สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

AUGMENTED REALITY LEARNING MEDIA ON SOLAR ENERGY

จักรพันธ์ นิลพัฒน์
JAKKAPHUN NILPHAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561
KMITL-2018-ED-M-231-063

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

AUGMENTED REALITY LEARNING MEDIA ON SOLAR ENERGY

จักรพันธ์ นิลพัฒน์
JAKKAPHUN NILPHAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561
KMITL-2018-ED-M-231-063

AUGMENTED REALITY LEARNING MEDIA ON SOLAR ENERGY

JAKKAPHUN NILPHAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018
KMITL-2018-ED-M-231-063

COPYRIGHT 2018
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ AUGMENTED REALITY LEARNING MEDIA ON SOLAR ENERGY
นักศึกษา	นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์
รหัสประจำตัว	57603086
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์	
รองศาสตราจารย์ ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย ใจกล้า	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 22 กรกฎาคม 2561 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนสมาคมศิษย์เก่า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

วันที่ 31 **เดือน** ก.ค. **พ.ศ.** 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์
นักศึกษา	จักรพันธ์ นิลพัฒน์
รหัสนักศึกษา	57603086
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 20 คน กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.35 -0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าความเชื่อถือได้ เท่ากับ 0.90 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบ t-test แบบ independent samples.

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.36) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.23, S.D. = 0.58) 2) ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 83.37/86.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Thesis Title	Augmented Reality Learning Media On Solar Energy
Student	Mr. Jakkaphun Nilphat
Student ID.	57603086
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2018
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Paiboon Pongwongtragull
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wisuit Sunthonkanokpong

ABSTRACT

The purpose of this research was to create learning media, evaluate its efficiency and compare the learning achievement on solar energy by an experimental group learning by using augmented reality media and a control group of students in a regular classroom. Random sampling was used to choose a sample of 40 bachelor's degree students second academic year students in B.E. 2560 who were enrolled in sustainable energy course at Phetchaburi Rajabhat University. Both the experimental group and the control group were divided into two groups of 20 students. The tools for data collection were augmented reality learning media on solar energy, a qualitative evaluation on the content and multimedia production techniques, and a learning achievement test comprising 20 items with an index of congruence (IOC), level of difficulty, and level of discrimination between 0.67 to 1.00, 0.35 to 0.80, and 0.20 to 0.80, respectively. The reliability coefficient was 0.90. The statistics utilized for data analysis were mean ($\overline{X}$), standard deviation (S.D.), and t-test independent samples.

The results of the study were that the quality of the contents ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.36) and multimedia production ($\overline{X}$ = 4.23, S.D. = 0.58) were at the good level. The efficiency of the learning media by augmented reality of solar energy or E_1/E_2 was 83.37/86.00 in accordance with the specified hypothesis 80/ 80. When the experimental group and control group were compared, it was found that there was a significant difference between the average mean scores of the control group and those of the experimental group at the 0.05 level. It means the augmented reality learning media on solar energy can be utilized for self-learning.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา รวมทั้งข้อปฏิบัติต่าง ๆ สำหรับการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้นมีคุณภาพ ขอขอบพระคุณอาจารย์ปองพล รักการงาน และสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เรื่องกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อด้านสถานที่ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณอาจารย์ชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ ที่ให้ความกรุณาด้านการเดินทางและประสานงานในการทำวิจัย ขอขอบคุณนางสาวดวงกมล อังอำนวยศิริ ที่ให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มงาน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจ ขอขอบใจนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ปีการศึกษา 2559 - 2560 ที่ให้ความร่วมมือ เพื่อให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจ ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งให้แก่ข้าพเจ้า หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้

จักรพันธ์ นิลพัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 สมมุติฐานของการการวิจัย 2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 การศึกษารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน 6
2.2 การออกแบบและการจัดการเรียนการสอน 7
2.3 เทคโนโลยีความจริงเสมือน 11
2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน 18
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย 27
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 27
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 28
3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 43
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 44

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 48
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 48
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 49
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 50

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 51
5.1 สรุปผล 51
5.2 อภิปรายผล 54
5.3 ข้อเสนอแนะ 56

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 60
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและหนังสือราชการ 61
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 71
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 77
ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 80
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 112
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 117
ภาคผนวก ช ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ 126

ประวัติผู้เขียน 129

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แผนการสอนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน 7
2.2 ผลการสอบวัดผลของผู้เรียน 5 คน หลังจากทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน 19
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิด้าน เนื้อหา จำนวน 3 ท่าน 47
4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิด้าน เทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน 48
4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ 49
4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 50

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แผนผังการพัฒนาระบบของเทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับสื่อการเรียนรู้ 15
2.2 แผนผังการทำงานของระบบของเทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับสื่อการเรียนรู้ 15
3.1 แผนภูมิเนื้อหา เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 30
3.2 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 34
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 38
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 41
ช.1 ปกหน้าและคู่มือของหนังสือเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 126
ช.2 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 127
ช.3 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ 127
ช.4 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 128

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสาร มีการเปลี่ยนแปลงและถูกพัฒนาให้มีความเป็นทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ทำให้มนุษย์สามารถใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาด้านการแพทย์ การทหาร สื่อโฆษณา การ์ตูน รายการทีวีต่าง ๆ รวมถึงด้านการศึกษา โดยการนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีช่องทางในการเรียนในรูปแบบอื่นเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้อีเลิร์นนิ่งในการเรียนการสอน การทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดบนเว็บไซต์ หรือสื่อการสอนในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน เป็นหลักสูตรรายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป ของนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ทุกสาขาวิชา ทุกชั้นปี และทุกคณะ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สามารถลงทะเบียนเรียนได้ เป็นรายวิชาให้นักศึกษาที่เข้ามาเรียน ได้ศึกษาเนื้อหาทางด้านทฤษฎีเป็นหลัก เนื้อหาเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งในรายวิชานี้ ที่มีความสำคัญ เพราะเป็นเนื้อหาที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาพลังงานทดแทนรูปแบบใหม่ และเป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนพลังงานทดแทน เพื่อประยุกต์ใช้กับพลังงานทดแทนในรูปแบบอื่นได้

การเรียนการสอนจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนพบว่า การเรียนการสอนที่ผ่านมา ได้พบปัญหาในการสอน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีการเรียนการสอนในเนื้อหาตามหลักสูตร ซึ่งในรายวิชานี้ใช้การสอนแบบบรรยายเป็นหลัก จึงทำให้ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการสูงเพื่อสร้างภาพให้เกิดความเข้าใจ วิธีการนำเสนอโดยรวม เป็นการศึกษาเฉพาะในห้องเรียน รูปภาพนิ่ง ส่งผลให้ผู้เรียนยากที่จะเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้ง การเรียนการสอนในห้องเรียนกับผู้เรียนจำนวนมาก วิธีการสอนในภาคทฤษฎีจะเป็นการอธิบายเนื้อหา ประกอบรูปภาพนิ่ง ทำให้ไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนส่วนใหญ่ได้มากเพียงพอ จึงส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะที่ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถผ่านจุดประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้ได้ ซึ่งรูปแบบการสอนที่กล่าวมานั้นได้มีการใช้งานเพิ่มมากขึ้น รูปแบบการนำเสนอไม่แปลกใหม่ และดึงดูดความสนใจต่อผู้เรียนไม่ได้มากเพียงพอ (สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์. 2555 : 904) ซึ่งยุคปัจจุบัน การเรียนการสอนต้องสามารถแก้ไขปัญหาทางการศึกษาให้ผู้เรียนได้ เกิดการเรียนรู้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และสามารถทบทวนการเรียนการสอนด้วยตัวเอง

จากการศึกษาพบว่ามีเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจ และนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้ดีคือ เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ และแสดงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ เพราะด้วยระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือทำให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลหรือข่าวสารได้ทันทีตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์หรือ

โปรแกรมต่าง ๆ ที่อยู่ในโทรศัพท์มือถือแบบที่ผู้ใช้สามารถพกพาได้อย่างสะดวก (พนิดา ตันศิริ. 2553 : 171) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งได้นำเทคนิคการสร้างภาพความจริงเสมือนมาประยุกต์ใช้สร้างสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเทคนิคนี้ทำให้สื่อการเรียนการสอนเป็นที่น่าสนใจ เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้มากขึ้น ทำให้นักศึกษาเกิดความสนุกสนาน และตื่นตาตื่นใจกับการเรียนแบบโลกเสมือนจริง อีกทั้งนักศึกษาไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน เกิดความอยากรู้อยากเห็น สามารถทบทวนซ้ำได้หลายครั้ง อันจะนำความรู้ไปใช้ได้จริง นอกจากนี้สื่อการเรียนการสอนยังประกอบด้วยภาพสามมิติ เคลื่อนไหวได้ ทำให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจง่าย รวดเร็ว ถูกต้อง และเนื้อหามีความสมจริงทำให้เกิดมุมมองต่อการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

สำหรับเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เหมาะสมกับการเรียนการสอนในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ระดับปริญญาตรี ได้สามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง เอื้ออำนวยความสะดวก ทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้วได้ตามต้องการ เพื่อให้เกิดอิสระในการเรียนรู้ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง กับนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพระดับดี ($\overline{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

1.3.2 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

1.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนการออกแบบสื่อการเรียนรู้ จากกระบวนการเรียนการสอนของ Robert M. Gagne' มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 9 ขั้นตอน (อ้างในณัฐกร สงคราม. 2554 : 85-96) ดังนี้

1. การกระตุ้นความสนใจ (Gaining Attention)
2. การแจ้งวัตถุประสงค์บทเรียน ให้ผู้เรียนทราบ (Informing Learner of Lesson Objective)
3. การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prerequisite Knowledge)
4. การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus Materials)
5. การแนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing Learning Guide)
6. การกระตุ้นให้แสดงความสามารถ (Eliciting the Performance)
7. ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Providing Feedback about Performance Correctness)
8. การประเมินผลการแสดงออก (Assessing the Performance)
9. การส่งเสริมความคงทน และการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 100 คน ที่ลงทะเบียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการใช้วิธีจับสลากรายห้อง จำนวน 20 คน

2.2 กลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการใช้วิธีจับสลากรายห้อง จำนวน 20 คน

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ แบบทดสอบระหว่างหน่วยการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ (มีคุณภาพระดับดี ($\overline{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05)

1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรังสีอาทิตย์
2. การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน
3. การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่มีการนำแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือระบบ Android หรือระบบ iOS มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ในรูปแบบของการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

1.6.2 วิธีการสอนแบบปกติ คือ วิธีการสอนตามแผนการสอนที่อาจารย์เป็นผู้ดำเนินการโดยยึดหลักแผนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน กลุ่มวิชาเลือก รายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน โดยดำเนินการสอนตามที่เคยใช้มาตามแผนการสอน คืออธิบายและบรรยายตามเอกสารประกอบการสอน

1.6.3 พลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง หัวข้อของเนื้อหาที่อยู่ในวิชาพลังงานที่ยังยืน ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับรังสีจากดวงอาทิตย์ มาเป็นตัวกำเนิดในรูปแบบพลังงานความร้อน และพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยเนื้อหา 3 หน่วยการเรียน คือ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรังสีอาทิตย์ การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน และการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

1.6.4 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้อง ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ และผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.6.5 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.6.6 คุณภาพ หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ในด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินสื่อการเรียนรู้

1.6.7 แบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน หมายถึง แบบทดสอบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อนักศึกษาได้เรียนจากสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ หลังจบแต่ละหน่วยการเรียน

1.6.8 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อนักศึกษาได้เรียนจากสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ หลังครบทุกหน่วยการเรียน

1.6.9 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียน ซึ่งได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.10 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนกับร้อยละของคะแนนครบทุกหน่วยการเรียน ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของทุกหน่วย คิดเป็น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการการเรียนครบทุกหน่วย คิดเป็น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 การศึกษารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

2.2 การออกแบบและการจัดการเรียนการสอน

2.3 เทคโนโลยีเสมือนจริง

2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสังเขปรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน กลุ่มวิชาเลือก (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555)

2.1.1 สังเขปรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

รหัสวิชา	5541602
ชื่อวิชา	พลังงานที่ยั่งยืน Sustainable Energy
ระดับ	ปริญญาตรี
เวลาเรียน	3 คาบ/สัปดาห์
จำนวนหน่วยกิต	3 หน่วยกิต
คำอธิบายรายวิชา	พื้นฐานความรู้และเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย และของโลกการศึกษาเทคโนโลยีพลังงานที่ยั่งยืนในโครงการพระราชดำริ การบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานทดแทนกับความต้องการพลังงานของชุมชนเพื่อเป็นรากฐานการพัฒนาความมั่นคงด้านพลังงานอย่างยั่งยืน

2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้ศึกษาวิชานี้ได้เรียนรู้พื้นฐานความรู้ด้านพลังงานหมุนเวียน เทคโนโลยีทางด้านพลังงานหมุนเวียนโดยศึกษาองค์ความรู้ด้านพลังงานหมุนเวียนจากแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ตามโครงการพระราชดำริ เพื่อสร้างความยั่งยืน และความมั่นคงทางพลังงานให้แก่ชุมชนและประเทศ

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

สัปดาห์ที่	หน่วยที่	หัวข้อ / รายละเอียด
1	1	บทนำแนะนำรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน
2-3	2	พลังงานแสงอาทิตย์
4	3	การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน
5	4	การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า
6-7	5	พลังงานชีวมวล
8		สอบกลางภาค (ทฤษฎี)
9-10	6	ชีวมวลก๊าซ
11	7	พลังงานขยะ
12	8	พลังงานความร้อนใต้พิภพ
13	9	พลังงานไฮโดรเจน
14-15	10	พลังน้ำ
16		สอบปลายภาค (ทฤษฎี)

จากตารางที่ 2.1 การกำหนดเนื้อหาในบทเรียนเสมือนจริงเรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยที่ 2-4 เพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้

2.2 การออกแบบและการจัดการเรียนการสอน

สำหรับแนวทางในการออกแบบ และการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวความคิด จากกระบวนการเรียนการสอนของ Robert M. Gagne' ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน (อ้างในณัฐกร สงคราม 2554 : 85-96) ดังนี้

2.2.1 การกระตุ้นความสนใจ (Gaining Attention) ตามหลักจิตวิทยาแล้วผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูง ย่อมเรียนได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ดังนั้น ก่อนที่จะนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆอย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้วยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนมัลติมีเดีย การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียน ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบนั้นก็คือ ควรให้สายต่อของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้า

หากบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่นการกด Enter คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

2.2.2 การแจ้งวัตถุประสงค์บทเรียนให้ผู้เรียนทราบ (Informing Learner of Lesson Objective) วัตถุประสงค์บทเรียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว ยังเป็นการแจ้งให้ทราบถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหารวมทั้งเค้าโครงสร้างของเนื้อหาด้วย การที่ผู้เรียนทราบขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากหลักฐานทางการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำแนกและเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย การที่ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายของการเรียนของตนเองนับว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนตระหนักในเป้าหมายของตน จึงเกิดความพยายามมากขึ้นในการที่จะไปถึงเป้าหมายนั่นเอง การบอกวัตถุประสงค์อาจจะอยู่ในรูปของวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแบบกว้างๆ แต่โดยทั่วไปวัตถุประสงค์ของบทเรียนมัลติมีเดียมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดและสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย

2.2.3 การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prerequisite Knowledge)ตามหลักของโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ดังนั้น การปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นหรือการทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนมัลติมีเดียก็คือการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้วและเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากจะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคนอย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากบทเรียนมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น เป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องไปกันตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด ข้อความ ภาพ หรือผสมผสานกันแต่ความเหมาะสมปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเนื้อหา

2.2.4 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus Materials) หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนมัลติมีเดียก็คือ ใช้ตัวกระตุ้น (Stimuli) ที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการรับรู้นั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหานั้นมีด้วยกันหลายลักษณะ ตั้งแต่การใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ตารางข้อมูล กราฟ แผนภาพกราฟิก ไปจนถึงการใช้ภาพเคลื่อนไหว จากงานวิจัยพบว่า การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายรูปแบบหรือที่รวมเรียกว่ามัลติมีเดียนั้นนับเป็นการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพ เพราะนอกจากจะเร้าความสนใจของผู้เรียนแล้วยังช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น กล่าวคือ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีความ

คงทนในการจำ (Retention) มากขึ้นอีกด้วย แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่คิด ลักษณะการนำเสนอแบบมัลติมีเดีย แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อยแต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบอาจไม่ได้ส่งผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏภาพบนจอ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

2.2.5 การแนะแนวทางการเรียนรู้ (Providing Learning Guide) การออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียในขั้นนี้คือ พยายามค้นหาเทคนิคที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ และหาวิถีทางที่จะช่วยให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจ่างชัดที่สุดเท่าที่จะทำได้ บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรมต่างๆ เช่น การถามให้ผู้เรียนตอบ การแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่อย่างไร และสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนอย่างไร หรือการใช้เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-Example) การใช้ภาพในการนำเสนอตัวอย่างต่างๆ ซึ่งบางครั้งอาจใช้ตัวอย่างแตกต่างกันไปบ้าง ถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม จนผู้เรียนสามารถค้นพบแนวคิดด้วยตนเอง ก่อนที่บทเรียนจะมีการสรุปแนวคิดให้ผู้เรียนอีกครั้งหนึ่ง เป็นต้น สรุปแล้วในขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นประสบการณ์เดิมสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายตามลำดับขั้น

2.2.6 การกระตุ้นให้แสดงความสามารถ (Eliciting the Performance) หลังจากที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนะแนวทางการเรียนรู้แล้ว ขั้นต่อไปคือการอนุญาตให้ผู้สอนได้มีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่ และผู้เรียนจะได้มีโอกาสทดสอบความเข้าใจของตนในเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่ ในบทเรียนมัลติมีเดียนั้น การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองนี้มักจะออกมาในรูปของกิจกรรมต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนรวมในการคิดและการปฏิบัติในเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน ดังนั้น การออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้นั้น ผู้ออกแบบจึงควรที่จะจัดให้มีกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน บทเรียนมัลติมีเดียมีข้อได้เปรียบกว่าโสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-Interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับบทเรียน ย่อมส่งผลให้โครงสร้างการจำดีขึ้น

2.2.7 ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Providing Feedback about Performance Correctness) หลังจากกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนอง เช่น การตอบคำถามแล้ว ในขั้นตอนนี้ บทเรียนควรให้ผลป้อนกลับหรือการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความถูกต้องและระดับความถูกต้องของคำตอบนั้นๆ การให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน มีผลวิจัยพบว่า บทเรียนมัลติมีเดียจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นท้าทาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้

ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยภาพหรือกราฟิก อาจมีผลเสียอยู่บ้าง ตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น เกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยการกดแป้นพิมพ์ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลการถูกแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงคือเปลี่ยนเป็นการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพรถวิ่งเข้าสู่เส้นชัย คนข้ามสะพานหรือปีนต้นไม้ เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดไรขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าบทเรียนที่ใช้กลับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยข้อความหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

2.2.8 การประเมินผลการแสดงออก (Assessing the Performance) การทดสอบความรู้เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ อย่างไรก็ตาม การทดสอบความรู้นั้นอาจเป็นการทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจบจากวัตถุประสงค์หนึ่ง ซึ่งอาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียนหรืออาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้งบทแล้วก็ได้ การทดสอบจะแตกต่างกันกับส่วนการฝึกหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแง่ของการคิดให้คะแนน ผลของแบบทดสอบจะตัดสินว่าผู้เรียนผ่านการทดสอบหรือไม่ ส่วนแบบฝึกหัดจะไม่มิยมนำคะแนนมาตัดสิน แต่จะพยายามช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ข้อแตกต่างอีกส่วนคือแบบฝึกหัด มักจะเฉลยคำตอบให้ทราบถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ ในขณะที่แบบทดสอบไม่นิยมเฉลยคำตอบ แต่อาจบอกแค่ความถูกหรือผิดเท่านั้น การทดสอบความรู้นั้นนอกจากจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองแล้ว ผู้สอนยังสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้และเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทเรียนต่อไปได้หรือไม่ อย่างไร นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจจะแยกแยะแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าต้องการแบบ

2.2.9 การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer) ขั้นตอนสุดท้ายคือการช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการจำและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้นั้น ก็คือการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้นั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคย อย่างไร สำหรับในส่วนการนำไปใช้นั้น ผู้สอนต้องมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ หลากหลายไว้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมที่จัดหามานี้จะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียน

ขั้นตอนการเรียนการสอน 9 ประการของ กาเย่ แม้จะดูเป็นหลักการที่กว้างแต่ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการสอนปกติและบทเรียนมัลติมีเดีย เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพิจารณาทั่วไปคือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามขั้นตอนออกแบบทั้ง 9 ขั้นตอน นี้ไม่ใช้ขั้นตอนที่ตายตัว แต่เป็นขั้นตอนที่มีความ

ยืดหยุ่น กล่าวคือ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับที่ตายตัวตามที่ได้กำหนดใว้ และไม่จำเป็นต้องใช้ครบทั้งหมด โดยผู้ออกแบบสามารถนำขั้นตอนทั้ง 9 ขั้นนี้ ไปใช้เป็นหลักการพื้นฐานและดัดแปลงให้สอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในเนื้อหาหนึ่ง ๆ

2.3 เทคโนโลยีเสมือนจริง

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) ที่มีการนำระบบความจริง เสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้าน อุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้กับการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถ โต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ ที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง (พนิดา ตันศิริ 2553 : 169-170)

เทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นการผนวกเอาเทคโนโลยีการสร้างภาพที่เสมือนจริงกับโลกแห่งความเป็นจริงเข้าด้วยกันโดยอาศัยซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ โดยมีหลักการทำงานสำหรับการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้ (ศุษมา แสนปากดี 2553 : 259)

1. วัตถุสัญลักษณ์คือส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนหรือกราฟฟิคให้กับส่วนประมวลผล

2. ส่วนรับภาพทำหน้าที่รับภาพจากวัตถุสัญลักษณ์เพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผล อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือ กล้องเว็บแคม ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลได้

3. ส่วนการประมวลผลทำหน้าที่ในการวิเคราะห์วัตถุสัญลักษณ์แล้วสืบค้นข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลวัตถุเสมือนจริงหรือกราฟฟิคที่เชื่อมโยงกัน เพื่อเตรียมการแสดงวัตถุเสมือนหรือกราฟฟิคนั้น โดยทำการประมวลผลผ่านซอฟต์แวร์ ปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งตามประเภทการวิเคราะห์ภาพออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ วิเคราะห์ภาพวัตถุสัญลักษณ์แบบที่เป็นมาร์คเกอร์ (Marker based AR) และวัตถุสัญลักษณ์แบบอาศัยลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพ (Marker-Less Based AR)

4. ส่วนแสดงผลทำหน้าที่แสดงผลสภาพแวดล้อมจริงและวัตถุเสมือนหรือกราฟฟิคที่ส่วนการประมวลผลสร้างขึ้นมาแสดง อุปกรณ์ที่ใช้แสดงผล เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์มือถือ และจอแสดงผลแบบสวมศรีษะ

2.3.1 ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริง

เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการรวมเอาความจริงและความเสมือนเข้าด้วยกัน (Real + Virtual) เป็นการปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง (Real Time) และเป็นการทำงานด้วยระบบ 3D Paul (Ronald Azuma. 1997 : 355)

เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่เสมือน (Milgram & Fumio Kishino. 1994 : 1321)

เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเทคนิคที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง และความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน เทคนิคความจริงเสริมนั้นความหมายจะแตกต่างกับสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environments) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าความจริงเสมือน ความจริงเสมือนนั้นจะเป็นสภาพแวดล้อมเสมือนที่สมบูรณ์ เน้นให้ผู้ใช้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มองไม่เห็นถึงโลกแห่งความเป็นจริงรอบๆ ตัวของผู้ใช้แตกต่างจากความจริงเสริมที่ให้ผู้ใช้ได้เห็นโลกแห่งความเป็นจริงด้วยวัตถุเสมือนที่ถูกวางซ้อนทับเข้าไปหรือเข้าไปผสมกับโลกแห่งความเป็นจริง จากหลักการดังกล่าว ความเป็นจริงเสริมจึงเข้าไปเสริมกับความเป็นจริงมากกว่าที่จะเข้าไปแทนที่อย่างสมบูรณ์ (สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์. 2555 : 904-905)

เทคโนโลยีความจริงเสมือน ประเภทหนึ่ง โดยผู้ใช้สามารถมองเห็น สภาพแวดล้อมจริงและวัตถุเสมือนซ้อนทับ หรือประกอบกับโลกจริง ดังนั้นเทคโนโลยีเสมือนจริงจะเพิ่มเติมสภาพจริง มากกว่าแทนที่โลกจริงทั้งหมด เป็นรูปแบบของประสบการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง (Real World) ที่เพิ่มเติมเนื้อหาที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งเชื่อมโยงไปสถานที่ หรือกิจกรรมที่เฉพาะเจาะจง เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยให้เนื้อหาดิจิตอลผสมลงในการรับรู้ของคนในโลกแห่งความจริง (สมศักดิ์ เตชะโกสิต และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2558 : 226)

เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความจริง และความเสมือนจริง เข้าด้วยกันผ่านวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน เว็บแคม มาร์คเกอร์ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผลที่ใช้งาน โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทั้งที่อาจมีลักษณะเป็นภาพนิ่ง 3 มิติดูได้รอบด้าน ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบ (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2555 : Internet)

เทคโนโลยีเสมือนจริง หรือเรียกเป็นภาษาไทยว่าเป็นวิทยาการที่ผสมข้อมูลความเป็นจริงให้เข้ากับข้อมูลเสมือนจริงโดยใช้วิธีการซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนจริง ไปบนภาพที่มนุษย์เราสามารถมองเห็นได้จริงๆ โดยสามารถมองผ่านกล้อง และแว่นตา โดยจะแสดงผลแบบทันทีทันใด หรือ แบบเรียลไทม์ (พิเชษฐ์ ปลื้มจิตร และเนื่องวงศ์ ทวยเจริญ. 2558 : 27)

เทคโนโลยีเสมือนจริง ย่อมาจากคำว่า Augmented Reality (AR) อ่านว่า “อ็อกเมนท์เท็ดเรียลลิตี้” เป็นการนำเอาภาพกราฟิกของคอมพิวเตอร์ของคอมพิวเตอร์ทั้งในรูปแบบที่เป็น 2D 3D หรือ Video มาซ้อนทับเข้ากับฉากหลังซึ่งเป็นภาพในเวลาจริง นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความเป็นมาของ AR ว่ามีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก โดยเริ่มต้นแนวคิดนี้ตั้งแต่ปี

2533 และเป็นรูปธรรมในปี 2540 เป็นแนวคิดการผสมผสานสิ่งที่คอมพิวเตอร์แสดงผลด้วยตัวละครเสมือนกับพื้นหลังซึ่งเป็นโลกแห่งความจริงบนพื้นฐานของหลักการแกน 3(X-Y-Z) มิติ (อภิชาติ อนุกูลเวช และภูวดล บังบางพล. 2556 : 2-3)

เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่ได้รับจากการสัมผัสของมนุษย์ เช่น ภาพ เสียง และองค์ประกอบอื่น ๆ เพื่อทำให้มนุษย์รู้สึกเหมือนกับได้อยู่ในสภาพแวดล้อมจริงและสามารถสัมผัสกับสภาพแวดล้อมนั้นได้ (วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์. 2545 : 73)

จากการให้ความหมายจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว สามารถที่จะสรุปได้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) คือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ โดยสามารถสร้างภาพออกมาได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพสามมิติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุกๆ วงการ โดยมีอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเพื่อที่จะสามารถเข้าชมได้

2.3.2 ประเภทของเทคโนโลยีเสมือนจริง

เทคโนโลยีความเสมือนจริงแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (นิพนธ์ บริเวธานันท์.“ม.ป.ป.”: 11-14)

1. Location-Based ใช้งานผ่าน Smart Phone ที่มีเข็มทิศในตัว AR ประเภทนี้ที่เด่นที่สุดได้แก่ Layar และ Junaio

1.1 Layar เป็นโปรแกรมที่มีมานานแล้วแต่ยังไม่ถือว่าเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมถึงขีดสุด เนื่องด้วยลักษณะการทำงานที่ยังถือว่าเป็นเรื่องใหม่หากผู้ที่ใช้งานไม่เข้าใจคอนเซ็ปท์การทำงานก็อาจจะเกิดปัญหาได้ Layar จะทำหน้าที่เป็นเหมือนโปรแกรมตัวกลางที่ใช้สแกนหาตำแหน่งหรือที่ตั้งของอะไรบางอย่าง เช่น สามารถเลือกที่จะมองหาเฉพาะปั๊มน้ำมัน หรือร้านอาหารที่อยู่รอบ ๆบริเวณได้ โดยวิธีการมองหาร้านต่างๆ ว่าอยู่ตรงไหน ซึ่งมีความพิเศษที่สามารถยกโทรศัพท์มาส่องดูรอบ ๆ ผ่านกล้องแล้วโปรแกรมจะทำการชี้เป้าของร้านต่างๆ ที่ต้องการลงบนหน้าจอที่กำลังมองอยู่

1.2 Junaio เป็นเบราว์เซอร์ที่ออกแบบมาสำหรับ 3G และ 4G บนอุปกรณ์มือถือพัฒนาโดย Munich -Based Company metaio GmbH สามารถใช้ได้ทั้ง Android และ IOS วิธีการใช้งาน Junaio เพียงนำกล้องไปส่องยังสิ่งของ เช่น แผ่น CD Magazine หนังสือพิมพ์ เพื่อดูวัตถุจำลองแบบ 3 มิติลอยขึ้นมา หรือการนำ AR มาประยุกต์ใช้แม้อยู่ภายในอาคารที่มีข้อจำกัดในการระบุตำแหน่งด้วย GPS เป็นต้น

2. Marker หรือ Image-Based ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ ด้วยการเขียนโค้ดรหัสในการใช้งานเพื่อให้เกิดเป็น 3D ในรูปแบบต่างๆ โดยมีหลักการทำงานอยู่ 4 ส่วน ประกอบด้วย

2.1 AR Marker คือส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนให้กับคอมพิวเตอร์

2.2 กล้อง Web Cam หรือกล้องแสดงภาพจริงทำการจับภาพ AR Marker เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล

2.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งบรรจุโปรแกรมที่ทำการวิเคราะห์หา AR Marker จากนั้นเลือกนำวัตถุเสมือนที่ตรงกับ AR Marker

2.4 หน้าจอแสดงผลทำหน้าที่แสดงผลสิ่งแวดล้อมในเวลาจริง และวัตถุเสมือนที่คอมพิวเตอร์ได้วางขึ้นไว้มาแสดง

3. Object Based ใช้งานผ่านอุปกรณ์สื่อสารโดยการส่องเข้ากับวัตถุที่กำหนด การทำงานของ Object Based โดยการสร้าง Code ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ Application ส่องเข้าไปที่วัตถุที่ต้องการ ก็จะเกิดภาพตามที่กำหนดไว้โปรแกรมที่ได้รับความนิยม เช่น Aurasma เป็นต้น

2.3.3 หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง

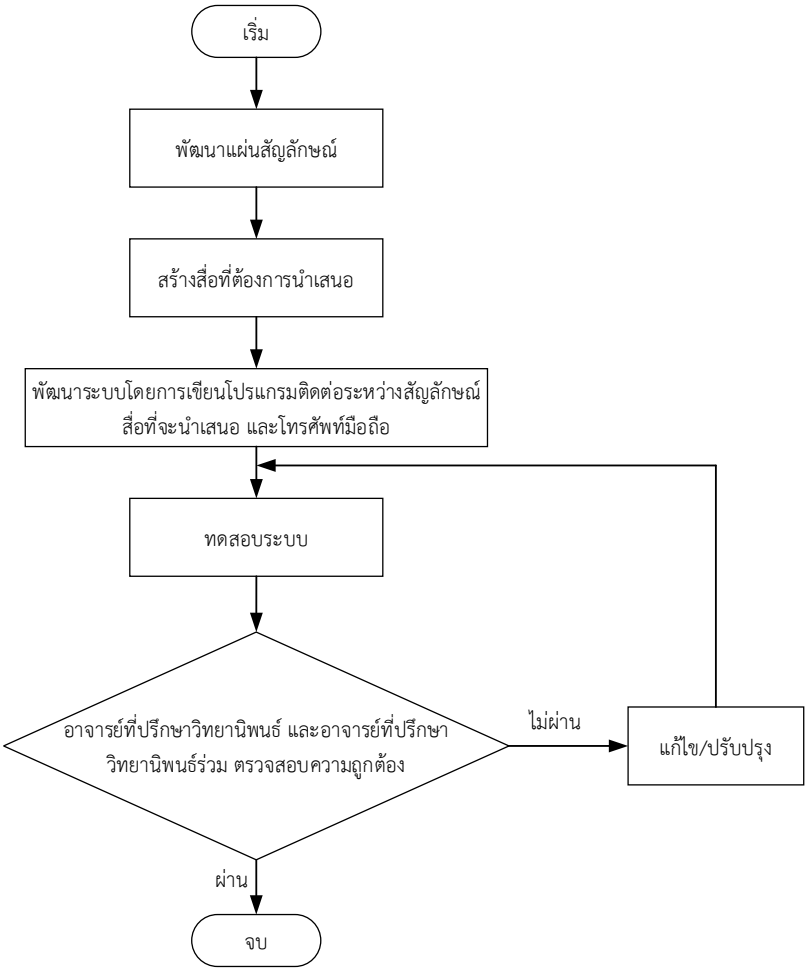
หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง (พนิดา ตันศิริ. 2553 : 171) ประกอบไปด้วยดังนี้

1. ตัว Marker หรือที่เรียกว่า Markup
2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือ ตัวจับ Sensor อื่นๆ
3. ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพ โทรศัพท์มือถือ หรืออื่นๆ
4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุ แบบสามมิติพื้นฐานหลักของ AR

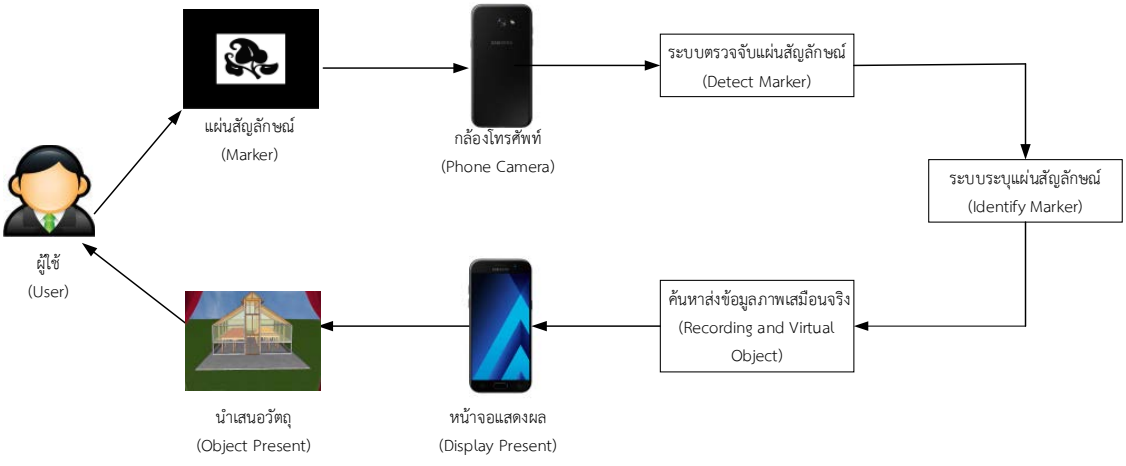
จำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการ ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับ การเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดย นอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และในส่วนของการประมวลผลภาพนั้น เป็นส่วนเสริมจากงานวิจัยซึ่งเป็นส่วนย่อยของ AR เพราะเน้นไปที่การทำงานของ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) ในการสื่ออารมณ์กับผู้ใช้บริการผ่านสีและรูปภาพ

2.3.4 การออกแบบและพัฒนาระบบของเทคโนโลยีเสมือนจริง

ในการออกแบบระบบจะทำการออกแบบโดยเริ่มจากการออกแบบและกำหนดลักษณะรูปแบบที่นำเสนอ ต่อมาจะเป็นการออกแบบสัญลักษณ์ Marker และสิ่งที่จะนำมาใช้ในการแสดงผลกับเทคนิคความจริงเสริม และส่วนสุดท้ายเป็นการออกแบบหน้าจอระบบ ในส่วนของการพัฒนาระบบ (สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์. 2555 : 906-907) จะมีรายละเอียดดังแผนผังตามภาพที่ 2.1 และกระบวนการทำงานของระบบมีรายละเอียดตามแผนผังตามภาพที่ 2.2 กระบวนการทำงานจะเริ่มจากการตรวจสอบแผ่นสัญลักษณ์จากผู้ใช้จากกล้องโทรศัพท์ ระบบจะทำการตรวจจับภาพที่ปรากฏ และทำการระบุภาพที่ได้ว่าตรงกับที่ระบบรู้จักหรือไม่ ถ้าระบุได้ระบบจะทำการแสดงผลสื่อที่จำและนำเสนอออกมายังหน้าจอของผู้ใช้ ดังนี้



ภาพที่ 2.1 แผนผังการพัฒนาระบบของเทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับสื่อการเรียนรู้



ภาพที่ 2.2 แผนผังการทำงานของระบบของเทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับสื่อการเรียนรู้

2.3.5 การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงทางด้านการศึกษา

ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงในหนังสือสำหรับ การศึกษาร่างกายมนุษย์ โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน (Pantida. 2012 : 137) ดังนี้

1. การสร้างโมเดลโครงสร้างร่างกายมนุษย์ 3 มิติ (Create 3D-Anatomical Models) โครงสร้างร่างกายมนุษย์ดังกล่าวสร้างจากโปรแกรม Autodesk 3ds Max9 โดยการสร้างโมเดล ดังกล่าวจะผ่านการรับรองจากแพทย์ นักวิชาการ และศิลปิน ว่าโมเดล 3 มิติดังกล่าวมีความถูกต้อง เหมาะสม

2. นำไฟล์โมเดลดังกล่าวออกมาให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ Collada ซึ่งลักษณะโมเดลจะส่งเสริมการศึกษาแบบร่วมมือที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโมเดลดังกล่าวได้

3. สร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงด้วยโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม FLAR Manager Livbraries Version 1.1.0 ซึ่งทำงานร่วมกับไฟล์ Collada

4. สร้างมาร์กเกอร์ โดยมาร์กเกอร์จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมสีขาว-ดำ

5. พิมพ์มาร์กเกอร์ในรูปแบบเอกสาร ซึ่งผู้สร้างสามารถพิมพ์มาร์กเกอร์โปรแกรมวาดภาพทั่วไปหรือ Adobe Illustrator หรือ Adobe Photoshop โดยผู้สร้างควรบันทึกไฟล์มาร์กเกอร์ใน รูปแบบ pattern (.pat)

6. โหลดไฟล์ Collada ทั้งหมดลงในโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือนจริงแล้วใช้งาน ข้อเสนอแนะวิธีการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับการเรียนการสอนตามหลักการการศึกษาบันเทิง โดยผู้วิจัยได้สรุปลักษณะที่สำคัญในการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงทางด้านการศึกษา (Markus Wang & Lee. 2012 : 2-5) ไว้ดังนี้

6.1 ควรเลือกใช้อุปกรณ์ส่งเสริมการทางานที่คล่องตัว (Mobile) ใช้งานได้ง่ายและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

6.2 ขั้นตอนการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงไม่ซับซ้อน ใช้สัญลักษณ์การใช้งานที่เป็นสากลสามารถสื่อความหมายกับผู้เรียนได้ง่าย

6.3 ควรออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงให้สอดคล้องกับภูมิหลังของผู้เรียน หรือแน่ใจว่าผู้เรียนเคยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง หรือมีการทดสอบผู้เรียนก่อนสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อให้สามารถออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงได้เหมาะกับความสามารถของผู้เรียน

6.4 ควรแน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนสามารถใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริงได้

6.5 สัญลักษณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ควรมีสีสันสดใส และกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เนื่องจากสีจะช่วยให้ผู้เรียนต้องการเรียนหรือใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงได้นานกว่าสีขาวและดำ

บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงด้านการศึกษา ช่วยส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environments) ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ช่วยนำเสนอประสบการณ์ที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น สภาพภูมิศาสตร์ สภาพภายในร่างกายของมนุษย์ สถานการณ์จำลองต่างๆ ส่งเสริมความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (Steve, Gallayanee & Erik. 2011: 126-127)

2.3.6 โลกเสมือนผสานโลกจริงกับบริบททางการเรียนรู้

การเรียนรู้โดยอาศัยพัฒนาการของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงสามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนแบบปกติแบบเผชิญหน้าในลักษณะร่วมกันเรียนรู้ในห้องเรียนหรือห้องเรียนระยะไกล ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิด การใช้ภาษาพูด ภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารอื่น ๆ นำมาใช้ในการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากโลกเสมือนผสานโลกจริง มีศักยภาพการนำเสนอเนื้อหาที่ได้เปรียบกว่าการใช้สื่อแบบเดิม และเปิดโอกาสให้สามารถใช้การรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายและเป็นธรรมชาติมากขึ้น ด้วยการเรียนรู้ที่เพิ่มพื้นที่การเรียนรู้ทางกายภาพในรูปแบบสามมิติของผู้เรียนร่วมกัน และสร้างรูปแบบการตอบสนองและปฏิสัมพันธ์ที่แปลกใหม่ร่วมกันได้ โดยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมีข้อดี ดังนี้ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. 2554 : 121-127)

1. ลดข้อจำกัดในเรื่องของรอยต่อระหว่างสภาพแวดล้อมจริงและเสมือนได้
2. ความสามารถในการยกระดับความเป็นโลกแห่งความจริงได้
3. ร่วมกันเรียนรู้ได้แบบเผชิญหน้ากัน ได้ทั้งในห้องเรียนเดียวกันและได้จากระยะไกล
4. การแสดงตัวตนของผู้เรียนที่มีตัวตนมากขึ้น
5. สามารถเปลี่ยนแปลงการส่งผ่านสารสนเทศ และการตอบสนองระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนได้

2.3.7 ออรัสมา (Aurasma)

ออรัสมา (Aurasma) เป็นหนึ่งในหลายแอพพลิเคชั่นสำหรับพัฒนาเทคโนโลยีวัตถุเสมือนจริง จุดเด่นของแอพออรัสมาอยู่ที่การสร้างภาพสามมิติ ทำให้ภาพที่ซ้อนขึ้นในโลกจริงค่อนข้างเสมือนจริง จึงสามารถใช้จำลองวัตถุทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดีกับงานหลายแขนงการแสดงภาพสามมิติและการใช้งานที่ไม่ซับซ้อนนั้น ทำให้ออรัสมาเป็นแอพพลิเคชั่นเทคโนโลยีวัตถุเสมือนจริงที่มีความนิยมค่อนข้างสูงทั้งในระบบไอโอเอส และระบบแอนดรอยด์

1. คุณสมบัติของออรัสมา ออรัสมาเป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกความจริงเสมือนที่สร้างขึ้น ทำให้มนุษย์เข้าถึงข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสด้วยออรัสมา ให้ปรากฏเห็นภาพผ่านหน้าจออุปกรณ์ประเภท Smart Devices เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต โดยจะตั้งกล้องทางด้านหลังของตัวเครื่อง โดยไม่ต้องใช้มาร์เกอร์ (Marker) ไม่ต้องเขียนโปรแกรมควบคุม ทำให้ออรัสมานั้นใช้งานได้ง่ายและสะดวก อีกทั้งยังสามารถประยุกต์เป็นสื่อได้หลากหลาย ออรัสม่าเป็นแอพพลิเคชั่นที่ประยุกต์สร้างสื่อได้ทั้งระบบออนไลน์และออฟไลน์ ผลผลิตที่สร้างด้วยออรัสม่าจะมีได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ เสียง แล้วแต่ผู้สร้างสรรค์งานจะเลือกใช้ (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2555 : Internet)

2. การประยุกต์ใช้ออรัสมาในการเรียนการสอน ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านสื่อการเรียนการสอนเป็นไปอย่างรวดเร็ว กระบวนการจัดการ เรียนการสอนของครูเองก็จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามกัน สื่อการสอนที่หลากหลายสามารถ ดึงดูดความสนใจในด้านการเรียนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างสื่อการเรียนการสอนด้วย โปรแกรมออรัสมาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงจุดประสงค์ของเนื้อหาบทเรียนได้ อย่างดี ยังช่วยลดปัญหากับการที่ผู้เรียนไม่สามารถตามเพื่อนร่วมห้องทันได้ เพราะผู้เรียนสามารถนา อุปกรณ์สื่อสารของตนเองเรียนรู้เนื้อหาที่ไม่สามารถเข้าใจได้ในห้องเรียนด้วยรูปแบบทั้งภาพนิ่งและ ภาพเคลื่อนไหว (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2555 : Internet)

2.4 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ถึงระดับที่คาดหวังไว้ และครอบคลุมความเชื่อถือได้ (Reliability) ความพร้อมที่จะใช้งาน (Availability) ความมั่นคงปลอดภัย (Security) และความถูกต้องสมบูรณ์ (Integrity) อธิบายได้ ดังนี้ (วุฒิชัย ประสารสอย. 2543 : 39-40)

1. ความคาดหวัง และครอบคลุมความเชื่อถือได้ คือ กระบวณการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเน้นไปทางด้านการประกันคุณภาพ หรือความสามารถของสื่อที่จะใช้เชื่อมโยงความรู้ และมีคุณลักษณะภายในตัวของสื่อที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจ และช่วยส่งเสริมการแสวงหาความรู้จากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนผสมผสานกับความรู้ใหม่ที่ถ่ายโยงจากโปรแกรมบทเรียนไปสู้ตัวของผู้เรียน จากการที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำความรู้เอาไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัด ซึ่งเป็นการกำหนดลำดับขั้นในการเรียน และเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคุณค่าของผู้เรียน

2. ความพร้อมที่จะใช้งาน คือ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นควรเริ่มต้นจากตรวจสอบคุณภาพ และหาค่าความเชื่อมั่นให้ได้มาตรฐานก่อนที่จะนำไปใช้ด้วยการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ และประสบการณ์ในด้านเนื้อหาและสื่อการสอน เพื่อให้เป็นผู้พิจารณาให้ข้อมูลในการปรับปรุงหรือแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน โดยสร้างเครื่องมือประเมินความเหมาะสมให้ครอบคลุมองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านภาพ ด้านเสียง ด้านการใช้ภาษา ด้านการออกแบบจอภาพ และด้านการจัดบทเรียน เครื่องมือที่สร้างขึ้นจะต้องผ่านกระบวนการหาความเชื่อมั่น

3. ความมั่นคงปลอดภัย และความถูกต้องสมบูรณ์ คือ ภายหลังจากการที่ได้รับการประเมินบทเรียนในด้านความเชื่อมั่น และปรับปรุงบทเรียนตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นไปทดสอบหาประสิทธิภาพขั้นต้นในกลุ่มเป้าหมาย เรียกว่า การทดสอบบทเรียน (Try Out) เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่ได้ข้อมูลเสมือนจริงมากที่สุด หากพบข้อบกพร่องประการใดควรปรับปรุง และแก้ไขเพื่อจำกัดข้อบกพร่องเหล่านั้นก่อนที่จะนำไปใช้จริง เพื่อที่จำนำไปสู่การประกันคุณภาพ หรือที่เรียกว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นว่าสามารถนำไปใช้แทนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

2.4.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อการสอน

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง กระบวนการกำหนดค่าประสิทธิภาพ (Efficiency of Process) เป็น E_1 และพฤติกรรมสุดท้าย ผลลัพธ์กำหนดค่าประสิทธิภาพ (Efficiency of Product) เป็น E_2 ดังนั้นอธิบายได้ (ชัยยงค์ พรหมวงค์. 2556 : 9) ดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

เมื่อครูทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน หรือนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้ และหาประสิทธิภาพของสิ่งที่พัฒนา เพื่อที่จะมั่นใจในการที่จะนำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีวิธีการ 2 แนวทาง (บุญชม ศรีสะอาด. 2546 : 153-154) ดังนี้

1. แนวที่ 1 พิจารณาจากผู้เรียนจำนวนมาก ร้อยละ 80 สามารถบรรลุผลในระดับสูง ร้อยละ 80 กรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้น ๆ ใช้เวลาน้อย เนื้อหาที่สอนมีเรื่องเดียว เช่น ชุดการสอน 1 บท ใช้สอน 1 ชั่วโมง เป็นต้น เกณฑ์ 80/80 หมายถึง มีไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของผู้เรียนที่ทำได้ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.2 ซึ่งเป็นผลของการสอบวัดหลังจากทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนที่ครูได้สร้างขึ้น

ตารางที่ 2.2 ผลการสอบวัดผลของผู้เรียน 5 คนหลังจากทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน

ผู้เรียน	คะแนนที่ได้
ก	8
ข	10
ค	9
ง	9
จ	7

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่าจากคะแนนเต็ม 10 ผู้ที่สอบได้ 8 คะแนนจนถึง 10 คะแนน เป็นผู้ที่สอบได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ซึ่งจะเห็นว่ามี 4 คน คือ ก ข ค และ ง จากทั้งหมด 5 คนนั้น คือ มีถึงร้อยละ 80 ของผู้เรียนทั้งหมดที่สอบได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 แสดงว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เหตุผลเบื้องหลังการกำหนดเกณฑ์ 80/80 ก็คือ สิ่งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถช่วยให้ผู้เรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปบรรลุผลได้ถึงระดับร้อยละ 80 ของคะเนนเต็ม ย่อมชี้ถึงการมีประสิทธิภาพสูง

2. แนวที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการ และผลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการ โดยเฉลี่ยอยู่ระดับสูง เช่น ร้อยละ 80 ซึ่งกรณีใช้การสอนหลายครั้ง มีเนื้อหาสาระมาก เช่น 3 บทขึ้นไป มีการวัดผลระหว่างเรียน (Formative) หลายครั้ง เกณฑ์ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E_2)

ซึ่งงานวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ได้เลือกใช้แนวทางที่ 2 ในการหาประสิทธิภาพ เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ มีลักษณะการพิจารณาจาก เนื้อหาสาระ 3 หน่วยการเรียน มีการวัดผลระหว่างดำเนินการ และผลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการ โดยเฉลี่ยอยู่ระดับสูง

2.4.3 วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตร และโดยการคำนวณธรรมดา (ชัยยงค์ พรหมวงค์. 2556 : 10-11) ดังนี้

วิธีที่ 1 โดยใช้สูตรการคำนวณ

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวณการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ หมายถึง คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

วิธีที่ 2 โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับค่า E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย และเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียน และคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมด รวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

2.5.4 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

การผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงค์. 2556 : 11-12) ตามขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่งระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้จะได้คะแนนต่ำว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อ หรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6–10 คน (คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณร้อย 10 นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น กับนักเรียน 30-40 คน หรือ 100 คน สำหรับสื่อหรือชุดการสอนรายบุคคล ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุษาวดี แสงสว่าง (2547) ได้ทำการวิจัย การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติม เรื่อง พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า ประกอบวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักจากการสร้างหนังสืออ่านเพิ่มเติมนี้ และหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ของโรงเรียน เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา ในเขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมาหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง หลังจากได้แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จึงนำไปใช้กับโรงเรียน เตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบสองกลุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ t-test พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้อ่านหนังสืออ่านเพิ่มเติม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้อ่านหนังสืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 จึงสรุปได้ว่า หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่สร้างขึ้นสามารถช่วยเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจ ให้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้เป็นอย่างดี นักเรียนประเมินความพึงพอใจหนังสืออ่านเพิ่มเติมในระดับดีและดีมาก

การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมเรื่อง พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตไฟฟ้า ควรสร้างสื่อในรูปแบบอื่นที่เสริมความรู้ เช่น การสร้างในรูปแบบวิดีโอเทป คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีภาพเคลื่อนไหว ทำให้มีความเข้าใจง่ายขึ้น น่าสนใจมากขึ้น รวมทั้งควรมีเฉลยท้ายบททดสอบให้ผู้อ่านได้ประเมินตนเอง แทนที่จะนำเสนอนั้น ผ่านตัวอักษร และเน้นรูปภาพ เพียงอย่างเดียว

นงคราญ ศรีสะอาด (2556) ได้ทำการวิจัย การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวัดลำนาว ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 1 ห้อง 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.48, S.D.= 0.13) และคุณภาพด้านสื่อการนำเสนออยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.47, S.D.= 0.09)

2. สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง มีประสิทธิภาพ 82.17/81.23 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในสมมติฐาน คือ 80/80

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.40, S.D.= 0.14)

โดยนักวิจัยสรุปได้ว่า การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นเป็นการนำเสนอสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบ มัลติมีเดีย โดยมีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว โดยออกแบบให้ใช้งานในรูปแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนประเภทสื่อและแหล่งเรียนรู้ได้แก่ แผ่นป้ายนิเทศ บัตรความรู้ ใบกิจกรรม และแผ่นผับเรื่อง ระบบสุริยะ สามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

มานพ สว่างจิต และไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2557) ได้ทำการวิจัยเพื่อ การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ที่มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดดอนยอ อ.องครักษ์ จ.นครนายก ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ สื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก แบบประเมินคุณภาพสื่อความจริงเสมือน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. สื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/87.17 ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ดัชนีประสิทธิผลของสื่อความจริงเสมือน มีค่าเท่ากับ .65

4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.61) โดยนักวิจัยสรุปได้ว่า การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลาตามที่ตนเองต้องการ เรียนได้ทุกที ทุกเวลา ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นดังนั้นสื่อความจริงเสมือน รายวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก จึงสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศุษมา แสนปากดี (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในบอร์ดประชาสัมพันธ์ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน งานวิจัยนี้นำเสนอถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหมือนจริงแบบการวิเคราะห์วัตถุสัญลักษณ์โดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพกับบอร์ดประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้นิสิตเกิดการเรียนรู้ และสามารถปรับตัวเพื่อ

รองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน บอร์ดประชาสัมพันธ์ประกอบด้วยประวัติความเป็นมา หลักการและแนวคิดของรวมกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ข้อมูลความรู้รอบตัว เกี่ยวกับประเทศสมาชิก รวมทั้งข่าวสารความเคลื่อนไหวที่เกิด ณ ปัจจุบัน ซึ่งเชื่อมโยงการนำเสนอกับสื่อมัลติมีเดีย สุดท้ายมีการวัดผลความพึงพอใจของการประยุกต์ใช้งาน พบว่าผู้ใช้มีความประทับใจในรูปแบบการนำเสนอที่ผสมผสานเทคโนโลยี จากการเรียนรู้ผ่านบอร์ดประชาสัมพันธ์เสมือนจริงด้วยโปรแกรมออรัสมา ได้มีการจัดทำแบบประเมินสำหรับผู้ใช้งานจริง ซึ่งมีผู้เข้ามาใช้งานจริงจากจำนวนทั้งสิน 50 คน ด้วยแบบประเมินออนไลน์จำนวน 10 ข้อ โดยแบ่งระดับความพึงพอใจจากน้อยไปหามากในรูปคะแนนจาก 1-5 ดังนี้ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด ผลการวิจัยพบว่า

1. ผู้ใช้มีความประทับใจและให้ความสนใจ ขั้นตอนการนำเสนอข้อมูล และปริมาณความรู้ที่ได้รับอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก 4 คะแนน
2. ความพึงพอใจในความทันสมัยของสื่อที่นำมาใช้อยู่ในระดับความพึงพอใจสุงสุด 5 คะแนน
3. ความพึงพอใจในความครบถ้วนสมบูรณ์ ความสะดวกใช้งาน ประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการตอบสนอง อยู่ในระดับความพึงพอใจปานกลาง 3 คะแนน

โดยนักวิจัยสรุปได้ว่า งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาบอร์ดประชาสัมพันธ์ที่ผสมผสานสื่อมัลติมีเดียด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโปรแกรมออรัสมา เพื่อนำเสนอสาระความรู้ และข่าวสารความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนแก่นิสิตภายในสถาบัน โดยมีความคลาดหวังกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และนำไปสู่การเตรียมความพร้อมในปรับตัวรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของนิสิตในฐานะนักวิชาชีพของตลาดแรงงานในอนาคต พบว่าผู้ใช้มีความประทับใจในรูปแบบการนำเสนอที่ผสมผสานเทคโนโลยี และมีความตื่นตัวในการที่จะเรียนรู้ผ่านบอร์ดประชาสัมพันธ์นี้ แต่เนื่องจากเป็นเริ่มต้นใช้งานเป็นครั้งแรกจึงเกิดปัญหาติดขัดบ้างบางประการ เช่น ความสะดวกเริ่มแรกในการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม ปัญหาความแรงของสัญญาณอินเตอร์เน็ตในการเชื่อมต่อ อย่างไรก็ตามเพื่อประโยชน์สูงสุดของการเรียนรู้ผ่านบอร์ดประชาสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ผู้จัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นไปทำการแก้ไข และปรับปรุงแล้ว

ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์มณีโชค (2558) ได้ทำการวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบก่อน และหลังเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จานวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บรูปแบบสื่อวีดีทัศน์ เรื่อง การประกอบ เครื่องคอมพิวเตอร์และการติดตั้งโปรแกรม ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบสื่อวีดีทัศน์ และประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิต โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สาหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล มีประสิทธิภาพของบทเรียนที่ 1.98 สูงกว่าเกณฑ์ 1.00 ตามสูตรของเมกุยแกนส์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิต ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับดีมากเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยภาพรวมเท่ากับ 4.53

ดวงกมล อังอำนวยศิริ (2559) ได้ทำการวิจัย สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 32 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากแบบรายห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์
2. ใบงานการทดลอง 5 ใบงาน
3. แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์
4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. แบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อด้านละ 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ในด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.54, S.D.= 0.58) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ =4.61,S.D.= 0.45) และประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ โดยเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ (E_1/E_2) ไม่น้อยกว่า 80/80 โดยคะแนนทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน คิดเป็นร้อยละ 30 รวมกับคะแนนการปฏิบัติใบงานในแต่ละหน่วยการเรียน คิดเป็นร้อยละ 70 รวมเป็นร้อยละ 100 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.88 และคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 30 รวมกับคะแนนการปฏิบัติใบงานบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 70 รวมเป็นร้อยละ 100 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.38 ทั้งนี้เนื่องจากสื่อการเรียนรู้มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความถูกต้อง มีการจัดลำดับ การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน อีกทั้งยังนำเสนอสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบ มัลติมีเดีย โดยมีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

P.G.V. Sampaioa and M.O.A. Gonzálezb (2560) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การทบทวนพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ว่า เพื่อทำความเข้าใจพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ระบบสุริยะ การค้นคว้าได้มีการกล่าวถึง วิธีการได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ ข้อดีและข้อเสีย การใช้งานตลาดในปัจจุบัน ค่าใช้จ่าย และเทคโนโลยีตามสิ่งที่ได้รับการพัฒนาในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่เผยแพร่จนถึงปี ค.ศ. 2016 สำหรับงานวิจัยนี้เราได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณด้วยขนาดของกลุ่ม

ตัวอย่าง ที่ไม่คาดว่าจะเป็นไปได้ถึง 142 บทความ ที่ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี 2539 ถึง พ.ศ. 2516 ผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์กำลังเพิ่มขึ้น และอาจดำเนินการให้มีบทบาทสำคัญในการเข้าถึงความต้องใช้พลังงานเพื่อตอบสนองพลังงานใช้งานทั่วโลกที่สูงขึ้น เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมของพลังงานแสงอาทิตย์ในตลาดพลังงานหมุนเวียน เพื่อสร้างความตระหนักเกี่ยวกับผลประโยชน์ ไปเพิ่มการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อให้ตอบสนองนโยบายสาธารณะเป็นไปตามนโยบายที่กำหนดไว้ ส่งเสริมการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้งานหลัก ๆ ที่แสดงให้เห็นได้ เช่น ระบบสื่อสารโทรคมนาคม ระบบสูบน้ำ ระบบแสงในที่สาธารณะ การเกษตร เครื่องทำน้ำอุ่น การทำเมล็ดแห้ง การกรองน้ำ ยานอวกาศ และดาวเทียม เป็นต้น การศึกษาพบว่าในพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นกระบวนการโฟโตโวลตาอิค ซึ่งเป็นเทคนิคที่จำเป็นในการวิจัยในอนาคต ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจ การประสานงานในตลาด เช่น การวิเคราะห์อุปสรรค และแรงจูงใจในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากเซลล์สุริยะ และส่งเสริมการศึกษา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 120 คน ที่ลงทะเบียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการใช้วิธีจับสลากรายห้อง จำนวน 20 คน

2.2 กลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการใช้วิธีจับสลากรายห้อง จำนวน 20 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

2. แบบประเมินคุณภาพของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ทางด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวนรวม 6 ท่าน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่ แบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน แบบ 4 ตัวเลือก รวม 3 หน่วยการเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วย แบบ 4 ตัวเลือก

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอน จากกระบวนการเรียนการสอนของ Robert M. Gagne' มาประยุกต์ใช้ให้มีความสอดคล้องกันตามความจำเป็น (อ้างในณัฐกร สงคราม 2554 : 85-96) สำหรับในงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 การแจ้งวัตถุประสงค์บทเรียนให้ผู้เรียนทราบ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยย่อย ดังนี้

(1) ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์

(1.1) ผู้เรียนสามารถบอกเหตุการณ์กำเนิดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง

(1.2) ผู้เรียนสามารถอธิบายระบบพิกัดการวัดตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าได้อย่างถูกต้อง

(1.3) ผู้เรียนสามารถอธิบายค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ตามเวลานอกบรรยากาศโลกได้อย่างถูกต้อง

(1.4) ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและจำแนกชั้นบรรยากาศโลกได้อย่างถูกต้อง

(1.5) ผู้เรียนสามารถบอกประเภทของเครื่องมือวัดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง

(1.6) ผู้เรียนสามารถบอกค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ และวิเคราะห์แผนที่รังสีอาทิตย์ในประเทศไทยได้อย่างถูกต้อง

(2) การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน

(2.1) ผู้เรียนสามารถบอกหลักการและแนวทางใช้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.2) ผู้เรียนสามารถบอกหลักการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.3) ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.4) เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.5) ผู้เรียนสามารถบอกหลักการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.6) ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.7) ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(2.8) ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

(3) การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

(3.1) ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ได้

(3.2) ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้

(3.3) ผู้เรียนสามารถอธิบายตัวแปรที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

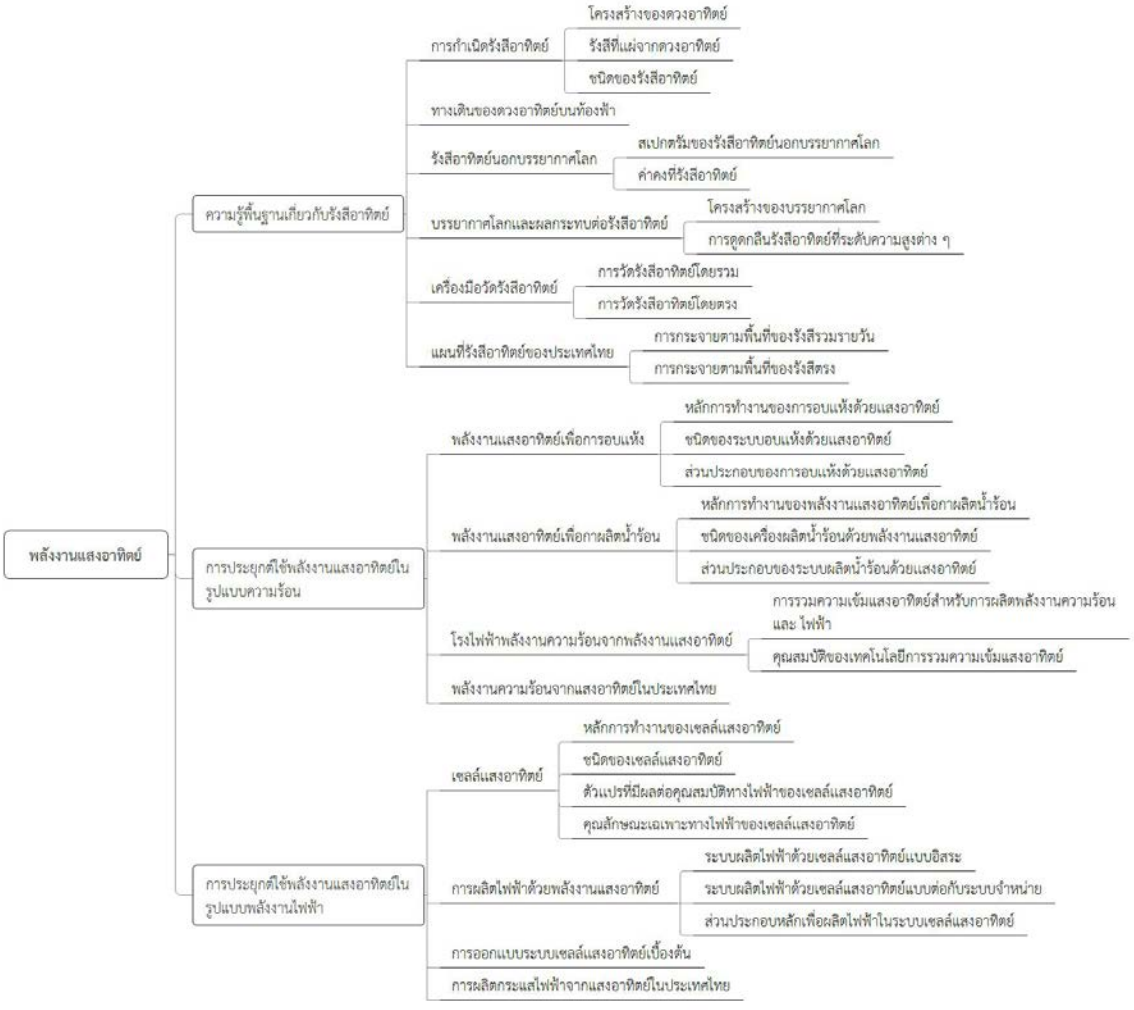
(3.4) ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

(3.5) ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

(3.6) ผู้เรียนสามารถคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าได้

(3.7) ผู้เรียนสามารถบอกการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยได้

3.3.1.2 การนำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่ การวิเคราะห์เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนที่ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะนำมาทำสื่อการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน และพิจารณาร่วมกับคำอธิบายรายวิชา โดยระดมหัวเรื่องที่จะนำมาทำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิเนื้อหา เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

3.3.1.3 การแนะแนวทางการเรียนรู้ การเร้าความสนใจให้พร้อมเรียนของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะดังนี้

(1) เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

(1.1) ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย ไม่ซับซ้อน

(1.2) ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว

(1.3) เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

(2) การใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคพิเศษเข้าช่วย เพื่อเป็นการแสดงถึงความเคลื่อนไหวของภาพแต่ควรใช้เวลาสั้น ๆ และง่าย

(2.1) เลือกใช้สีที่ตัดฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

(2.2) เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิก และเหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียน

(2.3) บอกชื่อบทเรียนในส่วนของบทนำเรื่อง และมีการแนะนำชื่อหน่วยงานหรือผู้สร้างบทเรียน แนะนำตัวดำเนินเรื่องในบทเรียน หรือแนะนำเนื้อหาทั่วไปในบทเรียน

3.3.1.4 การกระตุ้นให้แสดงความสามารถ เป็นการทบทวนความรู้เดิมของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะดังนี้

(1) ใช้การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ โดยใช้เวลาสั้นๆ กระชับ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

(2) บทเรียนนำเสนอวิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ผ่านมาแล้วหรือสิ่งที่มีประสบการณ์ โดยใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

3.3.1.5 ให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการกระตุ้นการตอบสนองของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะดังนี้

(1) ใช้การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีการทำแบบทดสอบ

(2) เร่งเร้าความคิดและจินตนาด้วยการใช้ภาพเสมือนจริงจากสื่อที่สร้างขึ้น

3.3.1.6 การประเมินผลการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะดังนี้

(1) ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างชัดเจน รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ เกณฑ์ในการตัดสินผล และเวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ

(2) แบบทดสอบ ที่นำมาใช้วัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

(3) ข้อคำถาม คำตอบ และผลป้อนกลับ อยู่บนเฟรมเดียวกันและนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

(4) ในแต่ละข้อมีคำถามเดียวเพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว

(5) แบบทดสอบผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี มีค่าความยากง่าย และมีค่าความเชื่อมั่นเหมาะสม

3.3.1.7 การส่งเสริมความคงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ การส่งเสริมความจำ และนำไปใช้ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะดังนี้

(1) มีการทบทวน และสรุปแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา ท้ายหน่วยการเรียนทุกหน่วย (2) มีการเสนอแนะสถานการณ์ที่เป็นความรู้ในหน่วยเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์

(3) มีการบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไปและแหล่งที่มาในการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย

(4) มีการจัดทำคู่มือและเอกสารประกอบการเรียน 1 ฉบับ เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กลับไปทบทวนได้

3.3.2 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการออกแบบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการสร้างบทเรียนเสมือนจริงจากหนังสือเรียน เอกสารประกอบการเรียน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. การวิเคราะห์สังเขปรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละบทเรียน

3. วิเคราะห์เนื้อหา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก แต่ละหน่วยการเรียนนั้นจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ออกแบบการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยบทเรียนจะประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นตอนๆ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีรูปแบบการนำเสนอจะเป็นเนื้อหาประกอบกับมาร์คเกอร์สีขาวดำและรูปทรงกะทัดรัด

5. การสร้างบทเรียน โดยดำเนินการตามต้นร่างที่วางไว้ทั้งหมด ตั้งแต่การออกแบบหนังสือที่ใช้เป็นบทเรียน การกำหนดรูปแบบที่ใช้งานจริง สัญลักษณ์ ขนาด และสีของตัวอักษร

6. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อประเมินความเหมาะสม หาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ที่สุด

7. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบประเมินคุณภาพของบทเรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จำนวนรวม 6 ท่าน ตามรายชื่อดังนี้

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ปองพล รักการงาน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
2. นายณัฐวัฒน์ จันต๊ะมัง	เจ้าหน้าที่อาวุโส บำรุงรักษาโรงไฟฟ้า บริษัท หงสา พาวเวอร์
3. นายศิรา ยะมะหาร	วิศวกรอาวุโส ด้านพลังงานทดแทน บริษัท แทรคเทเบล เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์ ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช	หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

3. อาจารย์กรกรต เจริญผล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ในการประเมินคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อจะต้องได้เกณฑ์ ($\overline{X}$) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

8. ปรับปรุงและแก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบอีกครั้ง

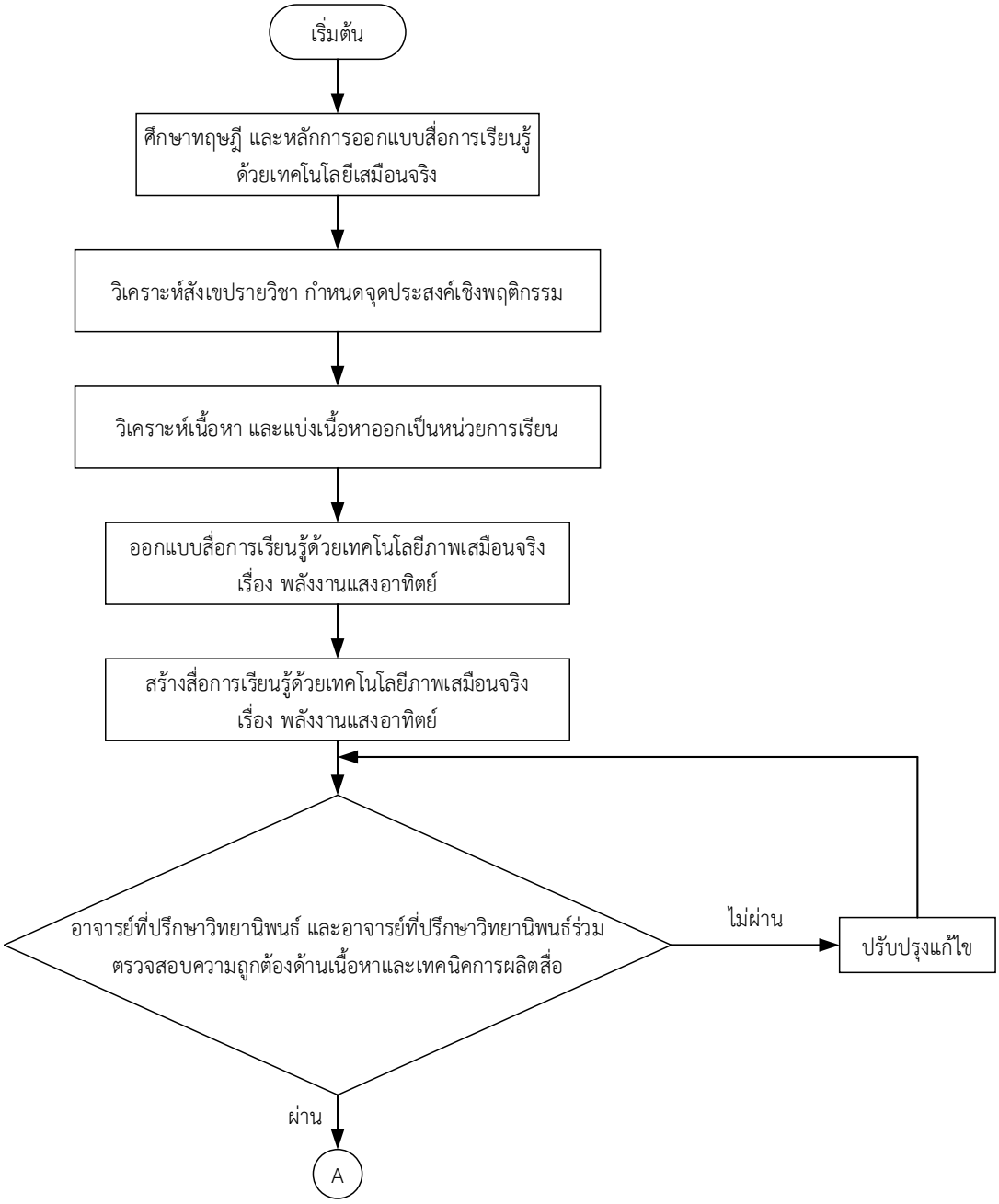
9. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้แก้ไขเรียบร้อยแล้ว มาใช้ทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนมาแล้ว จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ของบทเรียน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องและ ปรับปรุงแก้ไข

10. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ปรับปรุงในขั้นต้น ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนมาแล้ว จำนวน 6 คน ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข

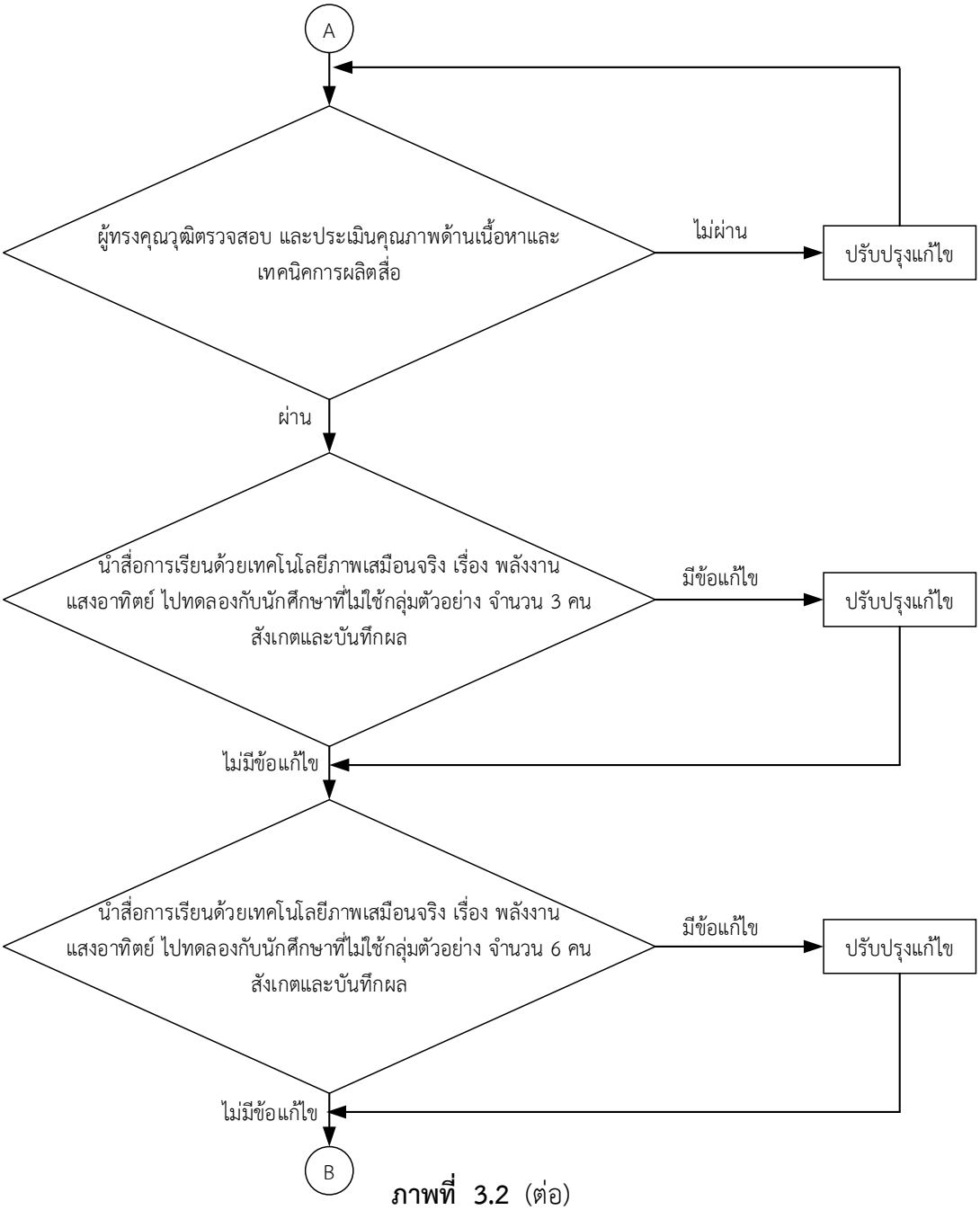
11. นำข้อบกพร่องที่บันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

12. นำบทเรียนที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วไป ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

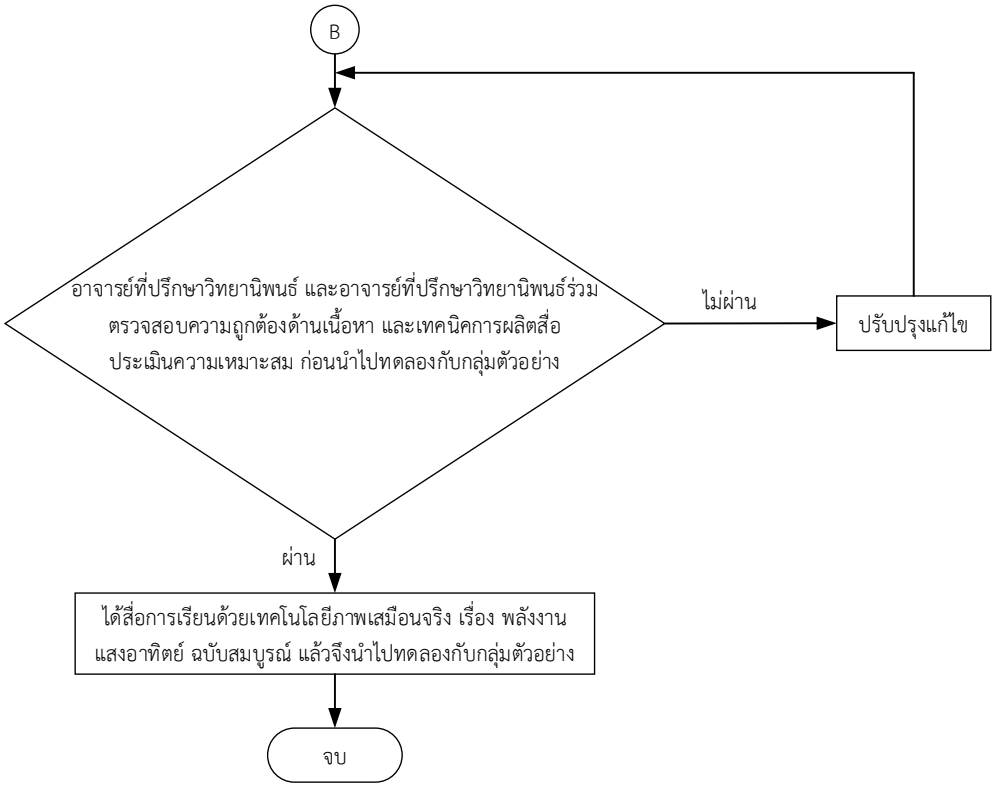
การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ตามแผนผังจากภาพที่ 3.2 ดังนี้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์


A
ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ และประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ
ไม่ผ่าน
ปรับปรุงแก้ไข
ผ่าน
นำสื่อการเรียนด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน สังเกตและบันทึกผล
มีข้อแก้ไข
ปรับปรุงแก้ไข
ไม่มีข้อแก้ไข
นำสื่อการเรียนด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน สังเกตและบันทึกผล
มีข้อแก้ไข
ปรับปรุงแก้ไข
ไม่มีข้อแก้ไข
B

ภาพที่ 3.2 (ต่อ)



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพทั้ง 2 แบบ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้จากตำราเรียน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดวัตถุประสงค์ และหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับและเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 123) ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

ระดับ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียน

ระดับ 4.50-5.00 คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 3.50-4.49 คุณภาพอยู่ในระดับดี

ระดับ 2.50-3.49 คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

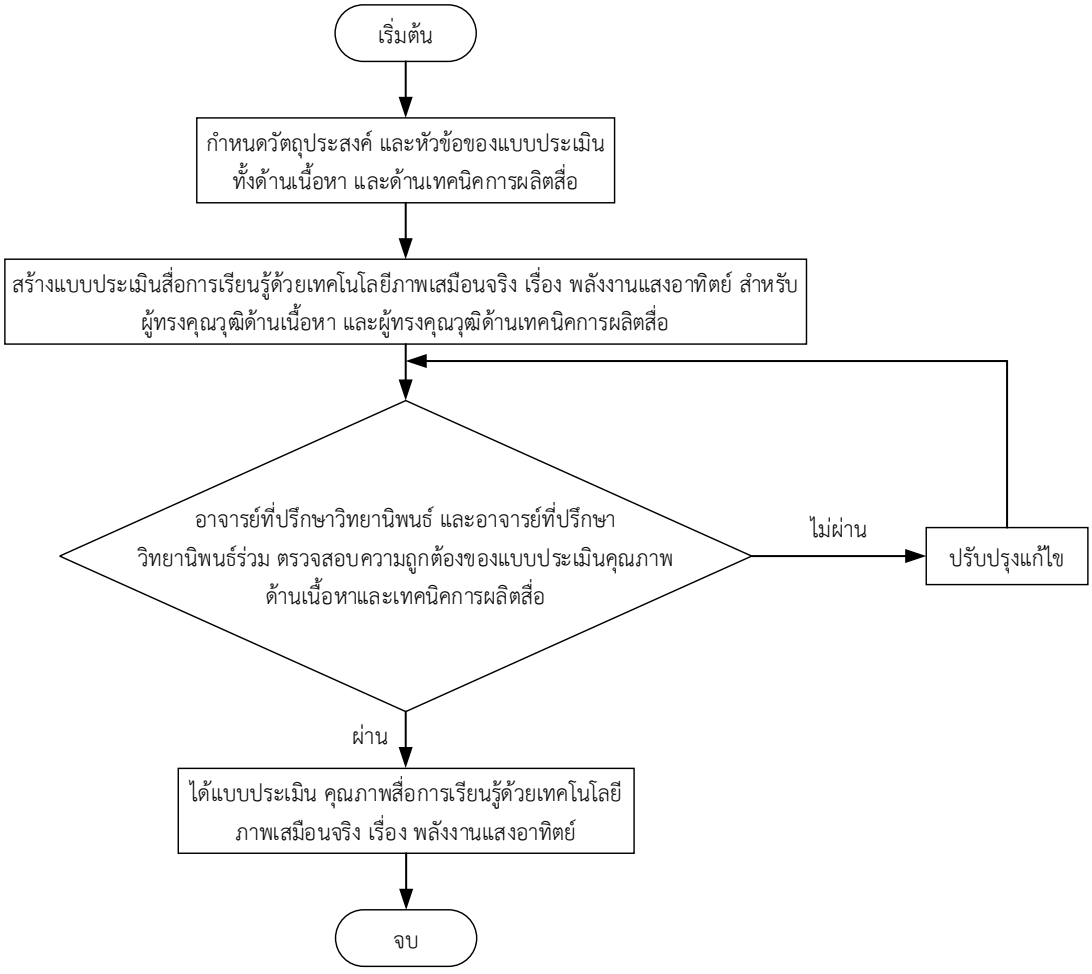
ระดับ 1.50-2.49 คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1.00-1.49 คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

4. นำแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ทำการตรวจสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

5. ได้แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของบทเรียน เพื่อให้บทเรียนมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ตามแผนผังจากภาพที่ 3.3 ดังนี้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

3.3.4 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ในการให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคู่มือ และเอกสารการเรียนรู้ต่าง ๆ

2. วิเคราะห์เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ในข้างต้น จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหา และความเหมาะสมของข้อคำถาม

4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความถูกต้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาสาระ และนำแบบประเมินที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา แล้วจึงนำผลการตรวจสอบที่ได้มาคำนวณเป็นตัวเลข โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องสำหรับคำถามเป็นรายข้อ มีสูตรการคำนวณ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2556 : 110) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad \textbf{(3.1)}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

R คือ คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านในข้อนั้น

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านในข้อนั้น

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คะแนนในข้อนั้น

คะแนน 1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อคำถามที่เห็นว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ซึ่งข้อคำถามที่เลือกไว้ควรมีค่าความสอดคล้อง (IOC) เป็นทางบวก (+) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ($IOC \geq .50$) ถือว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่ถ้าข้อคำถามที่ต่ำกว่า 0.50 มาก หรือมีค่าเป็นลบ (-) ถือว่าข้อนี้ใช้ไม่ได้

โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 20 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (P) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อ ที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

5.1 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นวัดความยากง่ายของข้อสอบที่มีลักษณะการวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยใช้สูตรการคำนวณ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210) ดังนี้

$$P = \frac{R}{N} \quad \textbf{(3.2)}$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย
R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่ายของข้อสอบที่มีค่า

0.81 - 1.00	ง่ายมาก	ไม่ควรใช้
0.61 - 0.80	ง่าย	ใช้ได้
0.40 - 0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี
0.20 - 0.39	ยาก	ใช้ได้
0.00 - 0.19	ยากมาก	ไม่ควรใช้

โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.80

5.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบที่สามารถแบ่งนักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน ที่มีลักษณะการวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยใช้สูตรการคำนวณ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211) ดังนี้

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad \textbf{(3.3)}$$

เมื่อ D คือ อำนาจจำแนก
R_U คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่มีค่า

0.40 - 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดีมาก
0.30 - 0.39	สูง	ใช้ได้ดี
0.20 - 0.29	ปานกลาง	ใช้ได้
0.10 - 0.19	ต่ำ	ไม่ควรใช้
0.01 - 0.09	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้

โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.80

6. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีลักษณะที่ ทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน โดยใช้สูตร KR.20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{s_t^2}\right\} \quad \textbf{(3.4)}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบของเครื่องมือวัด

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด

s_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า

0.70 - 1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

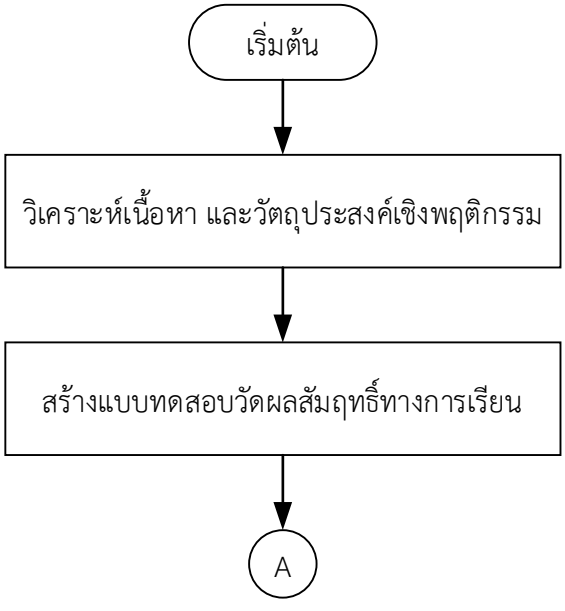
0.30 - 0.69 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

0.00 – 0.29 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

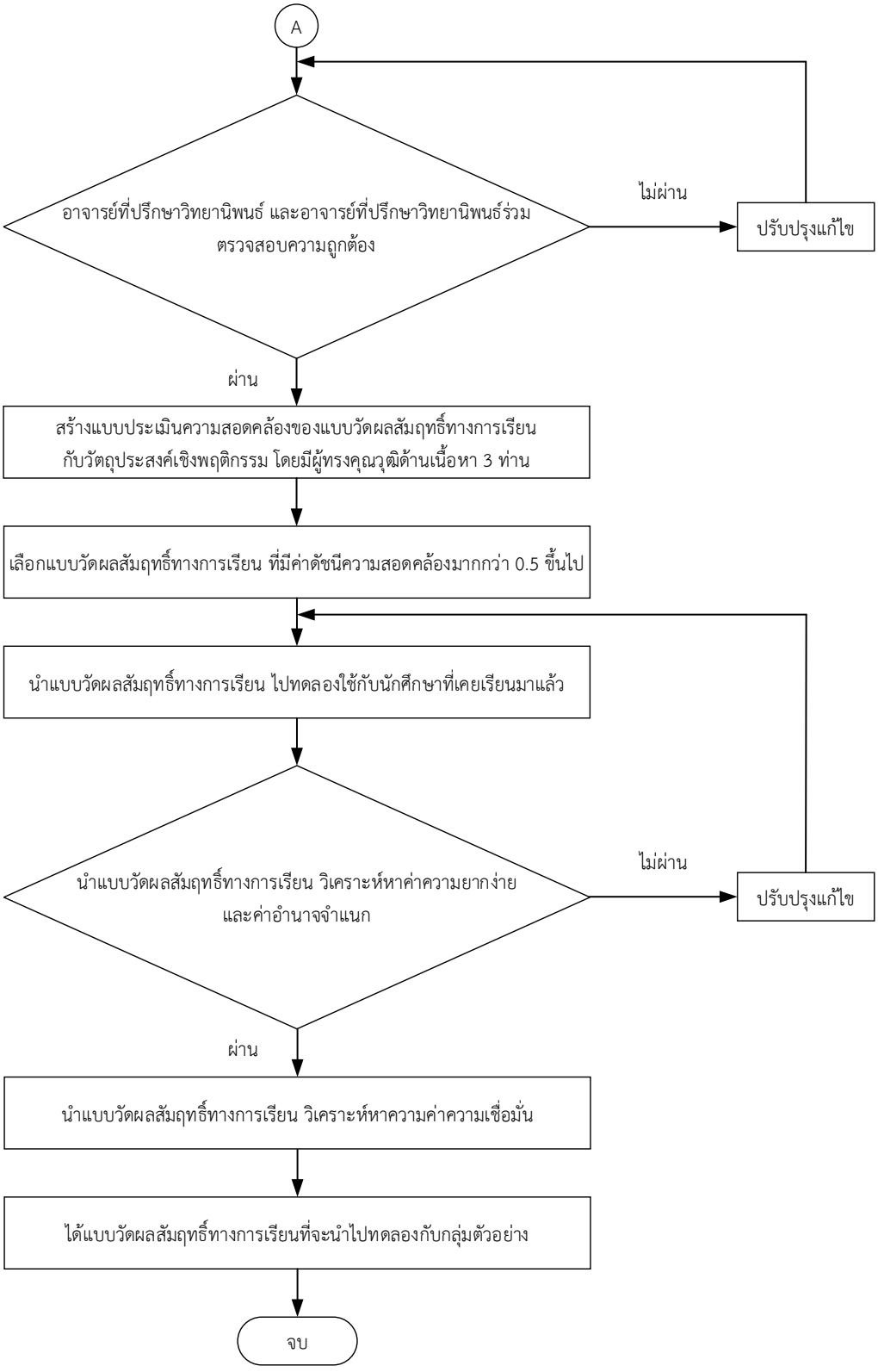
โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเชื่อมั่นสูง เท่ากับ 0.90

7. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ ดำเนินการสร้างแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ตามแผนผังจากภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์


A
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้อง
ไม่ผ่าน
ปรับปรุงแก้ไข
ผ่าน
สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน
เลือกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป
นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้ว
นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
ไม่ผ่าน
ปรับปรุงแก้ไข
ผ่าน
นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์หาความค่าความเชื่อมั่น
ได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง
จบ

ภาพที่ 3.4 (ต่อ)

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่สร้างขึ้นไปทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการขอหนังสือ จากงานบริหารวิชาการ และบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย ร่วมเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินหาคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ทำการปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะ นำเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

2. ขออนุญาตและประสานงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพื่อทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

3. ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียน พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้สื่อการเรียนรู้ แนะนำการใช้โปรแกรมตามคู่มือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และให้นักศึกษาติดตั้งโปรแกรมออรัสมาในสมาร์ทโฟนของตนเอง

4. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ ด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่มีผลสมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มเก่ง 3.00 – 4.00 กลุ่มปานกลาง 2.00 – 2.99 และกลุ่มอ่อน 1.00 – 1.99 ซึ่งเคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนมาแล้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน ได้แก่ นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน พร้อมสังเกตบันทึกผล

4.2 ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 6 คน ได้แก่ นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน พร้อมสังเกตบันทึกผล

5. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา ด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ซึ่งเคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนมาแล้ว จำนวน 20 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตั้งแต่ 0.3 – 1.00 แล้วจึงนำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

6. ผู้วิจัยนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ให้นักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองเรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยตนเองตามลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน พร้อมทำแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียน

6.2 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยสื่อแบบปกติ ตามลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน เมื่อเรียนเสร็จในแต่ละหน่วย ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน

7.2 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ และกลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน จากการทำแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้วิธีทางสถิติเข้าช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และเครื่องมือดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนเสมือนจริง

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนเสมือนจริง ด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ โดยนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ มาคำนวณทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย โดยการหาสูตรการหาในกรณีคะแนนหรือจำนวนข้อมูลมีน้อย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \qquad \textbf{(3.5)}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

x คือ ผลการประเมินที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละท่าน

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2-(\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad \textbf{(3.6)}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

X คือ คะแนนของผู้เรียนละคน

N คือ จำนวนผู้เรียน

3. การหาค่าความแปรปรวน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$St^2 = \frac{N\sum X^2-(\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ St^2 คือ ค่าความแปรปรวน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N คือ จำนวนผู้เรียน

3.5.3 การหาประสิทธิภาพ

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ หาได้โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาประสิทธิภาพของบทเรียน เพื่อหาว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ คือ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ในการคำนวณ (ชัยยงค์ พรหมวงค์. 2556 : 10-11) ได้ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\frac{\bar{X}}{A}}{} \times 100 \quad \textbf{(3.7)}$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \qquad \textbf{(3.8)}$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผล การสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

3.5.4 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กับกลุ่มควบคุม เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวนกลุ่มละ 20 คน ($n<30$) และมีจำนวนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม ($n_1=n_2$) จึงมีข้อตกลงว่าความแปรปรวนเท่ากัน ไม่ต้องทดสอบค่าความแปรปรวนว่าเท่ากันหรือไม่ จึงเลือกใช้สูตรในการวิเคราะห์ t – test แบบ Independent ชนิด Pooled Variance (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 101) ได้ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}} \qquad \textbf{(3.9)}$$

โดยที่ $df = n_{1+}n_2-2$ $\quad \alpha = 0.05$

เมื่อ t คือ ค่าอัตราส่วนนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้พิจารณา

$\bar{X}_1$ คือ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ คือ ระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุม

S_1^2 คือ จำนวนนักศึกษากลุ่มทดลอง

S_2^2 คือ จำนวนนักศึกษากลุ่มควบคุม

n_1 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

n_2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กับนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

การวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งผลจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ในแต่ละด้าน ได้นำมาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
3. เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	4.33	0.58	ดี
4. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	3.67	0.58	ดี
5. การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ	4.00	0.00	ดี
8. ความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
รวม	4.33	0.36	ดี

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน พบว่า ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) มีค่าเท่ากับ 4.33 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 0.36 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี โดยรายการประเมินด้านเนื้อหาที่อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 3 รายการ ได้แก่ เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม ความน่าสนใจของเนื้อหา และรายการประเมินด้านเนื้อหาที่อยู่ในระดับดี จำนวน 5 รายการ ได้แก่ เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ และความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.1) ทั้งนี้หลังการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ได้แก่ การปรับเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน และปรับรูปภาพให้มีความชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหามากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\overline{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เอกสารมีความน่าสนใจ	4.00	0.00	ดี
2. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker	4.33	0.47	ดี
3. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	4.33	0.94	ดี
4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ	4.00	0.82	ดี
5. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	3.67	1.25	ดี
6. คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด	4.00	0.00	ดี
7. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย	4.33	0.47	ดี
8. ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้	4.33	0.47	ดี
9. ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้	3.67	0.47	ดี
10. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.33	0.94	ดี
11. ความชัดเจนของตัวอักษร	4.00	0.82	ดี
12. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.47	ดี
13. ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.47	ดีมาก
14. ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม	4.67	0.47	ดีมาก
15. ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด	4.33	0.47	ดี
16. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	4.23	0.58	ดี

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้ง 3 ท่าน โดยค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) มีค่าเท่ากับ 4.23 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าเท่ากับ 0.58 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี โดยรายการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก จำนวน 3 รายการ ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม ความชัดเจนของเสียงบรรยาย และรายการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่อยู่ในระดับดี จำนวน 13 รายการ ได้แก่ เอกสารมีความน่าสนใจ ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัวมาร์คเกอร์ ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้ ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ความชัดเจนของตัวอักษร ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด (รายละเอียดแสดงใน ภาคผนวก ค.2) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แก่ การปรับแบ่งช่วงการนำเสนอของเนื้อหาให้มีความกระชับ รูปแบบขนาดตัวอักษร และภาพเคลื่อนไหวให้มีความเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีการนำเสนอเนื้อหาประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียน เมื่อนักศึกษาทำการเรียนเสร็จในแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของทุกหน่วยการเรียน รวมจำนวน 40 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 100 และเมื่อผู้เรียนเรียนครบ 3 หน่วยการเรียนแล้ว มีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้ง 3 หน่วยการเรียน จำนวน 20 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	20	40	33.35	83.37	80
คะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียน (E_2)	20	20	17.20	86.00	80

จากตารางที่ 4.3 ผลจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้นำมาคิดเป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ปรากฏว่าผลของคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย 33.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.37 และผลของคะแนนการ

ทำแบบทดสอบหลังการเรียน (E_2) ของกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย 17.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.00 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 ที่กำหนด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.4)

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ และนักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยนำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามาเปรียบเทียบเพื่อทดสอบหาค่า t-test แบบ Independent Samples ผลทดลองปรากฏดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักศึกษา (n)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ค่าทดสอบ (t)
กลุ่มทดลอง	20	20	17.20	1.64	8.16*
กลุ่มควบคุม	20	20	13.25	1.41	

*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (α = 0.05, df = 38, t = 1.68)

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเป็นการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ และนักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 17.20 คะแนน เฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เท่ากับ 13.25 นำมาหาค่าสถิติโดยใช้ t-test แบบ Independent ชนิด Pooled Variance ได้เท่ากับ 8.16

สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีสาระสำคัญในการวิจัย สรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไม่น้อยกว่า 80/80
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ ของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพระดับดี ($\overline{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป
2. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 100 คน ที่ลงทะเบียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยการใช้วิธีจับสลาก ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 20 คน

กลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 20 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

เนื้อหา ดังนี้ (1) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรังสีอาทิตย์ (2) การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน และ (3) การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแบบสอบถามแบบ Linked scale โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา จำนวน 8 ข้อ และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 16 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบหลังการเรียนจำนวน 20 ข้อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่สร้างขึ้นไปทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการขอหนังสือ จากงานบริหารวิชาการ และบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย ร่วมเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินหาคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ทำการปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะ นำเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

2. ขออนุญาตและประสานงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพื่อทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

3. ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียน พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้สื่อการเรียนรู้ แนะนำการใช้โปรแกรมตามคู่มือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และให้นักศึกษาติดตั้งโปรแกรมออรัสมาในสมาร์ทโฟนของตนเอง

4. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ ด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่มีผลสมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มเก่ง 3.00 – 4.00 กลุ่มปานกลาง 2.00 – 2.99 และกลุ่มอ่อน 1.00 – 1.99 ซึ่งเคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนมาแล้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน ได้แก่ นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน พร้อมสังเกตบันทึกผล

4.2 ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 6 คน ได้แก่ นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน พร้อมสังเกตบันทึกผล

5. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา ด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ซึ่งเคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนมาแล้ว จำนวน 20 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์แบบทดสอบเป็น รายข้อ

เพื่อหาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตั้งแต่ 0.3 – 1.00 แล้วจึงนำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

6. ผู้วิจัยนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ให้นักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองเรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยตนเองตามลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน พร้อมทำแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียน

6.2 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยสื่อแบบปกติ ตามลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน เมื่อเรียนเสร็จในแต่ละหน่วย ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน

7.2 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ และกลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน จากการทำแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จากผลการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้งนี้ได้กำหนดระดับคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ ดังนี้

ระดับ 4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดี

ระดับ 2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียน และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียน จากการประเมินพฤติกรรมของนักศึกษา แบ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพ คือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง กับนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ t-test แบบ Independent Samples

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ($\overline{X}$=4.33, S.D.=0.36) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\overline{X}$=4.23, S.D.=0.58) จัดอยู่ในระดับดี

2. คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน มีค่าเฉลี่ย 33.35 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 83.37 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วยการหน่วย ได้คะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 17.20 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 86.00 ดังนั้น สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.37/86.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

3. การทดสอบสมมุติฐานการวิจัย ด้วยค่าทางสถิติ t-test แบบ Independent Samples พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ($\overline{X}$=17.20, S.D.=1.64) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยสื่อแบบปกติ ($\overline{X}$= 13.25, S.D.=1.41) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

5.2.1 ด้านคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ผลการหาคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นและรวบรวมเนื้อหาต่าง ๆ ให้ครอบคลุมและครบถ้วน ตามหลักสูตรการเรียนการสอนในรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จึงทำให้เนื้อหาในหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียน มีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกันตามกำหนด อีกทั้งพบว่า ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 เนื่องจาก ปริมาณเนื้อหามีมากจนเกินไป ส่วนคุณภาพด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและออกแบบการเรียนการสอนในรูปแบบมัลติมีเดียที่มีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมากยิ่งขึ้น อีกทั้งพบว่า การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 เนื่องจาก สื่อการเรียนรู้ยังอาศัยการโต้ตอบผ่านเว็บเพจที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่มีเอกสารอัพโหลดเอาไว้เพื่อให้ผู้เรียนอ่านเพียงอย่างเดียว ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของนงคราญ ศรีสะอาด (2556) เรื่อง การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวัดลำนาว ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 1 ห้อง 30 คน มีผลการประเมินที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$=4.48, S.D.=0.13) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.09)

5.2.2 ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กับกลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน จำนวน 20 คน เมื่อนักศึกษาได้เรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียน โดยนำเทคนิคความจริงเสริมเข้ามาประยุกต์ ซึ่งเทคนิคความจริงเสริมเป็นเทคนิคที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน เมื่อนำมาใช้กับการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษามองเห็นภาพที่ปรากฏขึ้นอย่างเสมือนจริงได้ จึงทำให้ผู้เรียนเข้าใจการเรียนการสอนเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถทบทวนสื่อการเรียนรู้ได้ จึงทำให้ประสิทธิภาพมีผลลัพธ์เท่ากับ 83.37/86.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 83.37 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 86.00 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนันทวัฒน์ พาหา (2560) เรื่อง การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การสร้างเว็บไซต์ วิชากราฟิกสารสนเทศ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก วิทยาลัยเทคโนโลยีสยามบริหารธุรกิจ นนทบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชากราฟิกสารสนเทศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มเพื่อหาประสิทธิภาพ จำนวน 40 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 88.44/90.92 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

5.2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องด้วยกลุ่มทดลองสามารถทวนซ้ำเพื่อทบทวนเนื้อหาจากสื่อที่สร้างขึ้นได้หลายครั้ง ทำให้นักศึกษามองเห็นภาพที่ปรากฏขึ้นอย่างเสมือนจริงได้ จึงทำให้ผู้เรียนเข้าใจการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น และบทเรียนในรูปแบบมัลติมีเดียที่มีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว จะกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณรงค์กร สีจันทร์ (2559) เรื่อง บทเรียนบนแท็บเล็ต เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพื้นฐาน พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนบนแท็บเล็ต เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพื้นฐาน มีคะแนนหลังเรียน ($\overline{X}$=41.77) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\overline{X}$=24.73) อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบทเรียนบนแท็บเล็ต เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพื้นฐาน มีเนื้อหาและตัวอย่างที่ทำให้นักศึกษา มีความรู้ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรเพิ่มมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ แยกเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้งาน และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อได้ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้งาน

1. การเรียนรู้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการเรียนผ่านซอฟต์แวร์ ดังนั้นอาจารย์ผู้สอนควรมีการชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ของสื่อการเรียนรู้ตลอดจนวิธีการใช้งานเพิ่มเติมเพื่อให้การเรียนมีประสิทธิภาพ

2. อาจารย์ผู้สอนสามารถนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นสื่อสอนแทนในเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์ ตามระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสม และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนใน รายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนได้

3. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ สามารถทวนซ้ำเพื่อทบทวนเนื้อหาจากสื่อที่สร้างขึ้นได้หลายครั้งด้วยตนเอง ทำให้นักศึกษามองเห็นภาพที่ปรากฏขึ้นอย่างเสมือนจริง ทำให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหา ที่แสดงในรูปแบบมัลติมีเดีย ที่มีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว จะกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมากยิ่งขึ้น

4. การเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ควรมีการเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์เพื่อเชื่อมต่อเข้าสู่เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งเป็นการผนวกเทคโนโลยีการสร้างภาพที่เสมือนจริงกับโลกแห่งความเป็นจริงเข้าด้วยกัน โดยอาศัยซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อเข้าระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะสามารถเข้าเรียนรู้ได้ทุกเวลา

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อ

1. การพัฒนาครั้งต่อไปควรมีการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานให้มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” **วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย.** 5(1) : 5-20.

ณัฐกร สงคราม. 2554. **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์มณีโชค. 2558. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ณรงค์กร สีจันทร์. 2559. บทเรียนบนแท็บเล็ต เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพื้นฐาน. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 15(2) : 138-144.

ดวงกมล อังอำนวยศิริ. 2559. “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

นงคราญ ศรีสะอาด. 2556. “การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี การเรียนรู้และสื่อสารมวลชน. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นันทวัฒน์ พาหา. 2560. การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การสร้างเว็บไซต์ วิชากราฟิกสารสนเทศ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 16(1) : 34-41.

นิพนธ์ บริเวธานันท์. “ม.ป.ป.” เมื่อโลกความจริงผนวกเข้ากับโลกเสมือน. [Online]. Available : http://old.ebooks.in.th/download/30348/Augmented Reality.

บุญชม ศรีสะอาด. 2546. **การวิจัยสำหรับครู**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

พนิดา ตันศิริ. 2551. “โลกเสมือนผสานโลกจริง.” **วารสารนักบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.** : 169-175.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2556. **การวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มีน เซอร์วิส ซัพพลาย

พิเชษฐ์ ปลื้มจิตร และเนื่องวงศ์ ทวยเจริญ. 2558. “แผนที่แบบเสริมความจริงกรณีศึกษามหาวิทยาลัย ธุรกิจบัณฑิตย์.” หน้า 26-29. ใน **การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7.** วิทยาเขตตรัง. ตรัง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2555. การพัฒนาสื่อดิจิตอลและจัดเก็บข้อมูลบน Cloud ด้วยเทคโนโลยีออรัสม่า. [Online]. Available : http://www.amarin.ac.th/images/aurasma/080856.pdf.

มานพ สว่างจิต และไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2557. “การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก.” **วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์.** 1(2) : 87-95.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์. 2545. “เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเสมือน.” **วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี.** 29(162) : 73-75.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. 2554. “การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสานโลกจริง.” **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร.** 13(2) : 119-127.

วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนวัตกรรมเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี เจ พริ้นติ้ง.

ศุษมา แสนปากดี . 2557. “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในบอร์ดประชาสัมพันธ์ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** : 257-264.

สมศักดิ์ เตชะโกสิต และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2558. “การเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์.” **วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.** 6(1) : 225-230.

สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุตกฤษฎ์. 2555. “การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย.” หน้า 903-909. ใน **การประชุมแห่งชาติด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศครั้งที่ 8.** ชลบุรี : ประเทศไทย.

อภิชาติ อนุกูลเวช และภูวดล บังบางพล. 2556. “องค์ประกอบของการพัฒนาสื่อ AR.” เอกสารประกอบการอบรมเรื่องการผลิตสื่อดิจิทัสแบบเสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี AR บนสมาร์โฟนและแท็บเล็ตด้วยโปรแกรม Aurasma. **การประชุมเชิงปฏิบัติการการดำเนินกิจกรรมบนระบบเครือข่ายสารสนเทศเพื่อการพัฒนาการศึกษา WUNCA ครั้งที่ 27**. วิทยาเขตกาญจนบุรี. กาญจนบุรี : มหาวิทยาลัยมหิดล.

อุษาวดี แสงสว่าง. 2547. “การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านเพิ่มเติมเรื่อง พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า.” สิ่งแวดล้อมศึกษามหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

Azuma, R. 1997. “A survey of Augmented Reality Presence.” **Teleoperators and Virtual Environments.** : 355-385.

Markus S., Wang F. Y. & Lee B. G. 2012. “Development of Edutainment Content for Elementary School Using Mobile Augmented Reality**.” International Conference on Computer Research and Development**. Vol.39, Singapore.

Milgram and A.F.Kishino. 1994. “Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays IEICE Transactions on Information and Systems.” : 1321-1329.

P.G.V. Sampaioa and M.O.A. Gonzálezb. 2560. “Photovoltaic Solar Energy Conceptual Framework.” **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** Vol.74 : 590-601.

Pantida P. 2012. “Marker-Based Augmented Reality Magic Book for Anatomical Education” **International Conference on Computer and Communication Technologies (ICCCT'2012).** Phuket : Thailand.

Steve C. Y., Gallayanee Y. & Erik J. (2011). “Augmented reality: An overview and five directions for AR in education” **Journal of Educational Technology Development and Exchange. Issue.** Volume : 119-140.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือราชการ
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
ภาคผนวก ช ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือราชการ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ประเมินและตรวจสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ปองพล รักการงาน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
2. นายณัฐวัฒน์ จันต๊ะมัง	เจ้าหน้าที่อาวุโส แผนกบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า บริษัท หงสา พาวเวอร์
3. นายศิรา ยะมะหาร	วิศวกรอาวุโส ด้านพลังงานทดแทน บริษัท แทรคเทเบล เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์ ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช	หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
3. อาจารย์กรกรต เจริญผล	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ประกาศคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2560 ให้ดำเนินการดังนี้

นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ รหัสประจำตัว 57603086 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ (Learning Media by AuGmented Reality of Solar Energy)" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2560

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตินงค์ มะโน)
คณบดี

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 134 /2560
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของนายจักรพันธ์ นิลพัฒน์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ของนายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ รหัสประจำตัว 57603086 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. **คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

ผศ.ดร.ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

2. **คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์**

รศ.ดร.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	กรรมการ	
รศ.ดร.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	กรรมการ	
ผศ.ดร.วินัย	ไจกล้า	กรรมการ	
รศ.ดร.ศุภวัฒน์	ลาวัณย์วิสุทธิ์	กรรมการ	(กรรมการภายนอก)

3. **คณะกรรมการสอบสำรอง**

นอ.ดร.วีระชัย	เชาว์กำเนิด	กรรมการ	(อาจารย์บัณฑิตพิเศษ)
รศ.ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	กรรมการ	(อาจารย์บัณฑิตประจำ)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 3773

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์ปองพล รักการงาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-873-2831

ที่ ศธ 0524.04/ 3773

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน นายณัฐวัฒน์ จันต๊ะมัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-873-2831

ที่ ศธ 0524.04/ 3773

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน นายศิรา ยะมะหาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-873-2831

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 3773 วันที่ 25 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

ด้วย นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-873-2831

ที่ ศธ 0524.04/ 3773

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วย นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-873-2831

ที่ ศธ 0524.04/ 3773

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

25 ตุลาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน อาจารย์กรกรต เจริญผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วย นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 088-873-2831

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

แบบประเมินด้านเนื้อหา
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา เกี่ยวกับการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ มีความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย
(นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์)
นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตร ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

แบบประเมินด้านเนื้อหา
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
3	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
4	ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
5	การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม					
6	ความน่าสนใจของเนื้อหา					
7	ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ					
8	ความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา					
รวม						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ มีความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย
(นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์)
นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตร ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1	ด้านรูปแบบสื่อและการนำเสนอ					
	1.1 เอกสารมีความน่าสนใจ					
	1.2 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker					
	1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ					
	1.4 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ					
	1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน					
2	ด้านรูปภาพประกอบ					
	2.1 คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด					
	2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย					
	2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้					
	2.4 ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้					
3	ด้านตัวอักษรประกอบ					
	3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
	3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร					
	3.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
4	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบสื่อ					
	4.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา					
	4.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม					
	4.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด					
	4.4 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
รวม						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3			
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	4	4	4.33	0.58	ดี
3	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	5	4	4	4.33	0.58	ดี
4	ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	4	3	3.67	0.58	ดี
5	การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
6	ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
7	ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
8	ความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.50	4.38	4.13	4.33	0.36	ดี

ตารางที่ ค.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3			
1	ด้านรูปแบบสื่อและการนำเสนอ						
	1.1 เอกสารมีความน่าสนใจ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
	1.2 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker	4	5	4	4.33	0.47	ดี
	1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	3	5	5	4.33	0.94	ดี
	1.4 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ	3	4	5	4.00	0.82	ดี
	1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	2	4	5	3.67	1.25	ดี
2	ด้านรูปภาพประกอบ						
	2.1 คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด	4	4	4	4.00	0.00	ดี
	2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย	4	5	4	4.33	0.47	ดี
	2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้	4	5	4	4.33	0.47	ดี
	2.4 ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้	3	4	4	3.67	0.47	ดี
3	ด้านตัวอักษรประกอบ						
	3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	3	5	5	4.33	0.94	ดี
	3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร	3	4	5	4.00	0.82	ดี
	3.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.47	ดี
4	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบสื่อ						
	4.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
	4.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
	4.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด	4	4	5	4.33	0.47	ดี
	4.4 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
รวม		3.56	4.50	4.63	4.23	0.56	ดี

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

.....

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามในแบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามเป็นรายข้อ ซึ่งแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ โดยแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์

1.1 ผู้เรียนสามารถบอกเหตุการณ์กำเนิดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง

1.2 ผู้เรียนสามารถอธิบายระบบพิกัดการวัดตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าได้อย่างถูกต้อง

1.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ตามเวลานอกบรรยากาศโลกได้อย่างถูกต้อง

1.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและจำแนกชั้นบรรยากาศโลกได้อย่างถูกต้อง

1.5 ผู้เรียนสามารถบอกประเภทของเครื่องมือวัดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง

1.6 ผู้เรียนสามารถบอกค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ และวิเคราะห์แผนที่รังสีอาทิตย์ ในประเทศไทยได้อย่างถูกต้อง

2. การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน

2.1 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการและแนวทางใช้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.2 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.3 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.4 เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.5 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.6 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.7 ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

2.8 ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้

3. การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

3.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ได้

3.2 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้

3.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายตัวแปรที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

3.4 ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

3.5 ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

3.6 ผู้เรียนสามารถคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าได้

3.7 ผู้เรียนสามารถบอกการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยได้

ขอขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย

(นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์)

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตร ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

วิชาพลังงานที่ยั่งยืน ระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

==========

คำชี้แจง : โปรดเติมเครื่องหมาย ($\surd$) ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรังสีอาทิตย์

.....

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (√) ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.1 ผู้เรียนสามารถบอกเหตุการณ์กำเนิดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง	1. ตามคำกล่าวว่า ดวงอาทิตย์เป็นจุดกำเนิดของทุกสิ่งในโลก หมายถึงข้อใด ก. การสังเคราะห์แสงของพืช ข. การเกิดฤดูกาล ค. การเกิดลม ง. ถูกทุกข้อ			
	2. รังสีอาทิตย์ถือกำเนิดจากปฏิกิริยาการหลอมตัวของธาตุใด ก. ไฮโดรเจน เป็น ดิวเทอเรียม ข. ไฮโดรเจน เป็น ฮีเลี่ยม ค. ไฮโดรเจน เป็น ทริเทียม ง. ฮีเลียม เป็น ไฮโดรเจน			
	3. ข้อใด ไม่ใช่ ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ ก. ดาวพุธ ข. ดาวอังคาร ค. โลก ง. ดวงอาทิตย์			
	4. ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เกิดขึ้นที่ส่วนใดของดวงอาทิตย์ ก. โฟโตสเฟียร์ ข. โครโมสเฟียร์ ค. แกนกลาง ง. โคโรนา			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.1 ผู้เรียนสามารถบอกเหตุการณ์กำเนิดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง(ต่อ)	5. ดวงอาทิตย์ มีองค์ประกอบของธาตุใดมากที่สุด ก. คาร์บอน ข. ไฮโดรเจน ค. ออกซิเจน ง. ไนโตรเจน			
	6. ข้อใดกล่าวถึง ระบบสุริยะ ได้ถูกต้องที่สุด ก. ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ข. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นผงในอวกาศ อยู่ระหว่างดาวฤกษ์ ค. เป็นกลุ่มดาวฤกษ์ที่มีจำนวนมากมายเต็มท้องฟ้า มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ง. ดาวฤกษ์ที่มีแสงสว่างในตัวเอง			
	7. ปรากฏการณ์ใด ที่มนุษย์สามารถสังเกตเห็นชั้นโครโมสเฟียร์ ชัดเจนที่สุด ก. แสงเหนือแสงใต้ ข. สุริยุปราคา ค. ลมสุริยะ ง. กลางวันและกลางคืน			
	8. อุณหภูมิที่แกนกลางของดวงอาทิตย์ มีค่าเท่าใด ก. 1,500,000 องศาเซลเซียส ข. 15,000,000 องศาเซลเซียส ค. 25,000,000 องศาเซลเซียส ง. 35,000,000 องศาเซลเซียส			
	9. พลังงานรวมที่แผ่จากดวงอาทิตย์ มีค่าเท่าใด ก. 1.854×10^{26} วัตต์ ข. 2.584×10^{26} วัตต์ ค. 3.854×10^{26} วัตต์ ง. 4.584×10^{26} วัตต์			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.1 ผู้เรียนสามารถบอกเหตุการณ์กำเนิดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง(ต่อ)	10. ข้อใด ไม่ใช่ ผลที่เกิดจากลมสุริยะ ก. การเกิดแสงเหนือและแสงใต้ ข. วงจรอิเล็กทรอนิกส์บนดาวเทียมเสียหาย ค. การติดต่อสื่อสารโดยวิทยุคลื่นสั้นขัดข้อง ง. การเกิดฝนดาวตก			
	11. บรรยากาศของดวงอาทิตย์ชั้นใด ที่มนุษย์มองเห็นแสงสว่างได้ในเวลาปกติ ก. โคโรนา ข. โครโมสเฟียร์ ค. โฟโตสเฟียร์ ง. เทอร์โมสเฟียร์			
	12. การหมุนเวียนของมวลสารภายในดวงอาทิตย์เพื่อปลดปล่อยพลังงานออกสู่บรรยากาศ จากข้อความดังกล่าว ตรงกับข้อใด ก. แกนกลางของดวงอาทิตย์ ข. เขตแผ่รังสีความร้อน ค. เขตพาความร้อน ง. โคโรนา			
	13. ในการจัดเรียงโครงสร้างต่าง ๆ ของดวงอาทิตย์ต่อไปนี้ 1. เขตพาความร้อน 2. เขตแผ่รังสีความร้อน 3. แกนกลาง 4. ชั้นโครโมสเฟียร์ 5. ชั้นโฟโตสเฟียร์ 6. ชั้นโคโรนา จงเรียงลำดับโครงสร้างของดวงอาทิตย์จากภายในให้ถูกต้องที่สุด ก. 3 1 2 4 5 6 ข. 3 2 1 5 4 6 ค. 1 3 2 4 5 6 ง. 1 2 3 5 4 6			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.1 ผู้เรียนสามารถบอกเหตุการณ์กำเนิดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง(ต่อ)	14. รังสีอาทิตย์ในข้อใด มีความยาวคลื่น สั้นที่สุด ก. รังสีอัลตราไวโอเลต ข. แสงสว่างที่มองเห็นได้ ค. รังสีอินฟราเรด ง. ทั้งข้อ ก. และ ข.			
	15. รังสีอาทิตย์ในข้อใด มีความยาวคลื่น ยาวที่สุด ก. รังสีอัลตราไวโอเลต ข. แสงสว่างที่มองเห็นได้ ค. รังสีอินฟราเรด ง. ทั้งข้อ ก. และ ค. ถูก			
	16. รังสีอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นในข้อใดที่มนุษย์มองเห็นเป็นแสงสว่าง ก. 0.28 – 0.32 ไมครอน ข. 0.32 – 0.40 ไมครอน ค. 0.40 – 0.78 ไมครอน ง. 0.78 – 1.00 ไมครอน			
	17. การกำเนิดรังสีอาทิตย์ในข้อใด ที่ส่งผลกระทบต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตบนโลกมากที่สุด ก. อัลตราไวโอเลต ข. แสงสว่างที่มองเห็นได้ ค. อินฟราเรด ง. ถูกทุกข้อ			
	18. รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใด ที่แผ่จากดวงอาทิตย์มาสู่พื้นผิวโลกด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด ก. รังสีสะท้อน ข. รังสีกระจาย ค. รังสีตรง ง. รังสีรวม			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.2 ผู้เรียนสามารถอธิบายระบบพิกัดการวัดตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้าได้อย่างถูกต้อง	19. เส้นสุริยะวิถี ตรงกับข้อใด ก. ระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ข. ระนาบวงโคจรของดวงอาทิตย์รอบโลก ค. ระนาบศูนย์สูตรฟ้าตั้งฉากกับแกนหมุนของดวงอาทิตย์ ง. ระนาบศูนย์สูตรฟ้าตั้งฉากกับแกนหมุนของโลก			
	20. เส้นศูนย์สูตรฟ้า ตรงกับข้อใด ก. เส้นตามแนวเหนือใต้ ข. เส้นตามแนวขนานกับเส้นศูนย์สูตร ค. เส้นตั้งฉากกับแกนหมุนของดวงอาทิตย์ ง. เส้นตั้งฉากกับแกนหมุนของโลก			
	21. 21 มีนาคม มีระยะเวลา กลางวันต่อกลางคืนอย่างไร ก. กลางวันยาวเท่ากับกลางคืน ข. กลางวันยาวนานที่ขั้วโลกใต้ ค. กลางคืนยาวมากกว่ากลางวัน ง. กลางคืนยาวนานที่ขั้วโลกใต้			
	22. วันใดในรอบปี ที่มีเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากัน ก. วันที่ 21 มีนาคม และ วันที่ 23 กันยายน ข. วันที่ 23 มิถุนายน และ วันที่ 21 กันยายน ค. วันที่ 21 มีนาคม และ วันที่ 23 ธันวาคม ง. วันที่ 22 มิถุนายน และ วันที่ 22 ธันวาคม			
	23. เส้นแวง 1 เส้น ห่างกันกี่วินาที ก. 1,200 วินาที ข. 2,340 วินาที ค. 3,180 วินาที ง. 3,600 วินาที			
	24. Latitude มีความหมายเหมือนกับข้อใด ก. เส้นศูนย์สูตรโลกขึ้นไปบนฟ้า ข. เส้นตามแนวขนานกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า ค. แกนหมุนของโลกของทรงกลมฟ้า ง. เส้นตามแนวเหนือใต้ บนทรงกลมฟ้า			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ตามเวลานอกบรรยากาศโลกได้อย่างถูกต้อง	25. ค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ จะเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักรจุดมืดรอบดวงอาทิตย์ ทุก ๆ กี่ปี ก. 11 ปี ข. 15 ปี ค. 19 ปี ง. 24 ปี			
	26. ค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ ตามมาตรฐานของสเปกตรัม ASTM E-490 มีค่าเท่าใด ก. 1,353.0 วัตต์ต่อตารางเมตร ข. 1,366.1 วัตต์ต่อตารางเมตร ค. 1,353.0 จูลต่อตารางเมตร ง. 1,366.1 จูลต่อตารางเมตร			
	27. สเปกตรัม ASTM E-490 องค์กรใด ประกาศให้เป็นค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ มาตรฐาน ก. สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์นานาชาติ ข. องค์การมาตรฐานสากล ค. องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ ง. สมาคมการทดสอบและวัสดุของสหรัฐอเมริกา			
	28. Total Solar Irradiance ตรงกับข้อใด ก. รังสีอาทิตย์ทั้งหมด ข. ค่าคงที่รังสีอาทิตย์ ค. รังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก ง. ค่าคงที่รังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก			
	29. Solar Constant ตรงกับข้อใด ก. รังสีอาทิตย์ทั้งหมด ข. ค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ ค. รังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก ง. ค่าคงที่รังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและจำแนกชั้นบรรยากาศโลกได้อย่างถูกต้อง	30. บรรยากาศชั้นใด ที่อุณหภูมิลดลงตามความสูงจากพื้นโลกมากที่สุด ก. โทรโพสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์ ค. มีโซสเฟียร์ ง. เทอร์โมสเฟียร์			
	31. บรรยากาศชั้นใด อยู่ระหว่างโทรโพสเฟียร์และสตราโตสเฟียร์ ก. เมโซพอส ข. โทรโปพอส ค. โอโซน ง. โอโซโนสเฟียร์			
	32. บรรยากาศชั้นใด ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ มากที่สุด ก. โทรโพสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์ ค. มีโซสเฟียร์ ง. เทอร์โมสเฟียร์			
	33. เครื่องบินโดยสาร มักจะบินอยู่ในบรรยากาศชั้นใด ก. โทรโพสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์ ค. มีโซสเฟียร์ ง. เทอร์โมสเฟียร์			
	34. รังสีอัลตราไวโอเลต ถูกดูดกลืนที่บรรยากาศชั้นใดมากที่สุด ก. โทรโพสเฟียร์ ข. สตราโตสเฟียร์ ค. มีโซสเฟียร์ ง. เทอร์โมสเฟียร์			
	35. ถ้าโลกเราไม่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้ม อุณหภูมิในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน จะมีลักษณะอย่างไร ก. อุณหภูมิช่วงกลางวันสูงมาก และ ช่วงกลางคืนต่ำมาก ข. อุณหภูมิช่วงกลางวันต่ำมาก และ ช่วงกลางคืนสูงมาก ค. อุณหภูมิช่วงกลางวัน และ ช่วงกลางคืนต่ำมาก ง. อุณหภูมิช่วงกลางวัน และ ช่วงกลางคืนสูงมาก			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.5 ผู้เรียนสามารถบอกประเภทของเครื่องมือวัดรังสีอาทิตย์ได้อย่างถูกต้อง	36. เครื่องมือวัดในข้อใด ที่วัดรังสีรวมได้ ก. ไพรานอมิเตอร์ ข. ไพราโอมิเตอร์ ค. ไพเฮลิโนมิเตอร์ ง. ไพเฮลิโอมิเตอร์			
	37. เครื่องมือวัดในข้อใด ที่วัดรังสีตรงได้ ก. ไพรานอมิเตอร์ ข. ไพราโอมิเตอร์ ค. ไพเฮลิโนมิเตอร์ ง. ไพเฮลิโอมิเตอร์			
1.6 ผู้เรียนสามารถบอกค่าความเข้มรังสีอาทิตย์และวิเคราะห์แผนที่รังสีอาทิตย์ในประเทศไทยได้อย่างถูกต้อง	38. ความรู้เกี่ยวกับการกระจายตามพื้นที่ของรังสีรวม ข้อความนี้ กล่าวถึงสิ่งใดที่สำคัญที่สุด ก. การเลือกที่ตั้งของระบบพลังงานใต้พิภพ ข. การเลือกที่ตั้งของระบบพลังงานรังสีอาทิตย์ ค. การเลือกที่ตั้งของระบบพลังงานลม ง. การเลือกที่ตั้งของระบบพลังงานน้ำ			
	39. ปัจจัยที่สำคัญในการเลือกพื้นที่ติดตั้ง ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานรังสีอาทิตย์เชิงความร้อนแบบรวมแสง คืออะไร ก. พื้นที่ต้องมีค่าความเข้มรังสีรวมสูง ข. พื้นที่ต้องมีค่าความเข้มรังสีรวมต่ำ ค. พื้นที่ต้องมีค่าความเข้มรังสีตรงสูง ง. พื้นที่ต้องมีค่าความเข้มรังสีตรงต่ำ			
	40. พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ในเดือนใดมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์สูงที่สุด ก. กุมภาพันธ์ ข. มีนาคม ค. เมษายน ง. พฤษภาคม			
	41. จากแผนที่รังสีรวม พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยในบริเวณใด มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ต่ำ ก. บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ข. บริเวณตอนกลางของภาคกลาง ค. บริเวณแคบตามแนวชายฝั่งทะเล ง. บริเวณรอยต่อระหว่างภาคเหนือกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน			

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรื่อง การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน

วิชาพลังงานที่ยั่งยืน ระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

==========

คำชี้แจง : โปรดเติมเครื่องหมาย **(√)** ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน

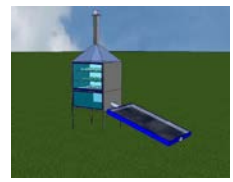
.....

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (√) ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.1 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการและแนวทางใช้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	1. พลังงานรังสีอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานความร้อนได้อาศัยรังสีช่วงคลื่นใด ก. รังสีคลื่นสั้น ข. รังสีคลื่นยาว ค. รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ง. รังสีคลื่นสั้น และ รังสีคลื่นยาว			
	2. ข้อใด ไม่ใช่ ปรากฏการณ์เชิงแสง เมื่อตกกระทบวัตถุใด ๆ ก. การดูดกลืนแสง ข. การส่องผ่าน ค. การสะท้อนแสง ง.การกระจายแสง			
	3. ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ทำหน้าที่อะไร ก. แปลงรังสีอาทิตย์ให้อยู่ในรูปแบบพลังงานแสงสว่าง ข. แปลงรังสีอาทิตย์ให้อยู่ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า ค. รับรังสีอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ง. แปลงรังสีอาทิตย์ให้อยู่ในรูปแบบพลังงานกล			
	4. ใครเป็นผู้ประดิษฐ์ เครื่องจักรที่ใช้รวมแสงอาทิตย์ ก. Sir Isaac Newton ข. Antoine Lavoisier ค. Galileo Galilei ง. Thomas Alva Edison			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.1 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการและแนวทางใช้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้(ต่อ)	5. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากรังสีอาทิตย์ ก. การเพิ่มอุณหภูมิในสระว่ายน้ำ ข. การทำนาเกลือ ค. การสร้างความอบอุ่น ง. การรักษาโรคผิวหนัง			
	6. ข้อใด ไม่ใช่ จุดประสงค์ของการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ ก. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ข. ทำให้อาหารปลอดภัยจากสารพิษของเชื้อรา ค. ทำให้อาหารมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และไม่สะดวกต่อการขนส่ง ง. สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเป็นทางเลือกของผู้บริโภค			
	7. ข้อใด แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพลังงานเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้ถูกต้อง ก. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) พลังงานความร้อน 3) พลังงานกล 4) พลังงานไฟฟ้า ข. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) พลังงานเคมี 3) พลังงานกล 4) พลังงานไฟฟ้า ค. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) พลังงานกล 3) พลังงานความร้อน 4) พลังงานไฟฟ้า ง. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) พลังงานกล 3) พลังงานเคมี 4) พลังงานไฟฟ้า			
	8. ข้อใด แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากรังสีอาทิตย์ เพื่อการอบแห้ง ได้ถูกต้อง ก. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) ถ่ายเทความร้อน 3) อากาศไหลเวียน 4) ระเหยความชื้น ข. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) ระเหยความชื้น 3) อากาศไหลเวียน 4) ถ่ายเทความร้อน ค. 1) พลังงานรังสีอาทิตย์ 2) อากาศไหลเวียน 3) ถ่ายเทความร้อน 4) ระเหยความชื้น ง. ไม่มีข้อใดถูก			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.2 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	9. Drying Potential ตรงกับข้อใด ก. ความสามารถของอากาศที่ทำให้ชื้น ข. ความสามารถของอากาศที่ทำให้ร้อน ค. ความสามารถของอากาศที่ทำให้วัสดุคงสี ง. ความสามารถของอากาศที่ทำให้วัสดุระเหย			
	10. วัสดุอบแห้งได้รับรังสีอาทิตย์โดยตรงเท่านั้น คำกล่าวนี้ เป็นการอบแห้งแบบใด ก. Indirect Solar Drying ข. Direct Solar Drying ค. Mixed Solar Drying ง. Air Solar Drying			
	11. ปรากฏการณ์ใด ที่ส่งผลให้การอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์แบบโดยตรง มีอุณหภูมิภายในสูงขึ้น ก. Urban Heat Island Effect ข. Temperature Inversion ค. Greenhouse Effect ง. Natural Convection			
	12. การอบแห้งในข้อใด ที่วัสดุภายในจะไม่ได้รับการสัมผัสจากรังสีอาทิตย์โดยตรง ก. Indirect Solar Drying ข. Direct Solar Drying ค. Mixed Solar Drying ง. ก และ ข ถูก			
	13. ข้อใดเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุด ในการอบแห้งโดยไม่ให้วัสดุภายในสัมผัสแสงโดยตรง ก. เพื่อพาความชื้นตามธรรมชาติอบแห้ง ข. เพื่อพาความร้อนออกจากวัสดุอบแห้ง ค. เพื่อผลิตความร้อนให้วัสดุอบแห้ง ง. เพื่อลดการเปลี่ยนสีของวัสดุอบแห้ง			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.2 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้(ต่อ)	 14. จากภาพ เป็นหลักการอบแห้งแบบใด ก. Indirect Solar Drying ข. direct Solar Drying ค. Mixed Solar Drying ง. Air Solar Drying			
	15. รังสีในข้อใด เกิดจากการเปล่งความร้อนภายในตู้อบแห้ง ก. Short Wave Radiation, Gamma Radiation ข. Long Wave Radiation, Gamma Radiation ค. Short Wave Radiation, Infrared Radiation ง. Long Wave Radiation, Infrared Radiation			
	16. หลักการอบแห้ง มีกี่แบบ ก. 1 แบบ ข. 2 แบบ ค. 3 แบบ ง. 4 แบบ			
	17. ข้อใดคือ หลักการของการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ ก. ความแตกต่างของความหนาแน่นพาความชื้นจากผลิตภัณฑ์ออกไป ข. ความแตกต่างของความหนาแน่นพาความชื้นจากผลิตภัณฑ์เข้ามา ค. ความแตกต่างของความหนาแน่นทำให้เกิดความแห้งจากผลิตภัณฑ์ออกไป ง. ความแตกต่างของความหนาแน่นทำให้เกิดความแห้งจากผลิตภัณฑ์เข้ามา			
	18. วัสดุทางการเกษตรต่าง ๆ ที่ให้ความสำคัญกับสีของวัสดุ ข้อความดังกล่าว ควรนำไปอบแห้งโดยใช้หลักการรับรังสีอาทิตย์แบบใด ก. แบบโดยตรง และ แบบโดยอ้อม ข. แบบโดยอ้อม และ แบบผสม ค. แบบผสม และ แบบโดยตรง ง. ถูกทุกข้อ			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.3 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	19. ข้อใด ไม่ใช่ ระบบการหมุนเวียนอากาศภายในห้องอบแห้ง ก. ระบบหมุนเวียนด้วยธรรมชาติ ข. ระบบหมุนเวียนบังคับ ค. ระบบร่วมกับลมร้อนจากเชื้อเพลิงชีวมวล ง. ระบบหมุนเวียนด้วยไอน้ำ			
	20. การอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ ในข้อใด ผลิตความร้อนเมื่อไม่มีแสงแดดได้ ก. ระบบหมุนเวียนด้วยธรรมชาติ ข. ระบบหมุนเวียนบังคับ ค. ระบบร่วมกับลมร้อนจากเชื้อเพลิงชีวมวล ง. ระบบหมุนเวียนด้วยไอน้ำ			
2.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	21. การอบแห้งระบบหมุนเวียนในข้อใด ที่มีอุปกรณ์ช่วยให้อากาศเคลื่อนที่ และหมุนเวียนทิศทางตามต้องการ ก. Passive System ข. Active System ค. Auto Control System ง. Solar Dryer Combined with Biogas			
	22. การอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์ ผลิตความร้อนผ่านอุปกรณ์ใด ก. Solar Collector ข. Solar Panel ค. Solar Win ง. Solar Cell			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.4 ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้(ต่อ)	23. ข้อใดต่อไปนี้ ทำหน้าที่ ถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่ไหลผ่าน ในแผงรับรังสีอาทิตย์ ก. กระจกปิดใส ข. ฉนวน ค. แผ่นดูดกลืน ง. ช่วงว่างอากาศ ระหว่างแผ่นกระจกกับแผ่นดูดกลืน			
	24. ช่องระบายอากาศ ทำหน้าที่อะไร ก. ช่วยระบายความอากาศเย็นออกจากห้องอบแห้ง ข. ช่วยให้อากาศเข้ามาสู่ห้องอบแห้ง ค. ช่วยระบายฝุ่นละอองออกจากห้องอบแห้ง ง. ช่วยระบายความชื้นออกจากห้องอบแห้ง			
	25. ข้อใดเป็นคุณลักษณะที่สำคัญ ของพัดลมดูดอากาศ ก. ช่วยเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการระบายความชื้นออกจากเครื่องอบแห้ง ข. ช่วยดูดรังสีอาทิตย์ออกจากเครื่องอบแห้ง ค. ช่วยดูดอากาศเข้า เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงานภายในโรงอบแห้ง ง. ผิดทุกข้อ			
2.5 ผู้เรียนสามารถบอกหลักการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	26. ข้อใดคือ หลักการผลิตนำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ก. การถ่ายเทความร้อนให้ของเหลวทำให้ความหนาแน่นต่ำมีทิศทางลอยตัวออกไป ข. การถ่ายเทความร้อนให้ของเหลวทำให้ความหนาแน่นต่ำมีทิศทางลอยตัวเข้ามา ค. การถ่ายเทความร้อนให้ของเหลวทำให้ความหนาแน่นสูงมีทิศทางลอยตัวออกไป ง. การถ่ายเทความร้อนให้ของเหลวทำให้ความหนาแน่นสูงมีทิศทางลอยตัวเข้ามา			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.6 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	27. ข้อใด ไม่ใช่ ชนิดการไหลเวียนของน้ำในระบบผลิตน้ำร้อน ก. การไหลเวียนตามธรรมชาติ ข. การไหลเวียนโดยใช้แรงดัน ค. การไหลเวียนควบคุม ง. การไหลเวียนผสมผสาน			
	28. ข้อใดต่อไปนี้ แบ่งแผงรับพลังงานจากรังสีอาทิตย์ เพื่อผลิตน้ำร้อน ได้ถูกต้องที่สุด ก. 1 ชนิด ได้แก่ ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม ข. 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม และ ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง ค. 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง และ ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตาม ง. 4 ชนิด ได้แก่ ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตาม และชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบดูดกลืน			
	29. แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลา เป็นแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ชนิดใด ก. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม ข. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง ค. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตาม ง. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบดูดกลืน			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.6 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้ (ต่อ)	30. แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ประเภทแผ่นเรียบเป็นแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ชนิดใด ก. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม ข. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง ค. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตาม ง. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบดูดกลืน			
	31. แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ประเภทฮีทไปป์เป็นแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ ชนิดใด ก. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม ข. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง ค. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตาม ง. ชนิดรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบดูดกลืน			
2.7 ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	32. ส่วนประกอบของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานรังสีอาทิตย์ มีอะไรบ้าง ก. แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ และ ถังเก็บน้ำร้อน ข. แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ และ ท่อทองแดง ค. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ ถังเก็บน้ำร้อน ง. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ ท่อทางเดินน้ำ			
	33. ข้อใด ไม่ใช่ ชุดอุปกรณ์ประกอบเพิ่ม ของระบบผลิตน้ำร้อน ก. Pressure Relief Valve ข. Heater ค. Thermometer ง. Solar Collector			
	34. ชุดควบคุม ทำหน้าที่อะไร ก. อุณหภูมิที่แตกต่างกันของระบบ ข. สร้างแรงดันภายในระบบให้สูงขึ้น ค. ระบายความดันส่วนเกินออก ง. ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.8 ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของโรง-ไฟฟ้าพลัง งานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้	35. กระบวนการเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หมายถึงข้อใด ก. เทคโนโลยีรวมแสงอาทิตย์ และ ส่งผ่านให้ตัวกลางเพื่อผลิตไอน้ำแรงดันสูง ข. เทคโนโลยีรวมแสงอาทิตย์ และไอน้ำแรงดันสูงส่งผ่านให้ตัวกลาง ค. เทคโนโลยีหักแหแสงอาทิตย์ และส่งผ่านให้ตัวกลางเพื่อผลิตไอน้ำแรงดันสูง ง. เทคโนโลยีหักเหแสงอาทิตย์ และไอน้ำแรงดันสูงส่งผ่านให้ตัวกลาง			
	36. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นหลักการเทคโนโลยีระบบรวมแสงตามแนว ก. แบบรางพาราโบลา และ แบบจานสเตอร์ลิง ข. แบบรางพาราโบลา และ แบบเฟรสเนลเส้นตรง ค. แบบตัวรับศูนย์กลาง แบบเฟรสเนลเส้นตรง และแบบจานสเตอร์ลิง ง. แบบตัวรับศูนย์กลาง แบบเฟรสเนลเส้น และ แบบรางพาราโบลา			
	37. เทคโนโลยีการรวมความเข้มแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลา หมายถึงข้อใด ก. อาศัยกระจกแบบแผ่นราบในการรวมแสงไปที่ท่อแก้วสุญญากาศ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ข. อาศัยการสะท้อนแสงอาทิตย์ด้วยกระจกเฮลิ-โอสแตต ฉายรังสีอาทิตย์ไปที่ตัวรับ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ค. อาศัยกระจกแบบรางพาราโบลาในการรวมแสงไปที่ท่อแก้วสุญญากาศ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ง. อาศัยกระจกแบบรางพาราโบลา สะท้อนแสงไปที่ตัวรับ และเป็นพลังงานกล			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.8 ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของโรง-ไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้(ต่อ)	38. เทคโนโลยีการรวมความเข้มแสงอาทิตย์แบบเฟรสเนลเส้นตรง หมายถึงข้อใด ก. อาศัยกระจกแบบแผ่นราบในการรวมแสงไปที่ท่อแก้วสุญญากาศ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ข. อาศัยการสะท้อนแสงอาทิตย์ด้วยกระจกเฮลิ-โอสแตต ฉายรังสีอาทิตย์ไปที่ตัวรับ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ค. อาศัยกระจกแบบรางพาราโบลาในการรวมแสงไปที่ท่อแก้วสุญญากาศ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ง. อาศัยกระจกแบบรางพาราโบลา สะท้อนแสงไปที่ตัวรับ และเป็นพลังงานกล			
	39. เทคโนโลยีการรวมความเข้มแสงอาทิตย์แบบตัวรับศูนย์กลาง หมายถึงข้อใด ก. อาศัยกระจกแบบแผ่นราบในการรวมแสงไปที่ท่อแก้วสุญญากาศ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ข. อาศัยการสะท้อนแสงอาทิตย์ด้วยกระจกเฮลิ-โอสแตต ฉายรังสีอาทิตย์ไปที่ตัวรับ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ค. อาศัยกระจกแบบรางพาราโบลาในการรวมแสงไปที่ท่อแก้วสุญญากาศ และถ่ายเทความร้อนให้ตัวกลาง ง. อาศัยกระจกแบบรางพาราโบลา สะท้อนแสงไปที่ตัวรับ และเป็นพลังงานกล			

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

วิชาพลังงานที่ยั่งยืน ระดับ ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

==========

คำชี้แจง : โปรดเติมเครื่องหมาย ($\surd$) ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรื่อง การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า

.....

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (√) ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ได้	1. ข้อใด คือหลักการเกิดไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ก. การสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ เรียกว่า เอ็น และประจุบวก เรียกว่า พี ซึ่งอยู่ภายในโครงสร้างรอยต่อพีและเอ็นของสารกึ่งตัวนำ ข. การสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และประจุบวก เรียกว่า พี ซึ่งอยู่ภายในโครงสร้างรอยต่อพีและเอ็นของสารกึ่งตัวนำ ค. การสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และประจุบวก เรียกว่า โฮล ซึ่งอยู่ภายในโครงสร้างรอยต่อพีและเอ็นของสารกึ่งตัวนำ ง. การสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ เรียกว่า อิเล็กทริก และประจุบวก เรียกว่า โฮล ซึ่งอยู่ภายในโครงสร้างรอยต่อพีและเอ็นของสารกึ่งตัวนำ			
	2. กระแสไฟฟ้าในข้อใด ที่เกิดการไหลออกจากเซลล์แสงอาทิตย์ ก. ไฟฟ้ากระแสสลับ ข. ไฟฟ้ากระแสตรง ค. ไฟฟ้ากระแสสลับ และ ไฟฟ้ากระแสสลับ ง. กระแสไฟฟ้าไม่มีทิศทางการไหลที่แน่นอน			
	3. เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบใด ก. อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นความถี่ ข. อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ค. อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง ง. อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นความถี่			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.1 ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ (ต่อ)	4. วิธีผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยการกระตุ้นสารกึ่งตัวนำภายในเซลล์แสงอาทิตย์ อาศัยปรากฏการณ์ใด ก. Photovoltaic Effect ข. Greenhouse Effect ค. Electron Effect ง. Electromagnetic Effect			
	5. ข้อใดถูกต้อง เกี่ยวกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ก. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการไหลของโฮล โดยโฮลจะไหลจากขั้วบวกไปหาขั้วลบเสมอ ข. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการไหลของโฮล โดยโฮลจะไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกเสมอ ค. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วบวกไปหาขั้วลบเสมอ ง. กระแสไฟฟ้าเกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบไปหาขั้วบวกเสมอ			
3.2 ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ได้	6. เซลล์แสงอาทิตย์มีอยู่กี่ชนิด ก. 1 ชนิด ข. 2 ชนิด ค. 3 ชนิด ง. 4 ชนิด			
	7. สารกึ่งตัวนำ ในเซลล์แสงอาทิตย์ซิลิคอน เกิดจากการเจือด้วยธาตุใด ก. ธาตุฟอสฟอรัส และ โบรอน ข. ไฮโดรเจน และ โซเดียม ค. ทองแดง และ สังกะสี ง. เจอร์เมเนียม และ นิกเกิล			
	8. เซลล์แสงอาทิตย์ในข้อใด ที่ให้ประสิทธิภาพสูง และใช้งานแพร่หลายที่สุด ก. Mono Crystalline ข. Thin-Film ค. Polycrystalline ง. Nanocrystalline			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.3 ผู้เรียนสามารถอธิบายตัวแปรที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้	9. ข้อใดกล่าวถึง ความเข้มรังสีอาทิตย์ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ได้ถูกต้องที่สุด ก. แรงดันไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มรังสีอาทิตย์ ข. กระแสไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มรังสีอาทิตย์ ค. แรงดันไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ง. กระแสไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์			
	10. ข้อใดกล่าวถึง อุณหภูมิ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ได้ถูกต้อง ก. แรงดันไฟฟ้าจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แต่กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ข. กระแสไฟฟ้าจะแปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แต่แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค. แรงดันไฟฟ้าจะแปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แต่กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ง. กระแสไฟฟ้าจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป แต่แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น			
3.4 ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้	11. วิธีการผลิตไฟฟ้าในข้อใด ที่ไม่ต้องเชื่อมต่อเข้ากับการไฟฟ้า ก. Stand Alone System ข. On Grid Connected System ค. Stand Up Alone System ง. Off Grid Connected System			
	12. วิธีการผลิตไฟฟ้าในข้อใด ที่ต้องเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า ก. Stand Alone System ข. Stand Up Alone System ค. On Grid Connected System ง. Off Grid Connected System			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.5 ผู้เรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้	13. ข้อใด คืออุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ ก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ และ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ข. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หม้อแปลงไฟฟ้าแบตเตอรี่ และ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ค. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หม้อแปลงไฟฟ้ามัลติมิเตอร์ และ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ง. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องใช้ไฟฟ้ามัลติมิเตอร์ และ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า			
	14. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบใด ที่นำมาใช้ในระบบเชื่อมต่อกับการไฟฟ้า ก. On Grid Tie Line Inverter ข. Grid Tie Line Inverter ค. Grid Tie Inverter ง. Tie Line Inverter			
	15. การนำเซลล์แสงอาทิตย์หลายแผ่นต่อเรียงกันหมายถึงข้อใด ก. เซลล์แสงอาทิตย์ ข. โมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ ค. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ง. ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์			
	16. อุปกรณ์ในข้อใด ทำหน้าที่ ประจุ และควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ ก. Charge Controller ข. Charger Adapter ค. Charger Cable ง. ผิดทุกข้อ			

<table>
<tr><th>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</th><th>ข้อสอบ</th><th colspan="3">คะแนนพิจารณา</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>+1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td rowspan="3">3.6 ผู้เรียนสามารถคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าได้</td><td>
<table>
<tr><th>เครื่องใช้ไฟฟ้า</th><th>จำนวน</th><th>วัตต์</th><th>จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อหนึ่งวัน</th></tr>
<tr><td>หลอดฟลูออเรสเซนต์</td><td>3</td><td>36</td><td>3</td></tr>
<tr><td>โทรทัศน์</td><td>1</td><td>50</td><td>2</td></tr>
<tr><td>เครื่องปรับอากาศ</td><td>1</td><td>500</td><td>5</td></tr>
<tr><td>เตารีด</td><td>1</td><td>200</td><td>1</td></tr>
</table>
17. จากภาพ จงหาค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านหลังนี้
ก. 3,124 วัตต์
ข. 3,524 วัตต์
ค. 3,724 วัตต์
ง. 3,924 วัตต์</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>18. จากข้อ 17 ต้องการหาค่ากำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้ง จะมีค่าเท่าใด ถ้ากำหนดให้
1. ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์เป็น 0.8
2. ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์เป็น 0.85
3. ประสิทธิภาพของเครื่องแปลงแรงดันไฟฟ้ามีประสิทธิภาพประมาณ 0.85
4. ความเข้มแสงปกติมีค่า 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร
5. พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่ตกกระทบในหนึ่งวัน 4,000 วัตต์
ก. 1,151 วัตต์
ข. 1,251 วัตต์
ค. 1,351 วัตต์
ง. 1,451 วัตต์</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>19. ถ้าต้องการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 7 กิโลวัตต์ ราคาวัตต์ละ 25 บาท จะต้องเสียค่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งเท่าใด
ก. 175 บาท
ข. 13,500 บาท
ค. 175,000 บาท
ง. 195,000 บาท</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.7 ผู้เรียนสามารถบอกการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยได้	20. ข้อมูล ณ มิถุนายน 2560 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ทั่วประเทศ ที่จ่ายเข้าระบบแล้ว มีจำนวนเท่าใด ก. 315 แห่ง ข. 466 แห่ง ค. 585 แห่ง ง. 666 แห่ง			
	21. รัฐบาลมีนโยบายให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้มีการแข่งขันด้านการผลิต ในปีใด ก. พ.ศ. 2537 ข. พ.ศ. 2539 ค. พ.ศ. 2541 ง. พ.ศ. 2543			
	22. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เริ่มต้นทดลองติดตั้งและทดสอบการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ตั้งแต่ปีใด ก. พ.ศ. 2511 ข. พ.ศ. 2516 ค. พ.ศ. 2519 ง. พ.ศ. 2521			
	23. โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง ตั้งอยู่ในจังหวัดในข้อใด ก. อุบลราชธานี ข. แม่ฮ่องสอน ค. นครนายก ง. ชัยภูมิ			
	24. คำว่า Small Power Producers ตรงกับข้อใด ก. ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ ข. ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก ค. ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กมาก ง. ผู้ผลิตไฟฟ้าถาวร			

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.7 ผู้เรียนสามารถบอกการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยได้ (ต่อ)	25. คำว่า Very Small Power Producers ตรงกับข้อใด ก. ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ ข. ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก ค. ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็กมาก ง. ผู้ผลิตไฟฟ้าถาวร			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
14	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
29	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
31	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
33	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
34	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
35*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
36	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
38	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
43	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
44*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
45	1	0	-1	0	0.00	สอดคล้อง
46	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
47	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
51	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
52	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
53	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
54	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
55	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
56	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
57*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
58	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
59	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
60	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
61	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
62	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
63	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
64	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
65	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
66	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
67	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
68	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
69	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
70	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
71	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
72	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
73	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
74	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
75	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
76	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
77	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
78	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
79	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
80	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
81	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
82	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
83	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
84	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
85	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
86	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
87	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
88	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
89*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
90	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
91	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
92	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
93	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
94	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
95	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
96	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
97	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
98	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
99	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
100	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
101	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
102	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
103	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
104	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
105	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวนข้อสอบ 105 ข้อ ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 98 ข้อ

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ฉ.1 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=20

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (R_U)	กลุ่มอ่อน (R_L)	ความยากง่าย (P)	แปลความหมายยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลความหมายอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	8	6	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
2	10	8	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
3	8	9	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
4	9	9	0.90	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
5	8	8	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
6	7	5	0.60	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
7	6	1	0.35	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
8	9	8	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
9	10	4	0.70	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
10	9	9	0.90	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
11	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
12	8	9	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
13	8	6	0.70	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
14	5	3	0.40	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
15	8	6	0.70	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
16	8	7	0.75	ใช้ได้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
17	9	8	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
18	10	10	1.00	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
19	8	3	0.55	ใช้ได้ดี	0.50	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
20	5	4	0.45	ใช้ได้ดี	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
21	8	5	0.65	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับไได้
22	7	3	0.50	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
23	10	6	0.80	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
24	7	3	0.50	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
25	6	4	0.50	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
26	10	10	1.00	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
27	7	4	0.55	ใช้ได้ดี	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
28	8	9	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
29	7	5	0.60	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
30	2	2	0.20	ใช้ได้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
31	9	9	0.90	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
32	7	4	0.55	ใช้ได้ดี	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
33	5	3	0.40	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้

ตารางที่ ฉ.1(ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (R_U)	กลุ่มอ่อน (R_L)	ความยากง่าย (P)	แปลความหมายยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลความหมายอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
34	8	10	0.90	ไม่ควรใช้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับไม่ได้
35	5	8	0.65	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
36	6	6	0.60	ใช้ได้	0.00	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
37	10	10	1.00	ไม่ควรใช้	0.00	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
38	6	6	0.60	ใช้ได้ดี	0.00	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
39	7	5	0.60	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
40	9	10	0.95	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
41	9	10	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
42	5	6	0.55	ใช้ได้ดี	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
43	8	4	0.60	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
44	5	4	0.45	ใช้ได้ดี	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
45	7	2	0.45	ใช้ได้ดี	0.50	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
46	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
47	9	10	0.95	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
48	6	5	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
49	8	9	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
50	10	6	0.80	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
51	8	9	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
52	10	9	0.95	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
53	7	4	0.55	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
54	7	5	0.60	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
55	10	10	1.00	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
56	8	6	0.70	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
57	9	8	0.85	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
58	4	10	0.70	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
59	8	4	0.60	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
60	8	8	0.80	ใช้ได้	0.00	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
61	9	9	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
62	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
63	8	5	0.65	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
64	5	3	0.40	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
65	9	9	0.90	ไม่ควรใช้	0.00	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
66	9	6	0.75	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

ตารางที่ ฉ.1(ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (R_U)	กลุ่มอ่อน (R_L)	ความยากง่าย (P)	แปลความหมายยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลความหมายอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
67	8	5	0.65	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
68	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
69	9	6	0.75	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
70	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
71	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
72	10	2	0.60	ใช้ได้ดี	0.80	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
73	8	3	0.55	ใช้ได้ดี	0.50	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
74	7	8	0.75	ใช้ได้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
75	8	4	0.65	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
76	7	8	0.75	ใช้ได้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
77	10	8	0.90	ไม่ควรใช้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับไม่ได้
78	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
79	10	7	0.85	ไม่ควรใช้	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับไม่ได้
80	9	8	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
81	7	8	0.60	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
82	6	3	0.45	ใช้ได้ดี	0.30	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
83	10	10	1.00	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
84	7	7	0.70	ใช้ได้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
85	10	5	0.75	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
86	8	4	0.60	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
87	8	4	0.60	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
88	10	8	0.90	ไม่ควรใช้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับไม่ได้
89	6	6	0.60	ใช้ได้ดี	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
90	10	8	0.75	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
91	7	5	0.60	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
92	6	4	0.50	ใช้ได้ดี	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
93	9	7	0.80	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
94	6	5	0.55	ใช้ได้ดี	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้
95	10	10	1.00	ไม่ควรใช้	0.00	ใช้ไม่ได้	ยอมรับไม่ได้
96	8	4	0.60	ใช้ได้ดี	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
97	9	5	0.70	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้ดีมาก	ยอมรับได้
98	10	9	0.95	ไม่ควรใช้	0.10	ไม่ควรใช้	ยอมรับไม่ได้

ตารางที่ ฉ.2 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสอง เพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	56	3136
กลุ่มสูงคนที่ 2	52	2704
กลุ่มสูงคนที่ 3	50	2500
กลุ่มสูงคนที่ 4	53	2809
กลุ่มสูงคนที่ 5	48	2304
กลุ่มสูงคนที่ 6	43	1849
กลุ่มสูงคนที่ 7	44	1936
กลุ่มสูงคนที่ 8	44	1936
กลุ่มสูงคนที่ 9	40	1600
กลุ่มสูงคนที่ 10	47	2209
กลุ่มต่ำคนที่ 1	36	1296
กลุ่มต่ำคนที่ 2	35	1225
กลุ่มต่ำคนที่ 3	33	1089
กลุ่มต่ำคนที่ 4	33	1089
กลุ่มต่ำคนที่ 5	32	1024
กลุ่มต่ำคนที่ 6	29	841
กลุ่มต่ำคนที่ 7	28	784
กลุ่มต่ำคนที่ 8	23	529
กลุ่มต่ำคนที่ 9	22	484
กลุ่มต่ำคนที่ 10	21	441
รวม	$\sum$(X)=769	$\sum$(X^2)=31,785

$$S_t^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(20x31,785) - (769)^2}{20(20-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(635,700) - (591,361)}{380}$$

$$S_t^2 = 116.68$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{s_t^2}\right\}$$

$$r_{tt} = \frac{60}{59}\left\{1-\frac{12.87}{116.68}\right\}$$

$$r_{tt} = 0.90$$

จากการหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกแล้ว ได้แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นสูง

ตารางที่ ฉ.3 คะแนนจากการทำแบบทำสอบระหว่างเรียน และหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง (คนที่)	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน E_1	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนทดสอบหลังเรียน E_2	คิดเป็นร้อยละ
1	28	70.00	14	70.00
2	28	70.00	13	65.00
3	23	57.50	12	60.00
4	24	60.00	14	70.00
5	26	65.00	13	65.00
6	28	70.00	15	75.00
7	30	75.00	12	60.00
8	27	67.50	14	70.00
9	25	62.50	11	55.00
10	25	62.50	10	50.00
11	22	55.00	12	60.00
12	23	57.50	14	70.00
13	26	65.00	12	60.00
14	23	57.50	11	55.00
15	18	45.00	13	65.00
16	24	60.00	14	70.00
17	25	62.50	16	80.00
18	27	67.50	15	75.00
19	20	50.00	12	60.00
20	28	70.00	13	65.00
ค่าเฉลี่ย	25	62.50	13	65.00

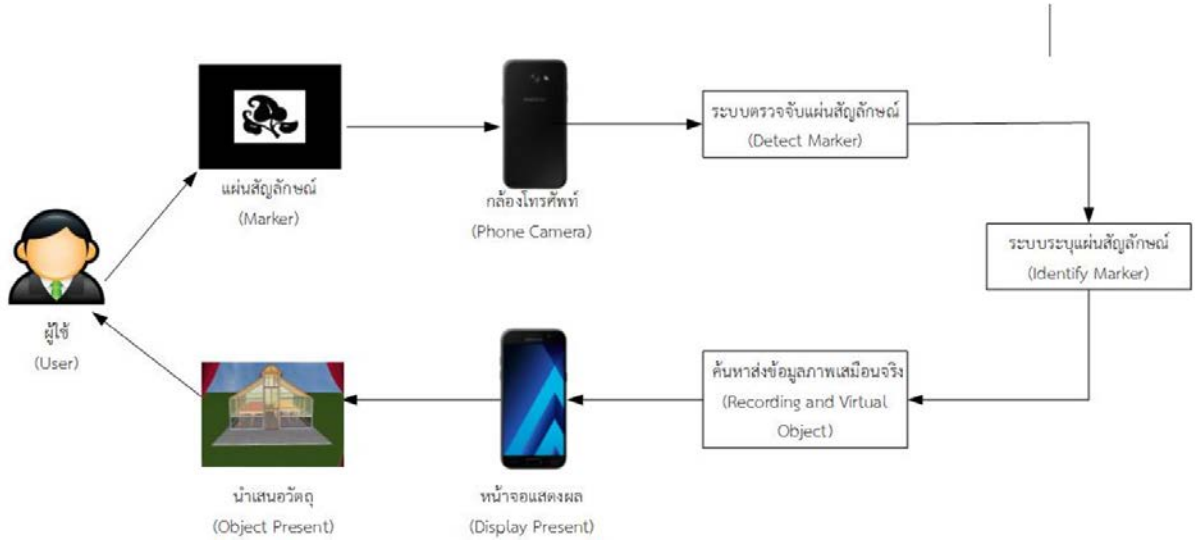
ตารางที่ ฉ.4 คะแนนจากการทำแบบทำสอบระหว่างเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง (คนที่)	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน E_1	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนทดสอบหลังเรียน E_2	คิดเป็นร้อยละ
1	32	92.50	15	75.00
2	37	90.00	18	90.00
3	36	75.00	14	70.00
4	30	85.00	17	85.00
5	34	85.00	16	80.00
6	34	85.00	19	95.00
7	34	92.50	18	90.00
8	37	82.50	17	85.00
9	33	75.00	19	95.00
10	30	82.50	17	85.00
11	33	72.50	18	90.00
12	29	82.50	15	75.00
13	33	82.50	19	95.00
14	33	75.00	20	100.00
15	30	77.50	18	90.00
16	31	92.50	16	80.00
17	37	80.00	17	85.00
18	32	90.00	15	75.00
19	36	90.00	19	95.00
20	36	92.50	17	85.00
ค่าเฉลี่ย	33.35	83.38	17.20	86.00

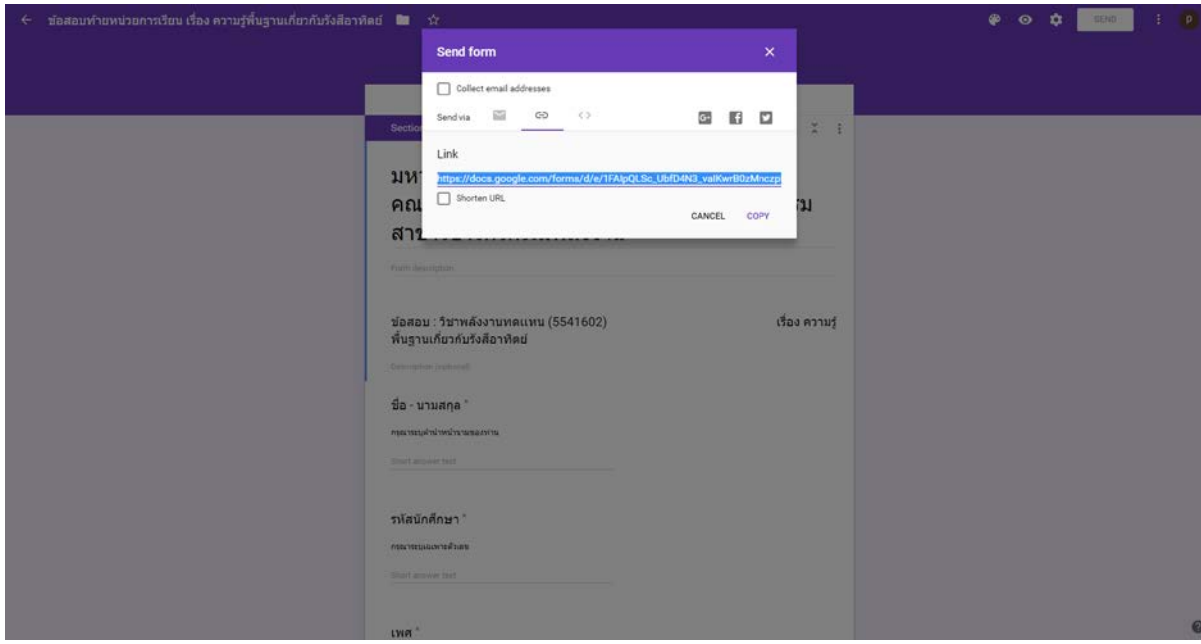
ภาคผนวก ช

ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้

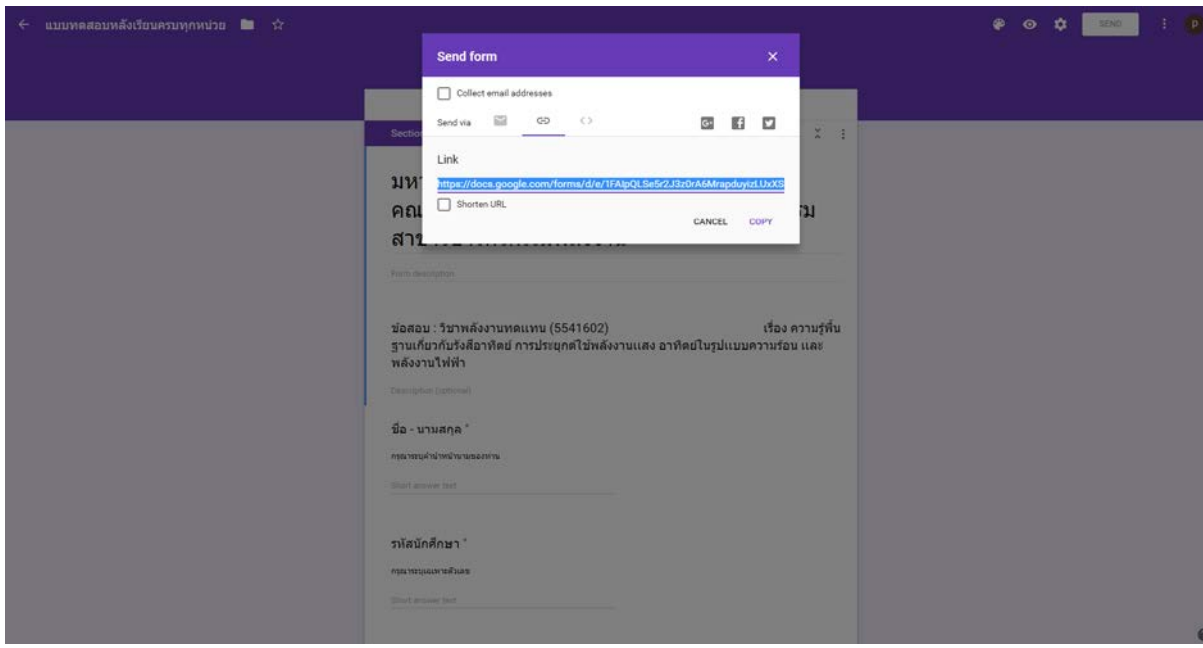
คู่มือเริ่มต้นการใช้งาน สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงภาพ
เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ ช.1 ปกหน้า และคู่มือการใช้งานของหนังสือเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ ช.2 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ ช.3 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ ช.4 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–สกุล	นายจักรพันธ์ นิลพัฒน์
วัน เดือน ปี เกิด	7 พฤศจิกายน 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 70/1 หมู่ 7 ตำบลบางมะเดื่อ อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84130
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโกสุราษฎร์ ปีการศึกษา 2552 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อส.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2560 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พุทธศักราช 2554-2560 พนักงาน บริษัทเด็มโก้ จำกัด (มหาชน) ตำแหน่งวิศวกรโครงการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยการอาชีพปราณบุรี ตำแหน่งครู