$



ภาพ ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด
ที่มา : วิทยา ดีวุ่น และคณะ, 2562

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 6/8

5. ตัวอย่างการคำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบ

ตัวอย่างที่ 1 รถยนต์ Toyota Fortuner GR Sport 2.8 มีขนาดความกว้างกระบอกสูบ และช่วงชัก = 92.0×103.6 มิลลิเมตร หมุนที่ความเร็วรอบ 3,400 รอบ/นาที จงหาความเร็วแล่นลูกสูบ

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้ } L &= 103.6 \text{ mm} \\ N &= 3,400 \text{ RPM} \\ V_p &= \frac{2LN}{60 \times 1000} \\ V_p &= \frac{2 \times 103.6 \text{ mm} \times 3,400 \text{ RPM}}{60 \times 1000} \\ V_p &= 11.74 \text{ m/s} \end{aligned}$$

∴ ความเร็วแล่นลูกสูบเท่ากับ 11.74 m/s

ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์ Honda Civic แบบ ดับเบิลโอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ (DOHC) 4 สูบ 16 วาล์ว VTEC TURBO มีความเร็วแล่นลูกสูบอยู่ที่ (V_p) 15 m/s และความเร็วรอบเครื่องยนต์ 6,000 RPM จงหาระยะชักของเครื่องยนต์

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้ } V_p &= 15 \text{ m/s} \\ N &= 6,000 \text{ RPM} \\ V_p &= \frac{2LN}{60 \times 1000} \\ L &= \frac{V_p \times 60 \times 1,000}{2 \times N} \end{aligned}$$

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า 7/8

$$L = \frac{15 \times 60 \times 1,000}{2 \times 6,000}$$

$$L = 75 \text{ mm}$$

$\therefore$ ระยะชักของลูกสูบเท่ากับ 75 mm

ตัวอย่างที่ 3 เครื่องยนต์ ISUZU V-CROSS มีขนาดความกว้างกระบอกสูบ $\times$ ระยะชัก 95.4 $\times$ 104.9 mm เมื่อกำหนดให้มีความเร็วแล่นลูกสูบ 14 m/s จงหาว่าเครื่องยนต์นี้ต้องหมุนที่ความเร็วรอบเท่าไร

วิธีทำ กำหนดให้ $V_p = 14 \text{ m/s}$

$L = 104.9 \text{ mm}$

$$V_p = \frac{2LN}{60 \times 1000}$$

$$N = \frac{V_p \times 60 \times 1000}{2 \times L}$$

$$N = \frac{14 \times 60 \times 1000}{2 \times 104.9}$$

$$N = 4003.81 \text{ RPM}$$

$\therefore$ ความเร็วรอบเครื่องยนต์เท่ากับ 4003.81 RPM

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเนื้อหา	หน้า.8/8.

ตัวอย่างที่ 4 รถยนต์ Toyota YARIS ATIV มีขนาดความกว้างกระบอกสูบ และช่วงชัก 72.5×72.5 มิลลิเมตร หมุนที่ความเร็วรอบ 4,400 รอบ/นาที จงหาความเร็วแล่นลูกสูบและความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด

วิธีทำ

กำหนดให้ $L = 72.5 \text{ mm}$
 $N = 4,400 \text{ RPM}$

1. หาความเร็วแล่นลูกสูบ V_p

$$V_p = \frac{2LN}{60 \times 1000}$$

$$V_p = \frac{2 \times 72.5 \text{ mm} \times 4,400 \text{ RPM}}{60 \times 1000}$$

$$V_p = 10.63 \text{ m/s}$$

$\therefore$ ความเร็วแล่นลูกสูบเท่ากับ 10.63 m/s

2. หาความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด

$$V_{\max} = 1.6(V_p)$$

$$V_{\max} = 1.6 \times 10.63 \text{ m/s}$$

$$V_{\max} = 17 \text{ m/s}$$

$\therefore$ ความเร็วแล่นลูกสูบเท่ากับ 17 m/s

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบฝึกหัด	หน้า 1/4

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....
 ระดับชั้น.....แผนกวิชา.....สาขาวิชา.....

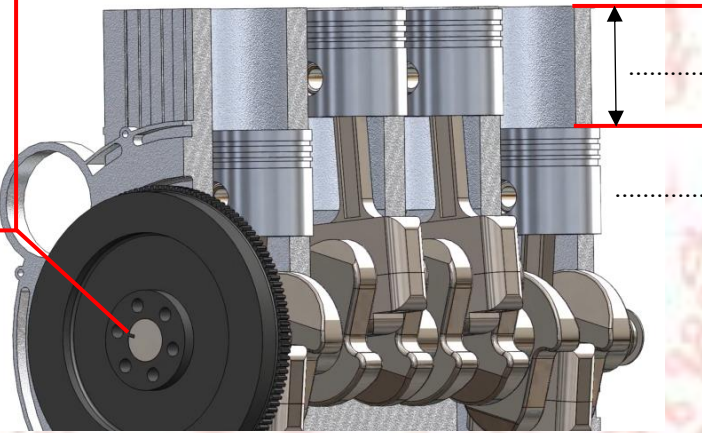
แบบฝึกหัด

คำสั่ง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จากภาพ ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

.....

มีหน่วยเป็น
รอบ/นาที



2. ระยะชักของเครื่องยนต์คืออะไร

.....

.....

.....

3. จงบอกความหมายของความเร็วรอบเครื่องยนต์

.....

.....

.....

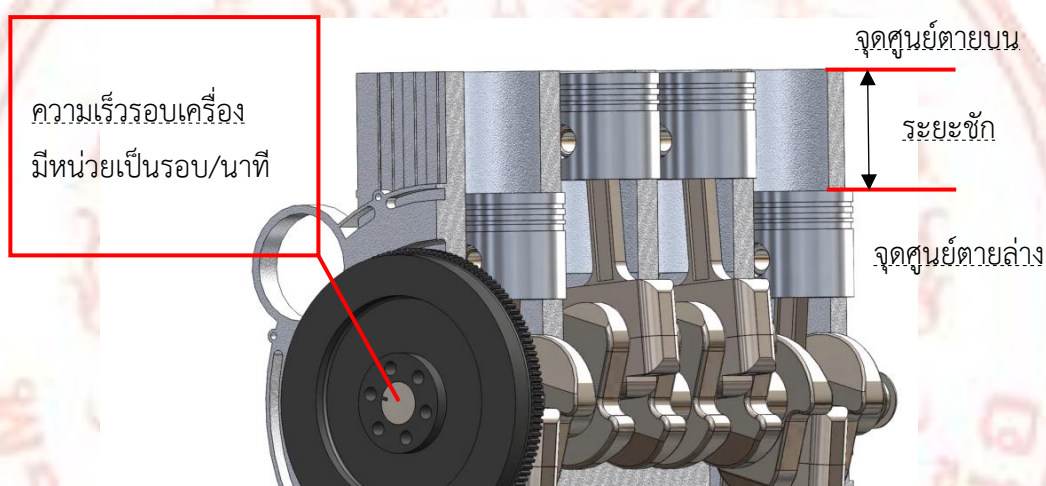
	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบฝึกหัด	หน้า 2/4
ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่..... ระดับชั้น.....แผนกวิชา.....สาขาวิชา.....			
<u>แบบฝึกหัด</u> 4. จุดศูนย์ตายบนคืออะไร 5. จุดศูนย์ตายล่างคืออะไร 6. เครื่องยนต์หมุน 1 รอบ ลูกสูบจะเคลื่อนที่อย่างไร 7. เพราะเหตุใดจึงต้องกำหนดให้มีความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด 8. ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุดมีค่าเป็นเท่าไร 			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	หน้า1/4.

เฉลยแบบฝึกหัด

คำสั่ง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จากภาพ ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



2. ระยะชักของเครื่องยนต์คืออะไร

คือ ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากตำแหน่งสูงสุด (Top Dead Center: TDC) ไปยังตำแหน่งต่ำสุด (Bottom Dead Center: BDC) หรือจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้ายในกระบอกสูบระหว่างการทำงานของเครื่องยนต์ในหนึ่งรอบการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง (crankshaft)

3. จงบอกความหมายของความเร็วรอบเครื่องยนต์

จำนวนการหมุนรอบของเพลาข้อเหวี่ยง (crankshaft) ของเครื่องยนต์ในหนึ่งนาที โดยที่หนึ่งรอบ หมายถึงการหมุนรอบเต็มของเพลาข้อเหวี่ยง

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	หน้า 2/4

เฉลยแบบฝึกหัด

4. จุดศูนย์ตายบนคืออะไร
ตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นสูงสุด.....

5. จุดศูนย์ตายล่างคืออะไร
ตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลงต่ำสุด.....

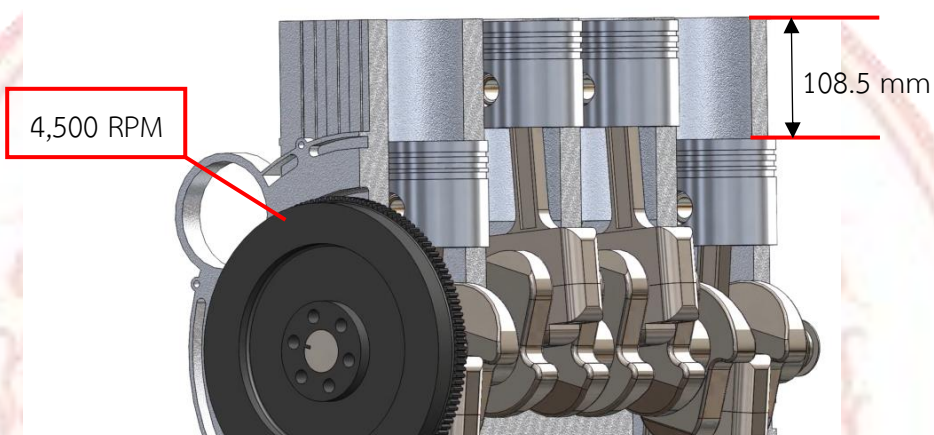
6. เครื่องยนต์หมุน 1 รอบ ลูกสูบจะเคลื่อนที่อย่างไร
เคลื่อนที่ขึ้น 1 ครั้ง และลง 1 ครั้ง.....

7. เพราะเหตุใดจึงต้องกำหนดให้มีความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด
1. ป้องกันการสึกหรอและความเสียหาย: ความเร็วสูงเกินไปอาจทำให้ชิ้นส่วนต่างๆ
ของเครื่องยนต์เกิดการสึกหรอหรือเสียหายได้ง่าย.....
2. ความคุมการทำงานของเครื่องยนต์: เครื่องยนต์ที่มีความเร็วแล่นลูกสูบสูงเกินไป
อาจทำให้เครื่องยนต์ทำงานไม่เสถียร.....
3. ความเร็วสูงทำให้เกิดความร้อนสูง ซึ่งอาจทำให้เครื่องยนต์ร้อนจัดและเสียหาย.....

8. ความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุดมีค่าเป็นเท่าไร
มีค่าประมาณ 1.6 เท่า ของความเร็วแล่นลูกสูบเฉลี่ย.....

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	หน้า 3/4.

9. จากภาพ ให้นักเรียนคำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบ (V_p) และความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด (V_{max})



1. หาความเร็วแล่นลูกสูบ V_p

$$V_p = \frac{2LN}{60 \times 1000}$$

$$V_p = \frac{2 \times 108.5 \text{ mm} \times 4,500 \text{ RPM}}{60 \times 1000}$$

$$V_p = 16.275 \text{ m/s}$$

∴ ความเร็วแล่นลูกสูบเท่ากับ 16.275 m/s

2. หาความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด

$$V_{max} = 1.6(V_p)$$

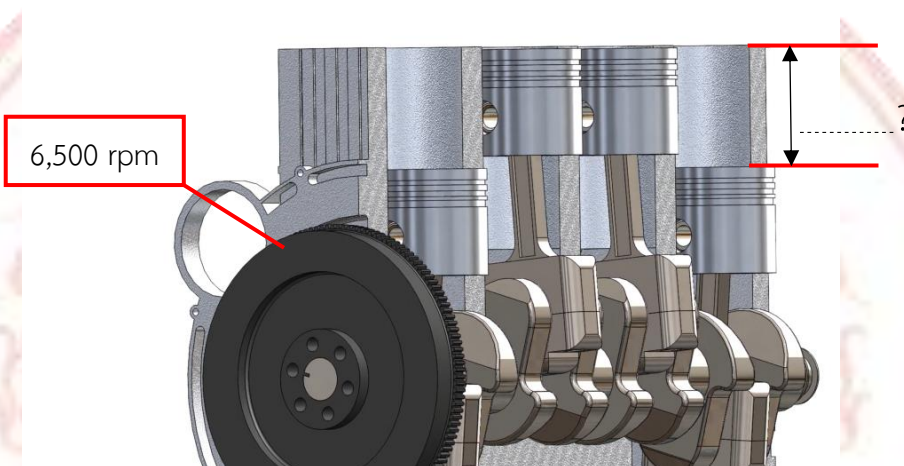
$$V_{max} = 1.6 \times 16.275 \text{ m/s}$$

$$V_{max} = 26.04 \text{ m/s}$$

∴ ความเร็วแล่นลูกสูบเท่ากับ 26.04 m/s

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	หน้า 4/4.

10. เครื่องยนต์ มีความเร็วแล่นลูกสูบอยู่ที่ (V_p) 18 m/s และความเร็วรอบเครื่องยนต์ 6,500 RPM จงหาระยะชักของเครื่องยนต์



$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } V_p &= \frac{2LN}{60 \times 1000} \\
 L &= \frac{V_p (60 \times 1000)}{2N} \\
 L &= \frac{18(60,000)}{2(6,500)} \\
 L &= 83.07 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

∴ ระยะชักของเครื่องยนต์เท่ากับ 83.07 mm

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	คำชี้แจงแบบทดสอบ
คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ รายวิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์ รหัสวิชา 20101-2016 เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed) ชี้แจง แบบทดสอบวัดความรู้ แบบข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ 1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว 2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที 3. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล เลขรหัสกลุ่มเรียน ให้ชัดเจน 4. การกระทำใดๆ ที่ส่อทุจริต จะถูกตัดสิทธิ์สอบ 5. ไม่อนุญาตให้ใช้โทรศัพท์มือถือ		

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบทดสอบ	หน้า1/6.

คำสั่ง : จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

1. ความเร็วของลูกสูบจะเร็วที่สุดเมื่อรอบการหมุนของเครื่องยนต์เป็นอย่างไร ?

- ก. การหมุนรอบสูงสุด
- ข. การหมุนรอบต่ำสุด
- ค. การหมุนรอบกลางๆ
- ง. ไม่เกี่ยวข้องกับการหมุนรอบ

2. ข้อใดหมายถึง "ความเร็วแล่นลูกสูบ" ?

- ก. ความเร็วที่ลูกสูบเคลื่อนที่ไปมาในกระบอกสูบในแต่ละรอบการทำงาน
- ข. ความเร็วที่เครื่องยนต์หมุนรอบ
- ค. ความเร็วที่น้ำหล่อเย็นเคลื่อนที่ภายในเครื่องยนต์
- ง. ความเร็วที่กระบอกสูบขยายและหดตัว

3. ในเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ความเร็วสูงสุดของลูกสูบจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ?

- ก. ตอนที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งบนสุดที่ 75 องศา
- ข. ตอนที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดที่ 75 องศา
- ค. ตอนที่ลูกสูบเริ่มขึ้นที่ 75 องศา
- ง. ตอนที่ลูกสูบเริ่มลงที่ 75 องศา

4. ปัจจัยใดส่งผลโดยตรงต่อความเร็วแล่นลูกสูบ ?

- ก. ความยาวช่วงชักของลูกสูบและความเร็วรอบเครื่องยนต์
- ข. อุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง
- ค. ปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้
- ง. ความหนืดของน้ำมันเชื้อเพลิง

5. ทำไมการควบคุมความเร็วแล่นลูกสูบจึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบเครื่องยนต์?

- ก. เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาความร้อนสูงเกินไปและการสึกหรอของชิ้นส่วน
- ข. เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย
- ค. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง
- ง. เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องยนต์

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบทดสอบ	หน้า 2/6.
6. หากความเร็วแล่นลูกสูบเพิ่มขึ้นมากจะส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์? ก. ลดแรงเสียดทานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ข. เพิ่มการสึกหรอและอุณหภูมิของเครื่องยนต์ ค. ลดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ง. ทำให้รอบเครื่องยนต์ลดลง 7. ระยะชักของเครื่องยนต์หมายถึงอะไร? ก. ระยะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จากศูนย์ตายล่างไปยังศูนย์ตายบน ข. เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ ค. ปริมาตรของกระบอกสูบที่ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ ง. อัตราการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยง 8. ระยะชักของลูกสูบมีผลต่ออะไรในเครื่องยนต์มากที่สุด? ก. กำลังอัดของเครื่องยนต์ ข. ปริมาตรกระบอกสูบและความเร็วแล่นลูกสูบ ค. ความเร็วรอบสูงสุดของเครื่องยนต์ ง. ปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 9. หากต้องการเพิ่มรอบเครื่องยนต์สูงสุด ควรออกแบบเครื่องยนต์ให้มีลักษณะอย่างไร? ก. ใช้ช่วงชักยาวขึ้น ข. ใช้ช่วงชักสั้นลง ค. เพิ่มปริมาตรกระบอกสูบ ง. ลดจำนวนลูกสูบลง 10. ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Engine RPM) หมายถึงอะไร? ก. จำนวนครั้งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงในหนึ่งวินาที ข. จำนวนรอบการหมุนของเพลาค้อเหวี่ยงในหนึ่งนาที ค. ความเร็วที่ล้อขับเคลื่อนของรถยนต์หมุนต่อวินาที ง. อัตราการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าสู่กระบอกสูบ			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบทดสอบ	หน้า 3/6
11. หน่วยที่ใช้วัดความเร็วรอบเครื่องยนต์คืออะไร? ก. เมตรต่อวินาที (m/s) ข. รอบต่อนาที (RPM) ค. นิวตันเมตร (Nm) ง. วัตต์ (W) 12. ความเร็วรอบรถยนต์เป็นวัดที่สิ่งใด ก. การหมุนของล้อรถยนต์ ข. การหมุนของเพลากลาง ค. การหมุนของเฟืองท้าย ง. การหมุนของเพลาข้อเหวี่ยง 13. หน่วยของความเร็วน้ำมันลูกสูบ (Vp) ที่คำนวณได้จากสมการนี้คืออะไร? ก. เมตรต่อวินาที (m/s) ข. รอบต่อนาที (RPM) ค. นิวตันเมตร (Nm) ง. กิโลวัตต์ (kW) 14. สมการที่ใช้ในการคำนวณความเร็วแล่นของลูกสูบคืออะไร? ก. $V_p = \frac{2\pi N L r}{60}$ ข. $V_p = r \cdot \omega L$ ค. $V_p = \frac{2LN}{60 \times 1,000}$ ง. $V_p = \frac{LN}{60}$ 15. จากสมการค่าตัวแปร L หมายถึงอะไร? ก. ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่ ข. ระยะของระยะชักลูกสูบ ค. ระยะจากจุดศูนย์กลางของเพลาข้อเหวี่ยงถึงลูกสูบ ง. จำนวนรอบของเครื่องยนต์			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบทดสอบ	หน้า 4/6
16. ในสมการหาความเร็วแล่นลูกสูบ ตัวแปร N หมายถึงอะไร? ก. ความยาวของการเดินทางของลูกสูบ ข. จำนวนรอบเครื่องยนต์ในหนึ่งนาที ค. ขนาดของกระบอกสูบ ง. ความเร็วของลูกสูบ 17. สมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด ($V_{\max}$) คือข้อใด? ก. $V_{\max} = \frac{2\pi N L r}{60}$ ข. $V_{\max} = r \cdot \omega L$ ค. $V_{\max} = \frac{2LN}{60 \times 1,000}$ ง. $V_{\max} = 1.6 \times V_p$ 18. จากสมการหาความเร็วแล่นลูกสูบ ตัวส่วน 60 นั้น เป็นการแปลงหน่วยอะไร ก. แปลงหน่วยนาทีเป็นวินาที ข. แปลงหน่วยวินาทีเป็นนาที ค. แปลงหน่วย m เป็น mm ง. แปลงหน่วย cm เป็น mm 19. เครื่องยนต์ทำงานที่ 3000 รอบ/นาที และระยะชักเท่ากับ 10 cm ความเร็วแล่นของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 50 m/s ข. 15 m/s ค. 10 m/s ง. 30 m/s 20. เครื่องยนต์ 4 จังหวะทำงานที่ 3000 รอบ/นาที ระยะชักเท่ากับ 0.1 เมตร ความเร็วของลูกสูบคือเท่าใด? ก. 50 m/s ข. 15 m/s ค. 10 m/s ง. 60 m/s			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบทดสอบ	หน้า 5/6
21. ถ้าเครื่องยนต์ทำงานที่ 4,000 RPM และระยะชักเท่ากับ 80 mm ความเร็วแล่นของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 21.3 m/s ข. 10.6 m/s ค. 8.8 m/s ง. 18 m/s 22. เครื่องยนต์ทำงานที่ 2500 รอบ/นาที และระยะชักเท่ากับ 102 มม. ความเร็วแล่นของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 2.5 m/s ข. 8.5 m/s ค. 15.7 m/s ง. 20.5 m/s 23. เครื่องยนต์ดีเซลเครื่องหนึ่งมีความเร็วแล่นลูกสูบ 12 m/s และหมุนที่ 2,500 รอบต่อนาที (RPM) ช่วงชักของลูกสูบคือเท่าใด? ก. 60 มม. ข. 80 มม. ค. 100 มม. ง. 120 มม. 24. ถ้าความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มจาก 2,000 RPM เป็น 4,000 RPM โดยที่ช่วงชักคงเดิม ความเร็วแล่นลูกสูบจะเป็นอย่างไร? ก. เพิ่มขึ้น 2 เท่า ข. ลดลงครึ่งหนึ่ง ค. คงที่ ง. เพิ่มขึ้น 4 เท่า 25. หากต้องการให้ความเร็วแล่นลูกสูบไม่เกิน 15 m/s และเครื่องยนต์หมุนที่ 3,500 RPM ช่วงชักสูงสุดที่สามารถใช้ได้คือเท่าใด? ก. 80 มม. ข. 120 มม. ค. 100 มม. ง. 140 มม.			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่างยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบแบบทดสอบ	หน้า 6/6
26. เครื่องยนต์ที่ทำงานที่ 5,500 รอบ/นาที และความยาวการเดินทางของลูกสูบ 6 ซม. ความเร็วแล่นของลูกสูบจะเป็นเท่าใด? ก. 11 m/s ข. 13 m/s ค. 50 m/s ง. 25 m/s 27. เมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 1500 RPM ความเร็วของลูกสูบจะเป็นเท่าใดหากความยาวระยะชักเท่ากับ 5 cm ? ก. 2.5 m/s ข. 10.5 m/s ค. 15.5 m/s ง. 20.5 m/s 28. มีขนาดความกว้างกระบอกสูบและช่วงชักเท่ากับ 80×80 มิลลิเมตร หมุนที่ความเร็วรอบ 4,400 รอบ/นาที จงหาความเร็วแล่นลูกสูบสูงสุด ก. 21.56 m/s ข. 41.12 m/s ค. 15.34 m/s ง. 18.77 m/s 29. เครื่องยนต์ มีขนาดระยะชัก 105 mm เมื่อกำหนดให้มีความเร็วแล่นลูกสูบ 19 m/s จงหาว่าเครื่องยนต์นี้ต้องหมุนที่ความเร็วรอบเท่าไร ก. 5,429 RPM ข. 5,530 RPM ค. 5,223 RPM ง. 4,500 RPM 30. เครื่องยนต์มีความเร็วแล่นลูกสูบอยู่ที่ (V_p) 31 m/s และความเร็วรอบเครื่องยนต์ 6,000 RPM จงหาระยะชักของลูกสูบ ก. 105 mm ข. 115 mm ค. 155 mm ง. 117 mm			

	วิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)	ใบเฉลยแบบทดสอบ	หน้า 1....

ใบเฉลยแบบทดสอบวัดความรู้
 รายวิชา คณิตศาสตร์ช่วงยนต์ รหัสวิชา 20101-2016
 เรื่อง ความเร็วแล่นลูกสูบ (Piston Speed)

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ก	16	ข
2	ง	17	ค
3	ง	18	ก
4	ก	19	ค
5	ก	20	ค
6	ข	21	ข
7	ก	22	ข
8	ข	23	ข
9	ข	24	ก
10	ข	25	ค
11	ข	26	ก
12	ง	27	ก
13	ก	28	ง
14	ค	29	ก
15	ข	30	ค

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายดนุสรณ์ ศรีคำอ้าย
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องความเร็วแล่นของลูกสูบด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติ	: ปี 2567 – ปัจจุบัน ครูผู้สอนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี : ปี 2565 – 2567 ครูผู้สอนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพ เนินขาม จังหวัดชัยนาท : ปี 2564 – 2565 ครูผู้สอนแผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง