

ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ
บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE PSYCHOMOTOR ACHIEVEMENT OF FLIPPED CLASSROOM WITH
E-LEARNING ON MECHANIC ELECTRIC AND ELECTRONIC
FOR GRADE 10

นริสรา เกิดพุ่ม
NARISARA GOEDPUM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

KMITL-2019-ED-224-107

ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ
บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE PSYCHOMOTOR ACHIEVEMENT OF FLIPPED CLASSROOM WITH
E-LEARNING ON MACHANIC ELECTRIC AND ELECTRONIC
FOR GRADE 10

นริสรา เกิดพุ่ม
NARISARA GOEDPUM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-ED-224-107

THE PSYCHOMOTOR ACHIEVEMENT OF FLIPPED CLASSROOM WITH
E-LEARNING ON MACHANIC ELECTRIC AND ELECTRONIC
FOR GRADE 10

NARISARA GOEDPUM

THESIS SUBMITTED IN PQRTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER EDUCATION
FACUTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
KMITL-2019-ED-224-107

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
นักศึกษา	นางสาวนริศรา เกิดพุ่ม
รหัสนักศึกษา	60603082
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขา	คอมพิวเตอร์ศึกษา
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ พิมพ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 2) พัฒนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา จำนวน 2 ห้องเรียน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากจำนวน 5 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ 2) แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ 3) บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และแบบฝึกทบทวนสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 4) แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านการปฏิบัติการปฏิบัติของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่แบบ One-sample test for the mean

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.54$) 2) บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.64$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.57$) และมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 90.16/93.43 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Thesis Title	The Psychomotor Achievement Of Flipped Classroom With E-learning On Mechanic Electric and Electronic For Grade 10.
Student	Miss Nrisara Goedpum
Student ID	60603082
Degree	Master of Science
Program	Computer Education
Year	2019
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Pariyaporn Tungkunan
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Dr. Paitoon Pimdee

ABSTRACT

Abstract The objectives of this research were 1) develop and examine the quality of the flipped classroom with e-learning lesson plans on mechanic electric and electronic 2) develop and examine the efficiency of E-learning of mechanic electric and electronic and 3) compare the psychomotor achievements of students between the students who learned with the flipped classroom concept using E-learning and criteria that school expected. The samples of the study comprised grade 10 students at Nawamintrachinutid Bodindacha School were selected by the Cluster Random Sampling method for 2 out of 5 classrooms The research instrument included 1) flipped classroom using e-learning plans 2) E-learning on mechanic electric and electronic 3) quality evaluation form for the instruction plan 4) quality evaluation form for the e-learning 5) Psychomotor achievement test consisting of a question for execution test on the theory and practice of the mechanic electric and electronic. The statistics used in the data analysis included arithmetic mean, standard deviation and t-test One-sample test for the mean

The results of this research revealed that 1) the quality of the flipped classroom with e-learning lesson plans on mechanic electric and electronic was at an excellent level (\bar{X} = 4.54) 2) The content quality of e-learning was at an excellent level (\bar{X} = 4.57), the media production quality of e-learning was at an excellent level (\bar{X} = 4.64) and the efficiency of e-learning was at 90.16/93.43 3) the psychomotor achievement of students after learning with flipped classroom concepted using e-learning was found to be higher than criteria that school expected a statistically significant level of .05.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำและตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้ถูกต้อง และสมบูรณ์จากระองศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ พิมพ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม จึงทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณา คิตติ และคุณครูอุทัย อริยะชัยประดิษฐ์ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือตรวจสอบข้อบกพร่องและให้คำแนะนำต่าง ๆ มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือการวิจัยให้มีความเหมาะสมต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ที่ได้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัย และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ทุกคนที่ให้ความมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนการสนับสนุนการวิจัยจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษสูง (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน ๆ พี่ ๆ และเจ้าหน้าที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่คอยสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือและในด้านต่าง ๆ ตลอดมา

นริสรา เกิดพุ่ม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิจกรรมประกาศ.....	III
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูปภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 โครงสร้างหลักสูตรรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี).....	10
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้.....	14
2.3 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน.....	19
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์.....	23
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ.....	37
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	54
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
4.1 ผลการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไกไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์.....	74
4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์.....	77
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์.....	80
4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์.....	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	82
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	82
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	85
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	89
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	96
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	101
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	163
ภาคผนวก ง ตัวอย่างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์.....	170
ประวัติผู้เขียน.....	175

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โครงสร้างรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)	12
2.2 ตารางเปรียบเทียบการทำกิจกรรมของการเรียนแบบเดิมและแบบห้องเรียนกลับด้าน	21
2.3 ข้อแตกต่างของระบบการเรียนรู้และระบบการจัดการเนื้อหา	26
2.4 ตารางบันทึกคะแนนตามระดับคุณภาพของเกณฑ์และคะแนนการประเมินด้วยเครื่องมือวัด ทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น	43
2.5 การให้คะแนนภาพรวมในการประเมินโครงการ	44
2.6 ตารางบันทึกคะแนนตามระดับคุณภาพของเกณฑ์และคะแนนการประเมินด้วยเครื่องมือวัด ทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น	47
3.1 แผนภาพการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดหลังให้สิ่งทดลอง	70
3.2 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนออนไลน์	72
4.1 ผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์	75
4.2 ผลการหาคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งด้านเนื้อหา เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์	78
4.3 ผลการหาคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์	79
4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์	80
4.5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ระหว่างเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดและผล การทดสอบหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์	81
ค.1 การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน	164
ค.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหา	165
ค.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	166
ค.4 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์	167

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.5 ผลการวิเคราะห์การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม.....	168
ค.6 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และ อำนาจจำแนก (p) ของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์.....	169

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้	57
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	59
3.3 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง	63
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง	65
3.5 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ	68
จ.1 หน้าต่างเข้าสู่ระบบโดยการลงชื่อเข้าใช้ผ่าน gmail	171
จ.2 รายวิชาที่เราลงทะเบียนไว้ทั้งหมด	171
จ.3 ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ Google Classroom	172
จ.4 การนำเข้าสู่บทเรียน	172
จ.5 ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของการสาธิตการต่ออุปกรณ์	173
จ.6 ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของการสาธิตและการอธิบายการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม	173
จ.7 ตัวอย่างแบบฝึกหัดทวนท้ายบทเรียน	174
จ.8 ตัวอย่างใบงาน	174

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบันที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการพัฒนาเป็นอย่างมาก ทำให้มีการพัฒนา คิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำเนินชีวิตเป็นอันมาก เราจึงไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่า เทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรา ไม่ว่าจะทำอะไร ที่ไหน สิ่งต่าง ๆ ที่ล้อมรอบตัวเรามากก็เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็น smart phone smart car หรือ แม้กระทั่ง นวัตกรรม smart home จึงเปรียบอินเทอร์เน็ตได้กับสายลมที่คอยพัดผ่านตัว (ชิรพรรณ ทองวิจิตร. 2558 : 1) ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้นำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการดำเนินงาน เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันประกอบกับเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ และ ระบบสื่อสารโทรคมนาคมมีความก้าวหน้ามาก ทำให้ข้อมูลข่าวสารเกิดการ แพร่กระจายอย่างรวดเร็ว เข้าสู่ ยุคสังคมสารสนเทศและการสื่อสารอย่างไร้ขีดจำกัด ก่อให้เกิด ประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศอย่างสมดุล ยั่งยืน ซึ่งในการดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและ ทัดเทียมสู่ระดับสากลได้นั้น จำเป็นต้องพัฒนาทรัพยากร บุคคลซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญในการผลักดันและ ขับเคลื่อนกลไกต่าง ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพ (สำนัก เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน. 2561 : 1)

ในยุคที่เทคโนโลยีพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงได้เปลี่ยนแปลง รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้งานเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอน และการ เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 และ ฉบับที่ 3 มาตรา 22 ที่ระบุว่า การจัดการ ศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่านักเรียนมี ความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และ เติบโตตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัด กิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น การจัดการ เรียนรู้แบบที่เน้นการปฏิบัติเป็นการจัดกิจกรรมเน้นการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญ สถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ได้ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองนักเรียนได้เรียนรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ และ มาตรา 66 นักเรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถ ในการใช้ เทคโนโลยีเพื่อการศึกษานอ กโอกาสแรกๆที่ได้เพื่อให้มีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษในการแสวงหา

ความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (ฝ่ายอำนวยการพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. 2553 : 8-10)

“ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)” ถือเป็นนวัตกรรมของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและยังได้นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ โดยห้องเรียนกลับด้านเป็นมุมมองหนึ่งของตัวอย่างจากประสบการณ์จริงที่เกิดขึ้นในวงการศึกษ เป็นวิธีการใช้ห้องเรียนให้เกิดคุณค่าแก่นักเรียน โดยใช้วิธีฝึกประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ “รู้จริง (Mastery Learning)” และเป็นวิธีจัดการเรียนรู้เพื่อยกระดับและคุณค่าแห่งวิชาชีพครูที่ปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งให้เกิดขึ้นผ่านสื่อเทคโนโลยีที่นำมาใช้จึงเป็นสิ่งที่น่าให้ความสนใจ และนำมาพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยแนวคิดหลักของ "ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)" คือ "เรียนที่บ้าน - ทำการบ้านที่โรงเรียน" เป็นการนำสิ่งที่เดิมที่เคยทำในชั้นเรียนกลับไปทำที่บ้าน และนำสิ่งที่เคยถูกมอบหมายให้ทำที่บ้านมาทำในชั้นเรียนแทน (แผนกพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัย หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2560 : 1) โดยยึดหลักที่ว่า เวลาที่นักเรียนต้องการพบผู้สอนจริง ๆ คือ เวลาที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือ นักเรียนไม่ได้ต้องการให้ผู้สอนอยู่ในชั้นเรียนเพื่อสอนเนื้อหาต่าง ๆ เพราะนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาอื่น ๆ ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางแก้ปัญหา ในส่วนของการเรียนเนื้อหาที่บ้านนั้น นักเรียนสามารถเรียนได้ผ่านบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้สอนอาจบันทึกวีดิโอการสอนของตนเอง หรือหาบทเรียนเนื้อหาอื่นจากแหล่งอื่น ๆ

บทเรียนออนไลน์เป็นทางเลือกใหม่แห่งนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณลักษณะ ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองนอกเหนือจากเวลาเรียน ปกติ มีการประเมินตนเองทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน อีกทั้งมีทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายประกอบเนื้อหา ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายและสร้างความสนใจมากขึ้นจากสื่ออื่น ๆ ที่สำคัญคือ “ส่งเสริมการตอบสนองในการเรียนรู้แต่ละบุคคล” (กรวรรณ ยืนนาน. 2558 : 1) จากการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากการใช้งานบทเรียนออนไลน์สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองทุกที่ทุกเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงได้นำการเรียนเรื่อง การต่อวงจรและการโปรแกรมในบอร์ดขนาดเล็กมาเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เพื่อให้นักเรียนได้ทดลองใช้ และพัฒนาความคิดทางเทคโนโลยีโดยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในอนาคตและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาที่มีการเขียนโปรแกรมและการสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น นักเรียนส่วนใหญ่ออกเลียนแบบโปรแกรมที่ครูผู้สอนเขียนให้ดูเป็นตัวอย่าง ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเรียนโปรแกรมได้ด้วยตนเอง และนักเรียนบางคนต่ออุปกรณ์ไม่ถูกต้องตามหลักการ ซึ่งอาจทำให้เกิดความ

เสียหายต่ออุปกรณ์ ไม่สามารถทำการทดลองได้เสร็จในเวลาเรียนเนื่องจากมีเวลาเรียนที่จำกัด ทำให้นักเรียนบางคนเลือกที่จะลอกงานของเพื่อน และในห้องเรียนมีระดับการรับรู้ที่ต่างกัน ทำให้เมื่อครูอธิบายเรื่องเดิมรอบที่ 2 หรือรอบที่ 3 นักเรียนที่เข้าใจแล้วเริ่มคุยหรือบางคนทำตามคำอธิบาย

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาก่อนที่จะเข้าสู่ห้องเรียน โดยนักเรียนสามารถหยุดหรือ ดูซ้ำในส่วนที่ไม่เข้าใจ ได้หลายรอบ และยังช่วยเพิ่มเวลาในการเรียนในห้องเรียน ทำให้นักเรียนมีเวลาในการทดลองในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและสนับสนุนการคิดและการพัฒนาทักษะของนักเรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กับเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะในการเรียนเรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom)

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านของ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams (2559 : 15) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การถาม – ตอบ จากการดูวิดีโอ

ขั้นตอนที่ 3 การให้คำแนะนำและให้นักเรียนลงมือทดลอง

1.4.2 แนวคิดในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของตามแนวคิดของอาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 230 – 231) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา
2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้คาดหวัง
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้
4. เลือกกระบวนการจัดการเรียนรู้
5. กำหนดการประเมินผล
6. เลือกแหล่งการเรียนรู้

1.4.3 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำหลักการของแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551 :58-64) มาใช้เป็นแนวคิดในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยมีการประเมินดังนี้

1. การประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้
2. การประเมินมาตรฐานนักเรียน
3. การประเมินมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
4. การประเมินเนื้อหา
5. การประเมินสาระสำคัญ
6. การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน
7. การประเมินสื่อ นวัตกรรม หรือแหล่งเรียนรู้
8. การประเมินการวัดและประเมินผล
9. การประเมินกิจกรรมเสนอแนะ

1.4.4 กรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งของณัฐกร สงคราม (2557 : 127-144) มาใช้ในการพัฒนา โดยมีขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนดังนี้

- ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)
- ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)
- ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)
- ขั้นที่ 4 การประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise)

1.4.5 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของไพโรจน์ ตีรณานากุลและคณะ (2546 : 197-214) มาใช้ในการหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งซึ่งประกอบด้วย

1. คุณภาพด้านเนื้อหา
2. คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.4.6 กรอบแนวคิดในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ผู้วิจัยใช้หลักการหาประสิทธิภาพของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-19) ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

1.4.7 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะ

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวัดทักษะการปฏิบัติของ Dave (1975) มาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ (อ้างใน ทิศนา แคมมณี. 2560 : 245-246)

- ขั้นที่ 1 ขั้นการเลียนแบบ (imitation)
- ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือกระทำตามคำสั่ง (manipulation)
- ขั้นที่ 3 ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ (precision)
- ขั้นที่ 4 ขั้นการแสดงออก (articulation)
- ขั้นที่ 5 ขั้นกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ (naturalization)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยนำขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ (precision) มาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 175 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา จำนวน 2 ห้อง รวม 63 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 34 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะ จำนวน 25 คน

ด้วยวิธีการสุ่มอย่างตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 ประกอบด้วย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การเรียนด้วยบทเรียนบนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1.5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย

เรื่องที่ 1 การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

เรื่องที่ 2 การต่อบอร์ดโดยใช้ ปุ่มกด

เรื่องที่ 3 การต่อบอร์ดโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

1.5.4 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ระยะเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ รวมคาบเรียนจำนวน 6 คาบเรียน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง รูปแบบหนึ่งของการสอนโดยที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการบ้านที่ได้รับผ่านการเรียนด้วยตนเองจากสื่อวีดิทัศน์ (Video) นอกชั้นเรียนหรือที่บ้านก่อนที่จะเข้าสู่การเรียนในชั้นเรียน ในรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนมีดังนี้

1. การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้นก่อนที่ครูผู้สอนจะเริ่มการสอนเนื้อหาหรือจะทำกิจกรรมใด ๆ เพื่อเตรียมให้นักเรียนเกิดความสนใจ พร้อมทั้งจะติดตามบทเรียนต่อไป และรู้ว่าจะเรียนเกี่ยวกับเรื่องอะไรทำให้มีจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. การถาม – ตอบ จากการดูวิดีโอ หมายถึง การตอบคำถามที่นักเรียนได้เจอปัญหาหรือเกิดความไม่เข้าใจในส่วนใดส่วนหนึ่งของบทเรียน โดยการตอบคำถามนี้อาจเกิดขึ้นโดยการให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยกันตอบ หรือครูผู้สอนเป็นผู้ตอบคำถามนั่นเองก็ได้

3. การให้คำแนะนำและให้นักเรียนลงมือทดลอง หมายถึง การทำกิจกรรมในชั้นเรียนหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาแล้ว โดยอาจเป็นการทดลองหรือแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมนั้น ๆ

1.6.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้สอนจัดเตรียมไว้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้การจัดการกิจกรรมในคาบเรียน โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา หมายถึง การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รายปี หรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้นว่า ผลการเรียนรู้ใดจะอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้คาดหวัง หมายถึง เขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียน ชุมชน และท้องถิ่น สาระการเรียนรู้ต้องมีความเที่ยงตรง ปฏิบัติได้จริง ทันสมัย และต้องเป็นตัวแทนของความรู้อย่างแท้จริง

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ หมายถึง การเลือกและขยายสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียน ชุมชน และท้องถิ่น

4. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
5. วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล หมายถึง การเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานหลากหลายวิธี โดยเลือกใช้วิธีการวัดที่มีความเชื่อมั่นและแปลผลการวัดเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุง
6. วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ หมายถึง การคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน

1.6.3 บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง หมายถึง บทเรียนเรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ที่สามารถเรียนได้ผ่าน Google classroom ทุกที่ ทุกเวลา

1.6.4 การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง หมายถึง การพัฒนาการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนในรูปอิเล็กทรอนิกส์ โดยการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางการสื่อสารการเรียนการสอน นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1. การวางแผน (Planning) การวิเคราะห์และกำหนดแผนการปฏิบัติงานทำให้เห็นถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการพัฒนาอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบด้วย การกำหนด การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และการกำหนดแผนการปฏิบัติงาน
2. การออกแบบ (Design) หมายถึง การกำหนดโครงสร้างของบทเรียน เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียน โดยการออกแบบควรเริ่มต้นจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน การเขียนเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้ไปออกแบบผังงานเพื่อให้ทีมผู้สร้างได้เห็นถึงโครงสร้างของบทเรียนและหน้าจอที่ผู้ใช้จะมองเห็น
3. การพัฒนา (Development) การจัดทำส่วนประกอบการนำเสนอไม่ว่าจะเป็น เนื้อหา ภาพ กราฟิก เสียง วิดิทัศน์ และกราฟิกตกแต่งหน้าจอ และทำการสร้างบทเรียนพร้อมทั้งทดสอบและจัดทำคู่มือการใช้งานบทเรียน
4. การประเมินและปรับปรุง (Evaluation) หมายถึง การนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นแล้วไปผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพและทดลองใช้กับ นักเรียนเพื่อทำการประเมินและปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ก่อนจะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

1.6.5 คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. คุณภาพด้านเนื้อหา หมายถึง การตรวจสอบเนื้อหาในบทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา โดยแบ่งเกณฑ์การตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ตรวจสอบเนื้อหา ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์และ ตรวจสอบโครงสร้างของบทเรียน

2. คุณภาพด้านการผลิตสื่อ การตรวจสอบคุณภาพของสื่อในบทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย โดยแบ่งเกณฑ์การตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ พิจารณาการนำเสนอมีลติมีเดีย ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์ และโครงสร้างของบทเรียน

1.6.6 ประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการและ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) โดยที่

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วย

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

1.6.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ หมายถึง การวัดผลงานจากการปฏิบัติการต่อบอร์ด Arduino Uno และการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดให้ทำงานได้ตามคำสั่งหรือตามสถานการณ์ที่ครูผู้สอนจำลองขึ้น โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ในครั้งนี้เป็นการวัดทักษะในชั้นที่ 3 คือ ชั้นกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ

1.6.8 นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้นำข้อมูลพื้นฐาน หลักการ แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา และวิจัยดังนี้

- 2.1 โครงสร้างหลักสูตรรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้
- 2.3 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน
- 2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
- 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างหลักสูตรรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

จากคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ (อ้างใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560 : 3) ที่มุ่งเน้นให้จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 โลกในศตวรรษที่ 21 และทัดเทียมกับนานาชาติ นักเรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น ออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาผลงานสำหรับแก้ปัญหาที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการบริการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งใช้ความรู้ทักษะ และเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย คำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน

2.1.2 ตัวชี้วัด

ว 4.1 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)

1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

2. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลายโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา

4. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด

5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

2.1.3 มาตรฐาน

ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.4 โครงสร้างรายวิชา

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	แผนการสอน	จำนวนชั่วโมง
1	เทคโนโลยีในปัจจุบัน	1. ระบบเทคโนโลยีที่ซับซ้อน	6
		2. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	
		3. ผลกระทบของเทคโนโลยี	
2	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4. กรณีศึกษา เรื่อง การออกแบบชุดรับประทานอาหารสำหรับผู้สูงอายุที่ข้อนิ้วมือเสื่อม	18
		5. กรณีศึกษา เรื่อง การพัฒนาขั้นตอนการให้บริการสำหรับโรงพยาบาลทางจิตเวช	
		6. กรณีศึกษา เรื่อง ขาเทียมสำหรับคนพิการแบบปรับอัตราหวังได้	
		7. การระบุปัญหา	
		8. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	
		9. การออกแบบวิธีแก้ปัญห	
		10. การวางแผนและการดำเนินการแก้ไขปัญห	
		11. การทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน	
		12. การนำเสนอผลงาน	
3	วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน	13. วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน	2
4	กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์	14. กลไกและอุปกรณ์ไฟฟ้า	14
		15. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	
		16. เริ่มต้น IPST (รู้จักบอร์ดและติดตั้งโปรแกรม)	
		17. การต่อบอร์ดโดยใช้ LCD	
		18. การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด	
		19. การต่อบอร์ดโดยใช้ LDR	
20. การต่อบอร์ดโดยใช้ speaker			

จากโครงสร้างรายวิชาข้างต้น ทางโรงเรียนได้เลือกใช้ บอร์ด Arduino Uno มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในหน่วยที่ 2 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาเรียน 14 ชั่วโมง โดยการเรียนโปรแกรมภาษาซีลงในโปรแกรม Arduino Uno เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ

2.1.5 แนวคิดการเขียนโปรแกรม

ประจัน พลังสันติกุล (1-32 : 2553) ได้อธิบายการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ดขนาดเล็ก (Microcontroller) สำหรับ Arduino Uno ไว้ดังนี้

1. ภาษา C สำหรับ Arduino Uno

โดยนิยามของ Arduino Uno แล้ว Arduino Uno เป็นโอเพนซอร์สแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ ที่รวมเอาฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และถูกออกแบบมาสำหรับทุกคน เพื่อใช้ทำโครงการทางด้านอินเทอร์แอ็กทีฟ (Interactive Project) โดย Arduino Uno จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่เรียกว่า "Arduino Uno Board" โดยปัจจุบันใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR จากบริษัท Atmel เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก ที่รวมเอาโปรแกรมบูตโหลดเดอร์ (Bootloader) ไว้ในตัวบอร์ด Arduino Uno เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ง่ายต่อการโปรแกรมโค้ดใหม่ และส่วนของซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า "Arduino Uno Software" ใช้ภาษา C/C++ เป็นหลัก โดยมีรูปแบบการเขียนโค้ดโปรแกรมที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามรูปแบบของโครงการนี้ สำหรับรายละเอียดทั้งหมดของ Arduino Uno สามารถหาข้อมูล

2. โครงสร้างภาษา C/C++ สำหรับ Arduino Uno

เนื่องจาก Arduino Uno ได้สร้างซอฟต์แวร์เพื่อให้การเขียนโค้ดโปรแกรมเป็นไปในแนวทางเดียวกันให้เป็นมาตรฐาน จึงได้กำหนดฟังก์ชันเริ่มต้นสำหรับการเขียนโค้ดโปรแกรม หรือโครงสร้าง (Structure) ของภาษา Arduino Uno ด้วยฟังก์ชันเริ่มต้น 2 ฟังก์ชัน คือฟังก์ชัน `setup()` และ `loop()` มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ฟังก์ชัน `setup()` จะถูกเรียกใช้งานเมื่อสเก็ทเริ่มต้นทำงาน ฟังก์ชันนี้ใช้ติดตั้งค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร กำหนดโหมดของพอร์ตใช้งาน ติดตั้งหรือเริ่มต้นการใช้ไลบรารี เป็นต้น สิ่งสำคัญคือฟังก์ชันนี้จะถูกเรียกใช้งานเพียงครั้งแรกรั้งเดียว จนกว่าจะมีการรีเซ็ต หรือเริ่มจ่ายไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด Arduino Uno

2.2 ฟังก์ชัน `loop()` หลังจากที่ฟังก์ชัน `setup()` ทำงานเสร็จสิ้นแล้ว ฟังก์ชัน `loop()` จะเริ่มต้นทำงานต่อ และจะวนทำงานเป็นลูปลดเวลาของการทำงาน ของโปรแกรม

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2546 : 1 – 2) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครูเตรียมการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนรู้หรือแหล่งเรียนรู้ แผนการวัดผลประเมินผลโดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดอันสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 213) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ว่าหมายถึงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

รวีวัฒน์ สิริบาล (2553 : 18) ได้กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ครูสร้างขึ้นเพื่อความมั่นใจและความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการเตรียมการไว้ล่วงหน้า ช่วยให้ครูมีแนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินการช่วยเหลือและแนะนำนักเรียนและกำกับควบคุมดูแลกระบวนการเรียนรู้ ทั้งในเรื่องสาระระยะเวลา จุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้า โดยกำหนดออกมาเป็นลายลักษณ์อักษร โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่คิดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ ระยะเวลาการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้

2.2.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนานักเรียนตามทักษะศตวรรษที่ 21 ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา (วุฒิชัย อริยะชัยประดิษฐ์. 2559 : 15-20) ใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ประกอบด้วย
 - 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.2 ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน ประกอบด้วย
 - 4.1 ความสามารถในการสื่อสาร
 - 4.2 ความสามารถในการคิด
 - 4.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

- 4.4 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4.5 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5. สารการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 5.1 ความรู้ (Knowledge)
 - 5.2 ทักษะที่สำคัญ (Performance)
 - 5.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)
- 6. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพนักเรียนทักษะศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย
 - 6.1 การเรียนรู้ 3R x 8C ได้แก่
 - 6.1.1 Reading (อ่านออก)
 - 6.1.2 (W)riting (เขียนได้)
 - 6.1.3 (A)Rithmetic (คิดเลขเป็น)
 - 6.1.4 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา
 - 6.1.5 ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม
 - 6.1.6 ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
 - 6.1.7 ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ
 - 6.1.8 ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ
 - 6.1.9 ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
 - 6.1.10 ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้
 - 6.1.11 ทักษะการเปลี่ยนแปลง
 - 6.2 ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ได้แก่
 - 6.2.1 ความยืดหยุ่นและการปรับตัว
 - 6.2.2 การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง
 - 6.2.3 ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม
 - 6.2.4 การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity)
 - 6.2.5 ความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (Accountability)
 - 6.2.6 ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility)
 - 6.3 คุณลักษณะสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้แก่
 - 6.3.1 คุณลักษณะด้านการทำงาน ได้แก่ การปรับตัว ความเป็นผู้นำ
 - 6.3.2 คุณลักษณะด้านการเรียนรู้ ได้แก่ การขึ้นนำตนเอง การตรวจสอบการเรียนรู้
 ของตนเอง
 - 6.3.3 คุณลักษณะด้านศีลธรรม ได้แก่ ความเคารพผู้อื่น ความซื่อสัตย์ ความ
 สำนึกพลเมือง

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
9. สื่อการสอน
10. แหล่งเรียนรู้ในหรือนอกสถานที่
11. การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย
 - 11.1 การประเมินตามตัวชี้วัด
 - 11.2 การประเมินสมรรถนะสำคัญ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และทักษะศตวรรษ

ที่ 21

12. กิจกรรมเสนอแนะ
13. บันทึกหลังสอน ประกอบด้วย
 - 13.1 สรุปผลการเรียนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 13.2 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ
 - 13.3 นักเรียนมีความรู้เกิดทักษะ
 - 13.4 นักเรียนมีเจตคติ ค่านิยม ๑๒ ประการ คุณธรรมจริยธรรม
14. ปัญหา/อุปสรรค /แนวทางแก้ไข
15. ข้อเสนอแนะ

โดยทักษะที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร และทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ เนื่องจาก นักเรียนจะต้องทำงานเป็นคู่ โดยใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้

2.2.3 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 230 – 231) ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รายปี หรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้นว่า ผลการเรียนรู้ใดจะอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ผลการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ต้องครบทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม
2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียน ชุมชน และท้องถิ่น สาระการเรียนรู้ต้องมีความเที่ยงตรง ปฏิบัติได้จริง ทันสมัย และต้องเป็นตัวแทนของความรู้
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียน ชุมชน และท้องถิ่น

4. เลือกกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยมีหัวข้อการพิจารณา ดังนี้

- 4.1 จัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีความน่าสนใจสำหรับนักเรียน
- 4.2 การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย
- 4.3 จัดสาระที่เรียนรู้ให้เรียงลำดับจากง่ายไปยาก และมีความต่อเนื่อง
- 4.4 จัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถบูรณาการสาระวิชาให้ให้สัมพันธ์กับวิชาอื่น
- 4.5 การเลือกวิธีการนำเข้าสู่บทเรียน
- 4.6 การเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ว่ามุ่งไป

ทิศทางใด

4.7 การให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ไม่จำเป็นต้องทำกิจกรรมที่เหมือนกัน

- 4.8 จัดการเรียนรู้ควรเน้นกิจกรรมที่ทำงานเป็นทีม
- 4.9 กิจกรรมที่จะจัดขึ้นต้องมีทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน
- 4.10 การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนและถ่ายทอดการเรียนรู้ไปสู่สถานะการณ์ใหม่ๆ พร้อมทั้งทำให้เกิดความจำระยะยาว

4.11 การตรวจสอบความเข้าใจ โดยให้นักเรียนสรุป และเชื่อมโยงเนื้อหา

5. กำหนดการประเมินผล โดยมีหัวข้อการพิจารณา ดังนี้

- 5.1 วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน
- 5.2 ใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย
- 5.3 เลือกใช้วิธีการวัดที่มีความเชื่อมั่น
- 5.4 แปลผลการวัดเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุง

6. เลือกแหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น แหล่งเรียนรู้ตามธรรมชาติ ความจริง ความดี จินตนาการ เป็นต้น

โดยมีการปรับใช้ให้เหมาะสมกับแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

2.2.4 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำหลักการของแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551 :58-64) มาใช้เป็นแนวคิดในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยมีการประเมินดังนี้

1. การประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ หรือไม่
 - 1.2 พฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์วัดได้หรือไม่
 - 1.3 พฤติกรรมที่ระบุเหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของนักเรียนหรือไม่

2. การประเมินมาตรฐานนักเรียน มาตรฐานนักเรียนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาหรือไม่
3. การประเมินมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ระบุสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาหรือไม่
4. การประเมินเนื้อหา
 - 4.1 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาและทันสมัยหรือไม่
 - 4.2 เนื้อหาครบถ้วนและเพียงพอหรือไม่
 - 4.3 เนื้อหามีการบูรณาการเนื้อหาเพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้ (องค์รวม) หรือไม่
5. การประเมินสาระสำคัญ
 - 5.1 สาระสำคัญมุ่งแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหาหรือไม่
 - 5.2 สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
 - 5.3 สาระสำคัญส่งเสริมกระบวนการคิดใดหรือไม่
6. การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 6.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
 - 6.2 กิจกรรมเน้นให้นักเรียนฝึกคิดอย่างหลากหลายหรือไม่
 - 6.3 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลหรือไม่
 - 6.4 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเองหรือไม่
 - 6.5 กิจกรรมฝึกให้นักเรียนมีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงานหรือไม่
 - 6.6 กิจกรรมให้โอกาสนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันหรือไม่
7. การประเมินสื่อ นวัตกรรม หรือแหล่งเรียนรู้
 - 7.1 มีการสื่ออุปกรณ์ นวัตกรรมหรือแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบทเรียนหรือไม่
 - 7.2 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับนักเรียน และนักเรียนมีโอกาสได้ใช้สื่อ/ นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ได้ทั่วถึงหรือไม่
 - 7.3 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่
 - 7.4 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายหรือไม่
8. การประเมินการวัดและประเมินผล
 - 8.1 ระบุวิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่
 - 8.2 มีการใช้วิธีการวัดและเครื่องมือที่หลากหลายหรือไม่
 - 8.3 นำเสนอเครื่องมือวัดประกอบแผนหรือไม่
 - 8.4 มีการวัดประเมินผลเพื่อสรุปตามจุดประสงค์หรือไม่
9. การประเมินกิจกรรมเสนอแนะ
 - 9.1 มีการนำเสนอกิจกรรมเพื่อมุ่งตอบสนองนักเรียนที่มีความต่างกันหรือไม่
 - 9.2 มีการนำเสนอกิจกรรมทั่วไปหรือไม่

2.3 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

2.3.1 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (flipped classroom)

Jonathan Bergmann และ Aaron Sams (2559 : 3–10) ได้เล่าถึงที่มาของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไว้ว่า ในปีค.ศ.2006 เขาทั้ง 2 ได้เริ่มสอนที่โรงเรียน Woodland Park ในเมืองWoodland Park รัฐ Colorado โดย Jonathan มาจากเมือง Denver และ Aaron มาจากทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย เขาทั้งสองคนเป็นครูวิชาเคมี

ปัญหาที่เขาสังเกตเห็นได้ทันทีเกี่ยวกับการเรียนการสอนในโรงเรียนที่ค่อนข้างชนบทคือนักเรียนจำนวนมากขาดเรียนเนื่องจากกีฬาและกิจกรรมของโรงเรียน นักเรียนใช้เวลามากเกินไปในรถประจำทางที่เดินทางไปและกลับจากกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนขาดเรียนและขาดความต่อเนื่องในการเรียนครั้งถัดไป แล้วการจัดการเรียนการสอนของเขาก็เปลี่ยนไปเมื่อ Aaron อ่านนิตยสารเทคโนโลยีและแสดงให้เห็น Jonathan เห็นบทความเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ที่จะบันทึกสไลด์ PowerPoint และเสียงคำอธิบายประกอบเป็นไฟล์ฟลิววิดีโอที่สามารถเผยแพร่ออนไลน์ได้อย่างง่าย ในยุคที่ YouTube เพิ่งเริ่มต้นและเด็ก ๆ ให้ความสนใจกับวิดีโอออนไลน์ เขาจึงคิดว่านี่อาจเป็นวิธีที่จะทำให้นักเรียนของเขาที่ขาดเรียนได้เรียนรู้บทเรียน ดังนั้นในช่วงฤดูใบไม้ผลิของปี 2007 เขาจึงเริ่มบันทึกบทเรียนสดของเขาโดยใช้ซอฟต์แวร์จับภาพหน้าจอ และโพสต์บทเรียนขึ้นออนไลน์เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าถึงได้

การให้นักเรียนดูวิดีโอนี้สามารถแก้ปัญหาให้กับนักเรียนที่ขาดเรียน นักเรียนที่ไม่เข้าใจบทเรียนในห้องเรียน และนักเรียนที่ต้องการทบทวนบทเรียนก่อนสอบ ทำให้ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ไม่ต้องใช้เวลาหลังเลิกเรียนเพื่อสอนซ้ำ แต่ใช้เวลาเหล่านั้นไปกับการตอบคำถามนักเรียนที่มีข้อสงสัยจากการดูวิดีโอ

1. ความหมาย

ห้องเรียนกลับด้าน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom เป็นศัพท์บัญญัติที่ Cambridge Dictionary [Online] นิยามไว้ดังนี้ Flipped Classroom (n.) a teaching method in which students first learn about a new subject at home, especially online, and then have discussions on it in class. แปลสรุปได้ว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาวิดีโอการสอนจากที่บ้านหรือนอกห้องเรียน เวลาเรียนในห้องเป็นการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูคอยดูแลและชี้แนะการทำงานหรือการทำบ้านของนักเรียน

2. การจัดการเรียนการสอน

Aaron Sams ได้นำวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีสำหรับ นักเรียน AP (โครงการเรียนล่วงหน้า Advance Placement Program) โดยวิธีการเรียนในห้องเรียนได้เปลี่ยนแปลงไปดังนี้

การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเริ่มโดย Aaron Sams ใช้เวลา 2-3 นาทีในห้องเรียนเพื่อสนทนาเกี่ยวกับวิดีโอที่นักเรียนได้ดูเมื่อคืน อุปสรรคหนึ่งของ flipped class model คือ นักเรียนไม่สามารถถามคำถามได้ทันที เหมือนกับการเรียนสดกับครู เพื่อแก้ปัญหานี้ เขาได้ใช้เวลาเป็นจำนวนมากในช่วงต้นปีเพื่อฝึกให้นักเรียนดูวิดีโอได้อย่างมีประสิทธิภาพ เขาเสนอให้นักเรียนปิดโทรศัพท์ เครื่องมือสื่อสารและสิ่งรบกวนอื่น ๆ ในขณะที่ดูวิดีโอ และนักเรียนสามารถ"หยุด" และ "ย้อนกลับ" บทเรียน อีกทั้งเขายังเสนอให้นักเรียนใช้ปุ่มหยุดชั่วคราวเพื่อเขียนจุดสำคัญของบทเรียน นอกจากนี้ยังแนะนำวิธีการบันทึกของCornellเพื่อให้นักเรียนบันทึกคำถามที่นักเรียนมีและจัดสรุปการเรียนรู้ นักเรียนที่ใช้รูปแบบการจดบันทึกนี้มักเข้าชั้นเรียนด้วยคำถามที่เหมาะสมซึ่งช่วยให้ Aaron Sams เข้าใจถึงความเข้าใจผิดของนักเรียน นอกจากนี้เขายังใช้คำถามเหล่านี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิดีโอที่สร้างขึ้น หากนักเรียนทุกคนมีคำถามที่คล้ายกัน นั่นหมายถึงเขาสอนหัวข้อนั้นไม่ดีและเขาได้บันทึกย่อเพื่อสร้างใหม่หรือแก้ไขวิดีโอ

หลังจากตอบคำถามเบื้องต้นแล้วนักเรียนจะได้รับมอบหมายงาน อาจเป็นกิจกรรมการทดลอง การตอบคำถาม กิจกรรมการแก้ปัญหา หรือการทดสอบ เนื่องจากการเรียนในห้องเรียนมีเวลาจำกัดเพียง 95 นาที

Aaron Sams ยังคงให้ทำงานนักเรียน ให้นักเรียนทำการทดลอง และทำการทดสอบตามระดับชั้นของนักเรียนภายใต้การจัดการเรียนการสอนแบบเดิม แต่บทบาทหน้าที่ของครูได้เปลี่ยนไป เขาจะไม่เป็นคนนำเสนอข้อมูล แต่จะเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง

ในรูปแบบของห้องเรียนกลับด้านนั้น เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อยู่แบบเดิมถูกเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ทั้งหมด นักเรียนยังคงต้องการถามคำถามเกี่ยวกับบทเรียนที่ได้เรียนจากวิดีโอ ดังนั้นโดยทั่วไปเราจะตอบคำถามในช่วงเวลา 5 นาทีแรก สิ่งนี้ช่วยให้เราเข้าใจถึงความไม่เข้าใจของนักเรียนที่เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการทดลอง เวลาที่เหลือจะถูกใช้เพื่อการทำกิจกรรมที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติจริง หรือช่วงเวลาเพื่อการแก้ไขปัญห โดยครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้คอยให้คำปรึกษาหรือผู้ชี้แนะแนวทางเพื่อการพัฒนาให้นักเรียนเป็นรายบุคคล (Jonathan Bergmann และ Aaron Sams. 2559 : 13-17)

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบการทำกิจกรรมของการเรียนแบบเดิมและการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน

ห้องเรียนแบบเดิม		ห้องเรียนกลับด้าน	
กิจกรรม	เวลา	กิจกรรม	เวลา
กิจกรรมการเตรียมความพร้อมก่อนเรียน	5 นาที	กิจกรรมการเตรียมความพร้อมก่อนเรียน	5 นาที
อธิบายการบ้านครั้งที่แล้ว	20 นาที	ถาม-ตอบจากการดูวิดีโอ	10 นาที
เรียนบทเรียนใหม่	30-45 นาที	ให้คำแนะนำและให้นักเรียนลงมือทดลอง	75 นาที
ให้คำแนะนำและให้นักเรียนลงมือทดลอง	20-35 นาที		

3. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

Jonathan Bergmann และ Aaron Sams (2559 : 19 - 34) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

3.1 เพื่อใช้เทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ ปัจจุบันนักเรียนโตมากับอินเทอร์เน็ต ยูทูป เฟสบุ๊ค และแหล่งข้อมูลดิจิทัลอื่น ๆ นักเรียนสามารถทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ส่งข้อความหาเพื่อน โปสเฟสบุ๊คและฟังเพลงจากยูทูปในเวลาเดียวกัน นักเรียนจำนวนมากรายงานว่า เมื่อพวกเขาเข้าโรงเรียน เขาต้องปิดโทรศัพท์เพราะโรงเรียนห้ามนำโทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์ดิจิทัลมาโรงเรียน สิ่งที่หน้าเศร้าคือ นักเรียนส่วนใหญ่พกพาเครื่องมือสื่อสาร เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ที่มีประสิทธิภาพมาโรงเรียน แต่ทางโรงเรียนมีกฎระเบียบที่ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำเครื่องมือเหล่านี้มาใช้งาน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจึงเป็นการผสมผสานระหว่าง เทคโนโลยีและการเรียนรู้ เพื่อนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน

3.2 เพื่อช่วยนักเรียนที่มีเวลาในการเรียนไม่เพียงพอเนื่องจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ เนื่องจากนักเรียนมีกิจกรรมที่ต้องทำเป็นจำนวนมาก และกิจกรรมเหล่านั้นอาจทำให้นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมขาดเรียน แต่การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความยืดหยุ่นในเรื่องของเวลาทำให้พวกเขาสามารถเรียนเนื้อหาต่าง ๆ ผ่านวิดีโอ ซึ่งได้ความรู้ได้ไม่ต่างจากการเรียนในห้องเรียน นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ ยังช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักการบริหารและจัดการเวลาได้ดีขึ้น

3.3 เพื่อช่วยเหลือนักเรียนขวนขวาย การจัดการเรียนการสอนแบบเดิม นักเรียนที่เก่งจะยกมือขึ้นและถามคำถามที่ดี ในขณะที่เดียวกันนักเรียนคนอื่น ๆ ก้ออดทนฟังบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียนที่สนใจในเรื่องนั้น แต่การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน กฎของการเรียนก็เปลี่ยนไป ครูใช้เวลาเกือบทั้งหมดไปกับการเดินรอบ ๆ ห้องและช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาการจัดการเรียนการสอนแบบนี้ไม่ได้เป็นการละเลยนักเรียนที่เก่ง แต่เป็นการมุ่งความสนใจหลักไปที่นักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือมากที่สุด

3.4 เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเท่าเทียม ซึ่งครูการศึกษาพิเศษมักใช้รูปแบบการสอนนี้กับการจัดการเรียนการสอน เพราะสามารถบันทึกการสอนได้โดยตรง และนักเรียนยังสามารถศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้หลายครั้ง ตามต้องการ โดยจุดประสงค์ที่สำคัญคือการที่นักเรียนเข้าใจบทเรียน และสามารถทบทวนได้ในภายหลัง

3.5 ห้องเรียนกลับด้านช่วยให้นักเรียนหยุดและย้อนกลับบทเรียน การหยุดชั่วคราวเป็นจุดเด่นหนึ่งสำหรับหลาย ๆ เหตุผล การสอนในห้องเรียนอาจเร็วไปสำหรับนักเรียนบางคนและอาจช้าไปสำหรับนักเรียนบางคน นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วรู้สึกเบื่อขณะที่รอเพื่อน ร่วมชั้นที่กำลังพยายามทำความเข้าใจอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนบางคนหยุดบทเรียนชั่วคราวเพื่อได้คิดและทบทวนกับตนเอง และครูยังแนะนำให้พวกเขาดูบทเรียนมากกว่า 1 รอบเพื่อให้เขาได้ยินคำอธิบายมากกว่า 1 ครั้ง และหากเขายังไม่เข้าใจ ครูจะสอนพวกเขาเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มเล็ก ๆ ในห้องเรียน

3.6 เพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับครู เรามักได้ยินประโยคที่ว่า “นี่เป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการสอนแบบออนไลน์ แต่บางคนไม่ต้องการให้บทเรียนออนไลน์ มาแทนที่การเรียนในห้องเรียน” แม้การกลับด้านห้องเรียนเปลี่ยนการศึกษาเป็นแบบออนไลน์ แต่ครูยังสามารถเจอนักเรียนในห้องเรียนได้ทุกวัน นักเรียนส่วนใหญ่เข้าห้องเรียนมาในฐานะครูและเพื่อนสำหรับเพื่อน ๆ ของเขา Jonathan และ Aaron เชื่อว่าการกลับห้องเรียนช่วยให้ครูใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน อย่างไรก็ตาม เขาไม่ได้สนับสนุนให้ครูเปลี่ยนมาสอนออนไลน์ แต่การกลับห้องเรียนเป็นการเรียนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนแบบออนไลน์และการเรียนแบบพบเจอเหมือนการเรียนแบบปกติ แต่จะเป็นการจัดการสอนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยนักเรียนในกลุ่มเป็นนักเรียนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาในเรื่องเดียวกัน

3.7 เพื่อให้ครูสามารถรู้จักนักเรียนได้ดีขึ้น ครูไม่ได้เป็นเพียงแค่ผู้ให้ความรู้ แต่ต้องสร้างแรงบันดาลใจ รับฟังและให้คำแนะนำแก่นักเรียน การติดต่อสื่อสารผ่านข้อความในระบบที่นักเรียนมักถามว่า “ฉันจะขอความช่วยเหลือในการแก้ปัญหา X ได้อย่างไร” หรือ “เกณฑ์มาตรฐานของสัปดาห์ถัดไปคืออะไร” ทำให้นักเรียนได้พูดคุยกันมากขึ้นและสร้างวิถีของการเรียนการสอนร่วมกัน

3.8 เพื่อเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เมื่อนักเรียนได้รับมอบหมายงานในชั้นเรียน และครูเห็นว่านักเรียนเจอปัญหาเดียวกัน ครูจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม โดยแยกตามปัญหาที่นักเรียนเจอ หลังจากนั้นจะสังเกตได้ว่านักเรียนนักเรียนจะช่วยกันเรียน โดยครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้ที่คอยช่วยเหลือและชี้แนะแนวทางให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหรือแต่ละคน

3.9 เพื่อให้เกิดความโปร่งใสในการจัดการเรียนการสอน ในยุคที่สังคมให้ความสนใจกับสถานศึกษา ห้องเรียนกลับด้านได้เปิดโอกาสให้สาธารณะชนสามารถเข้ามาดูวิดีโอการสอนที่ครูเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต นักเรียนและผู้ปกครองสามารถเข้ามาดูได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ทำให้ผู้ปกครองรู้ว่าบุตรหลานกำลังเรียนอะไร

3.10 เพื่อเปลี่ยนการจัดการชั้นเรียน ภายใต้การจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม มีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่ตั้งใจเรียนในห้อง นักเรียนเหล่านี้มักคบหาเพื่อนคนอื่นที่กำลังตั้งใจเรียน เขาเหล่านี้เพียงแค่อ้าง เมื่อมีการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน Jonathan และ Aaron พบว่าปัญหาในการจัดการชั้นเรียนก็ลดลง เพราะเวลาในห้องเรียนถูกใช้ไปกับกิจกรรมหรือการทำงานกลุ่ม นักเรียนกลุ่มที่คอยรบกวนก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป เนื่องจากไม่มีคนฟังพวกเขาหรือเขาไม่เบื่อการเรียนและผลักดันตัวเองให้เกิดการเรียนรู้

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

อีเลิร์นนิ่ง (e-learning) หรือ Electronic Learning อาจจะถูกเป็นแนวคิดทางการศึกษาแบบใหม่ ที่เกิดขึ้นจากความก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ออนไลน์ ทำให้เกิดการเรียนการสอนระบบต่าง ๆ และมีชื่อเรียกขานแตกต่างกันไปไม่ว่าจะเป็น การเรียนการสอนผ่านเว็บ(Web-based Instruction) การเรียนการสอนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต (Internet-based Instruction) หรือแม้แต่จะเรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ(Camion Web) แต่ละแบบจัดเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น (กระทรวงศึกษาธิการ . [Online] 2553)

2.4.1 ความหมายของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

กระทรวงศึกษาธิการ (2553: 1) ได้ให้ความหมายของ e-Learning ไว้ว่า e-Learning หมายถึง การจัดการกระบวนการและการใช้ประโยชน์จากสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ต ที่ออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ไม่ยึดติดกับเวลาและความก้าวหน้าในการเรียนรู้

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2546 : 11) ได้อธิบายคำว่า e-Learning ไว้ว่า e-Learning หรือ Electronic-Learning เป็นการดำเนินการศึกษาหรือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ หรือดิจิทัล ทั้งทางด้านการเรียนการสอน การบริหารทางการศึกษาและการบริหารการจัดการศึกษา เพื่อสนองความต้องการการศึกษาที่ไร้พรมแดน ไร้เงื่อนไขเวลาและสถานที่

จินตวีร์ คล้ายสังข์ (2556 : 10) ได้ให้ความหมายว่า เป็นเนื้อหาสาระที่นำเสนอในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยส่วนใหญ่เป็นสื่อประสม เน้นการออกแบบที่ใช้วิธีการ กลยุทธ์ และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนโดยทันทีในการนำเสนอ ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยนักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ และสามารถใช้ทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา ตลอดจนอาจมีแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจ ทั้งนี้อาจอยู่ในรูปแบบของ Learning Object ซึ่งเป็นบทเรียนออนไลน์ที่มีขนาดเล็ก ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบ โดยมีลักษณะเด่นคือ เนื้อหาเป็นอิสระภายในตัวเอง สะดวกต่อการนำไปใช้และปรับแก้ สามารถใช้ซ้ำ และแบ่งปันแลกเปลี่ยนเนื้อหาสาระหว่างกัน

ฐาปนีย์ ธรรมเมธา (2557 : 5) ได้ให้ความหมายของ e-learning ไว้ว่า การเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง หมายถึง การใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางการสื่อสารการเรียนการสอนโดยมีการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ และการสอนที่ออกแบบด้วยวิธีสอนหลากหลาย มีการนำเสนอเนื้อหา สื่อแบบดิจิทัล การสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์ และการวัดประเมินผลผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

สรุปได้ว่า อีเลิร์นนิ่ง คือ การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางการสื่อสารการเรียนการสอน นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.2 รูปแบบของอีเลิร์นนิ่ง

อีเลิร์นนิ่งยังสามารถแบ่งรูปแบบการเรียนการสอนอีโดยการแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ทางการเรียนการสอนได้ 3 รูปแบบ (ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. 2557 : 6-8) คือ

1. อีเลิร์นนิ่งเพื่อเสริมการเรียนรู้ (Supplement) เป็นการใช้อีเลิร์นนิ่งเพื่อเสริมจากการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยยังคงใช้วิธีการสอนแบบเดิมในชั้นเรียนเป็นหลักและใช้อีเลิร์นนิ่งเป็นการเสริมการเรียนรู้ เช่น เป็นบทเรียนทบทวน เป็นเว็บความรู้เพิ่มเติม หรือเป็นแบบทดสอบความรู้ที่มีเฉลยและข้อมูลป้อนกลับ(Feedback) เป็นต้น

2. อีเลิร์นนิ่งเพื่อการสอนแบบผสมผสาน (Blended / hybrid learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่ง และแบบเดิมในชั้นเรียนร่วมกัน โดยมีสัดส่วนการแบ่งจำนวนครั้ง หรือหน่วยการเรียนรู้ที่จะเรียนด้วยวิธีใด ใช้อีเลิร์นนิ่งลดสัดส่วนเวลาในการสอนแบบเดิมในชั้นเรียน

3. อีเลิร์นนิ่งที่เป็นทั้งระบบการเรียนการสอน (Comprehensive replacement) เทียบเคียงได้กับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online learning) การใช้อีเลิร์นนิ่งรูปแบบนี้สามารถจำแนกตามวิธีการจัดการเรียนการสอนได้เป็น 2 วิธีการ คือ

3.1 นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Paced learning) เป็นการเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ทดแทนการสอนปกติโดยเรียนเนื้อหาจาก สื่อการเรียน เครื่องมือสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต และประเมินผลการเรียนของตัวเองวิธีนี้นักเรียนสามารถเลือกเนื้อหา และเวลาเรียนตามที่ตนพร้อมและสะดวก ในบทบาทของการกำหนดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองจากสื่อ การเรียนด้วยวิธีนี้ผู้สอนมีหน้าที่ออกแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีอีเลิร์นนิ่งจัดเตรียมสื่อ และกิจกรรมการเรียนไว้เท่านั้น ผู้สอนไม่ต้องมีบทบาทในขณะที่นักเรียนกำลังเรียน

3.2 นักเรียนเรียนจากผู้สอนออนไลน์ เป็นการเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ทดแทนการสอนในระบบชั้นเรียนโดยเรียนผ่านเนื้อหา สื่อการเรียน เครื่องมือสื่อสารทางอินเทอร์เน็ต และประเมินผลการเรียนในระบบออนไลน์โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดกิจกรรมตามระยะเวลา เหมือนการสอนในระบบชั้นเรียน ต่างกันตรงที่ผู้สอนและนักเรียนไม่ได้เผชิญหน้ากัน (Face to face) การเรียนด้วยวิธีนี้ผู้สอนรับหน้าที่การออกแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีอีเลิร์นนิ่ง จัดเตรียมสื่อ และกิจกรรมการเรียน ร่วมกิจกรรมการเรียนผ่านเครื่องมือสื่อสารการเรียนการสอนตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในสอนออนไลน์

ผู้วิจัยได้เลือกใช้อีเลิร์นนิ่งรูปแบบนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Paced learning) เนื่องจาก เป็นการเรียนเพื่อทดแทนการสอนแบบปกติ (ในห้องเรียน) และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทุกที่ ทุกเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.4.3 การจัดการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง

การจัดการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่งหรือการเรียนรู้ออนไลน์ สามารถแบ่งกระบวนการในการบริหารจัดการการเรียนรู้ออกได้เป็น 2 ส่วน (กระทรวงศึกษาธิการ 2553 :[ออนไลน์]) คือ

1. อีเลิร์นนิ่งแบบ LMS : Learning Management System เป็นการจัดการระบบกระบวนการเรียนการสอนต่างๆ ในการออนไลน์ตั้งแต่เนื้อหา การลงทะเบียน การเก็บข้อมูล การมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับนักเรียนเช่น อีเมล กระดานข่าว ห้องสนทนา เป็นต้น ซึ่งจะมีส่วนของระบบฐานข้อมูล ที่สนับสนุนการจัดการเนื้อหาวิชา (Content) โดยจะเอื้ออำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ผู้สอน ผู้ผลิตและผู้ดูแลระบบ

2. อีเลิร์นนิ่งแบบ CMS : Content Management System เป็นในส่วนของเนื้อหาวิชาที่เรียน ผู้สอนจะเป็นผู้จัดทำขึ้น และนำมาใส่ไว้ในระบบฐานข้อมูลของ LMS หรือผู้สอนจัดทำขึ้นเองเป็นอิสระโดยมีระบบเหมือนกับ LMS แต่ผู้สอนสามารถจัดการบริหาร เพิ่มเติมเนื้อหา ติดตั้งอุปกรณ์

เครื่องมือบางส่วนได้ด้วยตนเอง อาจกล่าวได้ว่าเป็นระบบการจัดการเนื้อหาโดยผู้สอนเพื่อที่นักเรียนจะได้นำไปศึกษาโดยไม่ต้องมีระบบการจัดการเต็มรูปแบบเข้ามาช่วย

ความแตกต่างกันของระบบการบริหารจัดการอีเลิร์นนิ่ง ทำให้เกิดความไม่เข้าใจในการเลือกวิธีการที่จะใช้และการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งมีข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนดังนี้

ตารางที่ 2.3 ข้อแตกต่างของระบบการเรียนรู้และระบบการจัดการเนื้อหา

LMS : ระบบการจัดการเรียนรู้	CMS : ระบบการจัดการเนื้อหา
1. การบริหารจัดการทั้งระบบ	1. การบริหารจัดการเฉพาะเนื้อหา
2. กระบวนการจัดการสมบูรณ์แบบองค์ประกอบเต็มรูปแบบ	2. กระบวนการจัดการเฉพาะเนื้อหาและองค์ประกอบบางส่วน
3. ดำเนินการด้วยบุคลากรจำนวนมาก	3. ดำเนินการโดยผู้สอน
4. ค่าใช้จ่ายการดำเนินการสูง	4. ค่าใช้จ่ายการดำเนินการต่ำ
5. เหมาะสำหรับองค์กรขนาดใหญ่	5. เหมาะสำหรับอาจารย์ที่มีความรู้เฉพาะ
6. ใช้เป็นสื่อหลักในการเรียนการสอน	6. ใช้เป็นสื่อเสริมในการเรียนการสอน
7. เนื้อหามาจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการ	7. เนื้อหาตรงตามความต้องการผู้สอน
8. การผลิตยุ่งยากและใช้เวลานาน	8. การผลิตง่ายและใช้เวลาน้อย
9. การสร้างเน้นการทำงานกับเครื่องแม่ข่าย	9. การสร้างเน้นการทำงานกับเครื่องลูกข่าย
10. ความรับผิดชอบอยู่ที่องค์กรหรือหน่วยงาน	10. ความรับผิดชอบอยู่ที่ผู้สร้างหรือผู้สอน

2.4.4 Google classroom

Google classroom เป็นระบบจัดการการเรียนรู้ (LMS) ที่ Google นำเสนอให้แก่คุณครูเพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารกับนักเรียน การถามคำถามและการสั่งงาน ในการเติบโตของโลกดิจิทัล Google classroom ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แบบออนไลน์สำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในรูปแบบของดิจิทัล Google classroom มาในรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ตั้งแต่การตั้งค่าห้องเรียนที่เป็นเอกลักษณ์เหมือนกับวิธีการสอน Google classroom เริ่มต้นด้วยหน้าว่างๆ ซึ่งเราต้องสร้างชั้นเรียนและทำการเพิ่มนักเรียนเข้าไปในชั้นเรียนของเรา การใช้ google classroom อาจเกิดขึ้นในการเรียนรู้ที่ไม่มีห้องเรียนจริง ๆ เช่น การเรียนรู้ทางไกลและกิจกรรมของโรงเรียนที่อาจใช้ Google classroom โดยที่นักเรียนไม่ต้องเข้าห้องเรียนจริง ๆ (Michael Zhang. 2016 : 6)

1. การใช้งาน Google classroom

ความสามารถในการใช้งาน Google classroom โดย Classroom support ได้แบ่งการใช้งานออกเป็น 4 กลุ่มตามประเภทของผู้ใช้งาน (google support : 2018) [Online] ดังนี้

1.1 ผู้สอน สร้างและจัดการชั้นเรียน งาน และคะแนน แสดงความคิดเห็นและให้คะแนนได้โดยตรงในแบบเรียลไทม์

1.2 นักเรียน ติดตามงานของชั้นเรียนและเนื้อหาประกอบการเรียน แบ่งปันแหล่งข้อมูล โต้ตอบกับเพื่อนร่วมชั้นในสตรีมของชั้นเรียนหรือทางอีเมลส่งงาน รับงาน ความคิดเห็น และคะแนน

1.3 ผู้ปกครอง รับอีเมลสรุปงานของนักเรียน ซึ่งอีเมลสรุปนี้จะมีข้อมูลเกี่ยวกับงาน ค้าง งานที่ใกล้ครบกำหนดส่ง และกิจกรรมของชั้นเรียน

1.4 ผู้ดูแลระบบ สร้าง ดู หรือลบชั้นเรียนในโดเมน เพิ่มหรือนำนักเรียนและครูออกจากชั้นเรียน ดูงานในชั้นเรียนทุกชั้นในโดเมน

2. ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ Google classroom

เอกวิทย์ สิทธิวะ และวรชนันท์ ชูทอง (2558 : 1) ได้กล่าวถึงจุดเด่นของ Google Classroom ไว้ดังนี้

2.1 ตั้งค่าได้ง่าย ครูสามารถเพิ่มนักเรียนได้โดยตรง หรือแชร์รหัสเพื่อให้นักเรียนเข้าชั้นเรียนได้ การตั้งค่าใช้ระยะเวลาสั้น

2.2 ประหยัดเวลา กระบวนการของงานเรียบง่าย ไม่สิ้นเปลืองกระดาษ ทำให้ครูสร้างตรวจ และให้คะแนนงานได้อย่างรวดเร็วในทีเดียวกัน

2.3 ช่วยจัดระเบียบ นักเรียนสามารถดูงานทั้งหมดของตนเองได้ในหน้างาน และเนื้อหาสำหรับชั้นเรียนทั้งหมดจะถูกจัดเก็บในโฟลเดอร์ภายใน Google Drive อัตโนมัติ

2.4 สื่อสารกันได้ดียิ่งขึ้น Google Classroom ทำให้ครูสามารถส่งประกาศและเริ่มการพูดคุยในชั้นเรียนได้ทันที นักเรียนสามารถแชร์แหล่งข้อมูลกันหรือตอบคำถามในสตรีมได้

2.5 ประหยัดและปลอดภัย เช่นเดียวกับบริการอื่น ๆ ของ Google Apps for Education คือ Classroom จะไม่แสดงโฆษณา ไม่ใช่เนื้อหาหรือข้อมูลของนักเรียนในการโฆษณา และให้บริการฟรีสำหรับโรงเรียน

2.4.5 ยูทูปกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

YouTube เป็นแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียที่เปิดตัวในปี 2548 มีผู้คนนับพันล้านที่ดูและแชร์วิดีโอจากยูทูปถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมต่อ ให้ข้อมูล และเป็นแรงบันดาลใจให้คนทั้งโลก ซึ่งปัจจุบันยูทูปยังได้เป็นเครื่องมือที่น่าเชื่อถือทางการศึกษาหากนำไปใช้ในทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยนักเรียนจะต้องเข้าใจเทคโนโลยีและมีแรงจูงใจในการบูรณาการการใช้เทคโนโลยีเข้ากับการศึกษาเพื่อ

ปรับปรุงการเรียนการสอนและประสบการณ์การเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน (Henschel, Jon, & Pallett, 2009) (อ้างใน Andrea Wilson. 6 : 2557)

1. การอัปโหลดวิดีโอลงยูทูป

Google Support (1 : 2562) ได้อธิบายวิธีการอัปโหลดวิดีโอลงยูทูปเพื่อการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1.1 ลงชื่อเข้าใช้ YouTube

1.2 คลิกอัปโหลดที่ด้านบนของหน้า

1.3 เลือกอัปโหลดวิดีโอ

1.4 ก่อนเริ่มอัปโหลดวิดีโอ คุณเลือกการตั้งค่าความเป็นส่วนตัวของวิดีโอได้

1.5 เลือกวิดีโอที่ต้องการอัปโหลดจากคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ คุณยังสามารถนำวิดีโอจาก Google Photos ได้อีกด้วย

1.6 ในขณะที่วิดีโอกำลังอัปโหลด คุณแก้ไขได้ทั้งข้อมูลพื้นฐานและการตั้งค่าขั้นสูงของวิดีโอ รวมถึงกำหนดได้ว่าต้องการแจ้งเตือนผู้ติดตามใหม่ (หากยกเลิกการเลือกตัวเลือกนี้ ระบบจะไม่แจ้งให้ผู้ติดตามทราบ) นอกจากนี้ พาร์ทเนอร์ยังปรับการตั้งค่าการสร้างรายได้ของพวกเขาได้อีกด้วย โดยคุณสามารถตั้งชื่อได้ที่มีความยาวสูงสุด 100 อักขระ และคำอธิบายได้ที่มีความยาวสูงสุด 5,000 อักขระ

1.7 คลิกเผยแพร่เพื่อเสร็จสิ้นการอัปโหลดวิดีโอสาธารณะไปยัง YouTube หากคุณกำหนดการตั้งค่าความเป็นส่วนตัวของวิดีโอเป็น "ส่วนตัว" หรือ "ไม่อยู่ในรายการ" ให้คลิกเสร็จสิ้นเพื่อเสร็จสิ้นการอัปโหลด หรือคลิกแชร์เพื่อแชร์วิดีโอของคุณแบบส่วนตัว

1.8 หาก你不คลิกเผยแพร่ บุคคลอื่นจะไม่สามารถดูวิดีโอของคุณได้ คุณเผยแพร่วิดีโอในภายหลังได้ทุกเมื่อในเครื่องมือจัดการวิดีโอ

2. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับยูทูป

Andrea Wilson (15 : 2557) ได้อธิบายการใช้ยูทูปกับการจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

ห้องเรียนกลับด้านเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางและการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ Tucker (2012) (อ้างใน Andrea Wilson.15 : 2557) ระบุว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นแนวทางที่เปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนแบบเดิม โดยการนำวิดีโอที่ครูสร้างขึ้นและบทเรียนออนไลน์มาใช้ในการเรียนก่อนเข้าชั้นเรียน ดังนั้นการเรียนในห้องเรียนจึงเน้นที่การทำงาน การแก้ปัญหา และการเรียนแบบร่วมมือ Tucker(2012)(อ้างใน Andrea Wilson.15 : 2557) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้การเรียนการสอนดีขึ้น โดยการเพิ่มเวลาในห้องเรียนจะเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างช่วยครู นักเรียน และผู้ปกครอง Bishop (2013) (อ้างใน Andrea Wilson.16 : 2557) ได้ให้ความหมายว่า ห้องเรียนกลับด้านทำให้เกิดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มในห้องเรียน และการศึกษาผ่านคอมพิวเตอร์จากนอกห้องเรียน

จากคำนิยามดังกล่าว ทำให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีจากการดูวิดีโอหรือการเรียนผ่านคอมพิวเตอร์สามารถทำได้จากที่บ้านและใช้เวลาในห้องเรียนเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน

กรณีศึกษาโดย Herreid and Schiller (2013) (อ้างใน Andrea Wilson.16 : 2557) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ห้องเรียนกลับด้านและกรณีศึกษา ซึ่งผลการอภิปรายพบว่า ห้องเรียนกลับด้านมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นเพราะ ความพร้อมของอินเทอร์เน็ตและวิดีโอที่เกี่ยวข้อง Herreid and Schiller ได้สำรวจนักเรียนจำนวน 15,000 คน สำหรับการเรียนวิชาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ หากครูผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสนับสนุนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมากที่สุดคือ วิธีที่ครูมอบหมายให้นักเรียนบนยูทูปในคืนก่อนเข้าห้องเรียน เมื่อเข้าสู่ห้องเรียนนักเรียนจะได้รับคำถามก่อนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติและการเรียนที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกัน

2.4.6 การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

การพัฒนาวัสดุมีเดียเพื่อการเรียนรู้ที่ดีไม่ใช่เพียงแค่นำเนื้อหาจากหนังสือมาสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนำไปใช้จริงได้เลย แต่ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นลักษณะกลุ่มเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของการใช้สื่อ หรือแม้กระทั่งทรัพยากรต่าง ๆ ซึ่งต้องผ่านการวิเคราะห์และวางแผน รวมทั้งขั้นตอนการออกแบบที่ต้องร่างแบบลงในกระดาษก่อนที่จะนำไปเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ณัฐกร สงคราม (2557 : 127-144) ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

ในกระบวนการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ ขั้นตอนการวางถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และกำหนดแผนการปฏิบัติงาน ทำให้เห็นถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการพัฒนาอีเลิร์นนิ่ง หากวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ จะไม่ส่งผลให้การออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนไม่สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ และทำให้บทเรียนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการวางแผนประกอบด้วย

1. กำหนดเป้าหมาย ผู้พัฒนาบทเรียนจะต้องกำหนดเป้าหมายของการเรียนให้ชัดเจนว่านักเรียนคือใคร ต้องการให้นักเรียนรู้อะไร หรือบอกว่าการเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างหลังจากศึกษาบทเรียนแล้ว อย่างไรก็ตามการกำหนดเป้าหมายในขั้นนี้อาจไม่จำเป็นต้องระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้น แต่อาจกล่าวในลักษณะของวัตถุประสงค์กว้างๆไปก่อน

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวางแผนการปฏิบัติงานและออกแบบบทเรียน ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

- 2.1 กลุ่มเป้าหมายและความต้องการในการเรียน โดยศึกษาลักษณะของนักเรียนไม่ว่าจะเป็น อายุ ระดับความรู้พื้นฐาน ศาสนา สภาพแวดล้อม ค่านิยม ทศนคติ พฤติกรรมหรือรูปแบบการเรียน สภาพภูมิหลังของนักเรียน เป็นต้น ข้อมูลสำคัญที่จะนำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนและการ

เลือกใช้เทคโนโลยี เช่น เด็กเล็กยังอ่านหนังสือไม่คล่อง ฉะนั้นการออกแบบควรเน้นเสียงบรรยาย และเสียงระกอบมากกว่าผู้ใหญ่

2.2 เนื้อหาวิชา เป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา โดยพิจารณาจากเป้าหมายที่กำหนดไว้ว่าเนื้อหาใดที่ต้องการถ่ายทอดไปยังนักเรียน จากนั้นจึงศึกษาเนื้อหาว่าเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ นั้นมีขอบเขตที่เกี่ยวข้องโดยวิเคราะห์เนื้อหาในภาพรวม ก่อนย่อให้เล็กลงมาเป็นส่วนย่อยๆ เนื้อหาใดจำเป็นต้องนำเสนอหรือไม่จำเป็น จากนั้นจึงลำดับเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน โดยกำหนดออกมาเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย การวิเคราะห์เนื้อหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้ส่งผลถึงขั้นตอนต่อ ๆ ไป

2.3. ทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นการวิเคราะห์ทรัพยากรทั้งหมดที่จะต้องใช้ในการพัฒนาบทเรียน ทั้งด้านแหล่งข้อมูล บุคลากร ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งงบประมาณ การวิเคราะห์แหล่งข้อมูลเพื่อที่จะทราบว่าจะสามารถรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา ฯลฯ หรือแหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลจากที่ใดได้บ้าง การวิเคราะห์บุคลากรในการผลิตเพื่อให้ทราบว่า มีบุคลากรรองรับบทบาทหน้าที่ใดได้บ้าง หน้าที่ใดที่ไม่มีจะเตรียมหาเสริม มีฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ใดบ้างเพื่อที่จะช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงาน และต้องจัดหาเพิ่มเติม ส่วนงบประมาณถือว่าเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญเพราะเป็นส่วนขับเคลื่อน ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ว่าจะใช้งบประมาณเท่าใดในการพัฒนา มีแหล่งทุนหรือไม่ ถ้าไม่มีจะหาได้จากที่ใด

2.4 การเลือกใช้สื่อ เป็นการวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทั้งแบบประสาน เวลาและแบบไม่ประสานเวลา และช่วยเหลือนักเรียนออกแบบการเรียนการสอนหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในการคัดเลือกหรือกำหนดสื่อที่มีความเหมาะสมที่สุด

3. กำหนดแผนการปฏิบัติงาน นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียน โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นระยะ ๆ แต่ละช่วงมีภารกิจใดที่ต้องดำเนินการ ใครบ้างที่เกี่ยวข้องและเป็นผู้รับผิดชอบ ควรใช้เวลาเท่าใด โดยมีเป้าหมายที่ชัดเจนเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในแต่ละขั้น ในขั้นตอนนี้ควรประชุมชี้แจงให้ผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดเข้าใจแผนการปฏิบัติงานร่วมกัน

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบนี้เปรียบเสมือนการกำหนดโครงร่างของบทเรียน เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียน โดยให้ฝ่ายโปรแกรมนำไปผลิตตามแบบที่กำหนดไว้ การออกแบบควรเริ่มต้นจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน การเขียนเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นจึงนำเนื้อหาและกิจกรรมที่ได้ไปออกแบบหน้าจอที่ผู้ใช้งานมองเห็น ขั้นตอนการออกแบบ ประกอบด้วย

1. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการนำวัตถุประสงค์ทั่วไปที่กำหนดในขั้นต้น การวางแผนมาเขียนในรูปแบบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นข้อกำหนดหรือสิ่งที่คาดหวังว่าจากนักเรียน ว่าเมื่อนักเรียนเรียนจบหน่วยการเรียนรู้จะต้องแสดงพฤติกรรมอะไรออกมา โดยพฤติกรรม

นั้นจะต้องวัดได้หรือสังเกตได้ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจึงควรใช้คำกริยาที่ชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย เปรียบเทียบ จำแนก เป็นต้น

2. เขียนเนื้อหา การวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นตอนการวางแผน ทำให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาบทเรียน ที่ต้องการนำเสนอ ในขั้นตอนนี้จะต้องรวบรวมเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจากผู้เชี่ยวชาญ มาทำการเขียนเรียบเรียงใหม่ตามหัวข้อที่วางแผนไว้ โดยพิจารณาให้เหมาะสมต่อการนำเสนอด้วยบทเรียนมัลติมีเดีย นั่นคือการใช้ประโยคที่สั้น กระชับและได้ใจความ

3. กำหนดรูปแบบ กลวิธีในการสอน และวิธีการประเมิน เป็นการนำเนื้อหาที่ได้มาพิจารณาว่าจะทำการเรียนการสอนด้วยวิธีใด ซึ่งโดยปกติรูปแบบและกลวิธีการสอนมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้การเลือกวิธีสอนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น นักเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียน สภาพแวดล้อมของห้องเรียนและสื่อการสอน เป็นต้น ในขั้นนี้ผู้ออกแบบการสอนควรต้องหาค้นหาคิดเพื่อให้ได้รูปแบบหลายๆรูปแบบ โดยอาจใช้เทคนิคระดมสมอง (Brainstorming) และต้องคิดวิธีการประเมินผลการเรียนรู้เพื่อที่จะพิจารณาว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ แนวคิดและรูปแบบที่เกิดขึ้นจากการระดมสมองนี้จะถูกพิจารณาร่วมกันอีกครั้งหนึ่งว่าจะเลือกใช้รูปแบบและกลวิธีใดที่เหมาะสมที่สุด

4. วางโครงสร้างบทเรียน การออกแบบโครงสร้างของบทเรียนเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในบทเรียนแบบคร่าวๆ ไม่ว่าจะเป็นส่วนนำ ส่วนเนื้อหา ส่วนแบบฝึกหัด ส่วนแบบทดสอบ เป็นต้น นอกจากนี้โครงสร้างยังแสดงให้เห็นภาพรวมของลักษณะการเข้าสู่แต่ละส่วนในบทเรียนว่ามีเส้นทางใดบ้าง นักเรียนสามารถเรียนในลักษณะเส้นตรงหรือไม่เป็นเส้นตรง โดยส่วนใหญ่การวางโครงสร้างบทเรียนและเส้นทางการควบคุมบทเรียนนี้จะพิจารณาจากขอบข่ายของเนื้อหาและรูปแบบการเรียนการสอน รวมทั้งพิจารณาลักษณะของนักเรียนเพื่อการออกแบบการใช้งานที่เหมาะสม

5. เขียนผังการทำงาน (Flowchart) ของโปรแกรม ผังการทำงาน หมายถึง แผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหน้าหรือแต่ละส่วนตั้งแต่จุดเริ่มต้นของบทเรียนจนจบในลักษณะที่ละเอียดขึ้นกว่าการดูจากโครงสร้าง รูปแบบการเขียนผังงานจะนิยมใช้รูปแบบและสัญลักษณ์ในการเขียน Flowchart ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งความละเอียดในการเขียนผังงาน ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเนื้อหาและการทำงานของบทเรียน ยิ่งผังงานมีความละเอียดมากเท่าไร ก็จะง่ายต่อการนำผังงานไปใช้ในการพัฒนาบทเรียน

6. ร่างส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อดำเนินการมาถึงขั้นตอนนี้แล้ว จะทำให้เราเกิดภาพหน้าจocr่าว ๆ ในใจ ว่าบทเรียนจะประกอบด้วยส่วนใดบ้าง ส่วนเนื้อหาเป็นอย่างไร มีหัวข้อใหญ่ หัวข้อรองที่ระดับ แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเป็นอย่างไร มีระบบการเข้าถึงข้อมูล (Navigation) อย่างไร มีปุ่มควบคุมบทเรียนที่ปุ่ม ซึ่งผู้ออกแบบควรร่างส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ออกมาให้สามารถมองเห็นได้ เพื่อให้ผู้ที่ทำหน้าที่สร้างสตอรี่บอร์ดในขั้นต่อไปนำไปใช้เป็นแนวทาง กรณีเป็นชุดบทเรียนหลายๆเรื่อง นิยมทำออกมาในลักษณะ Template แบบต่าง ๆ

7. เขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard) จากผังการทำงานและร่างหน้าจอในขั้นก่อนหน้า ทีมพัฒนาจะนำมาขยายรายละเอียดออกเป็นสตอรี่บอร์ดของบทเรียน ซึ่งมักเป็นแบบฟอร์มกระดาษที่แสดงรายละเอียดแต่ละหน้าจอตั้งแต่เฟรมแรกจนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียนว่าจะนำเสนอข้อมูลในเฟรมนั้นอย่างไร โดยแสดงภาพหน้าจอ พร้อมทั้งรายละเอียดของข้อความและลักษณะภาพ และเงื่อนไขต่าง ๆ ในเฟรม

วิธีการสร้างสตอรี่บอร์ดอาจใช้การวาดหรือเขียนด้วยมือ หรือสร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้เขียน

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

เมื่อผ่านขั้นตอนการออกแบบแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนการสร้างสิ่งที่ออกแบบไว้ออกมาเป็นโปรแกรมบทเรียนที่จะสามารถใช้งานได้จริง ซึ่งบทบาทสำคัญในขั้นตอนนี้อยู่ที่การจัดการส่วนประกอบการนำเสนอ และการสร้างบทเรียน ขั้นตอนการพัฒนาประกอบด้วย

1. เตรียมสื่อในการนำเสนอเนื้อหา ในขั้นตอนนี้ควรวิเคราะห์สตอรี่บอร์ดว่าในแต่ละหน้าจอต้องใช้สื่อประกอบการนำเสนออะไรบ้าง ควรแยกออกมาเป็นรายการในแต่ละประเภทเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้รับผิดชอบ

1.1 การเตรียมข้อความ ควรพิมพ์ข้อความและบันทึกลงในไฟล์ word หรือ text เพื่อให้ผู้สร้างบทเรียนนำไปใช้งานต่อได้ง่าย

1.2 การเตรียมภาพและกราฟิก ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวควรอยู่ในรูปแบบของไฟล์ การเตรียมภาพนิ่ง ผู้รับผิดชอบอาจวาดภาพขึ้นมาใหม่ด้วยตนเองหรือหาภาพจากแหล่งต่าง ๆ แต่ควรคำนึงถึงลิขสิทธิ์ ส่วนภาพเคลื่อนไหวอาจใช้ผู้รับผิดชอบ 2 ส่วน คือ โปรแกรมเมอร์และนักกราฟิกมาทำงานร่วมกันเพื่อให้ได้กราฟิกที่เหมาะสมกับบทเรียน

1.3 การเตรียมเสียง ผู้รับผิดชอบต้องเตรียมทั้งเสียงบรรยาย เสียงดนตรี และเสียงประกอบ โดยอาจบันทึกเสียงขึ้นมาใหม่แล้วใช้โปรแกรมตัดแปรงเสียงเพื่อให้ได้โทนเสียงที่ต้องการหรืออาจจัดหาอย่างถูกลิขสิทธิ์

1.4 การเตรียมวีดิทัศน์ หากต้องถ่ายวีดิทัศน์ขึ้นมาใหม่ ผู้รับผิดชอบต้องเตรียมสคริปต์อุปกรณ์ สถานที่ และนักแสดงให้พร้อม หลังจากถ่ายทำเสร็จแล้วอาจต้องนำวีดิทัศน์มาตัดต่อหรือเพิ่มเสียงต่าง ๆ และแปลงเป็นไฟล์ที่โปรแกรมเมอร์ต้องการ

2. เตรียมกราฟิกที่ใช้ในการตกแต่งหน้าจอ ในขั้นตอนนี้ นักกราฟิกต้องออกแบบกราฟิกเพื่อตกแต่งหน้าจอ เช่น พื้นหลัง หรือปุ่มต่าง ๆ ที่ต้องการสื่อถึงการใช้งาน

3. การเขียนโปรแกรม ผู้สร้างงานอาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เช่น Flash ToolBook เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถใช้งานได้ไม่ยาก ดังนั้นครูผู้สอนประจำวิชาหรือเจ้าหน้าที่ทั่วไปสามารถทำขึ้นมาด้วยตนเองได้

4. การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น ทีมผู้สร้างทั้งหมดต้องทำการตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น โดยร่วมกันหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม และทำการปรับปรุงแก้ไขตามหน้าที่ที่แต่ละฝ่ายรับผิดชอบ เพื่อให้ได้บทเรียนที่สมบูรณ์

5. สร้างคู่มือการใช้งานและบรรจุภัณฑ์ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ผู้จัดทำควรจัดทำคู่มือการใช้งาน โดยอาจแบ่งเป็นคู่มือสำหรับผู้สอนและคู่มือสำหรับนักเรียน ส่วนบรรจุภัณฑ์เป็นการสร้างภาพลักษณ์ให้แก่บทเรียน บางครั้งอาจแสดงวิธีการใช้โปรแกรม

ขั้นที่ 4 การประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise)

เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นแล้วไปผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพก่อนจะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนการประเมินและปรับปรุง ประกอบด้วย

1. การประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Expert Evaluation) เป็นการนำบทเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหาและด้านสื่อ ควรใช้ผู้ทรงคุณวุฒิมากกว่า 1 คน และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงบทเรียน

2. การทดลองใช้กับนักเรียน (Learner Try-out) การนำบทเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

2.1 Pilot Testing ทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย 3 คน และ 9 คน (เก่ง กลาง อ่อน) จะทำให้ผู้ออกแบบได้เห็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับนักเรียนแต่ละระดับ และนำข้อบกพร่องนั้นไปปรับปรุงแก้ไข

2.2 Field Testing เป็นการนำบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2.4.7 การหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวคิดของ ไพโรจน์ ติรัตนากุล (2546 : 197-214) มาเป็นกรอบแนวคิดการหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 เกณฑ์ตรวจสอบเนื้อหา

1.1.1 ความถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอ โดยมีการตรวจสอบเนื้อหาตามกรอบการสอนที่ออกแบบไว้และการลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนรู้

1.1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอโดยสื่อที่เหมาะสม โดยตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อกราฟิก ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหวและวีดิทัศน์

1.1.3 ความถูกต้องของวิธีการปรากฏสื่อ วิธีการปรากฏสื่อกราฟิก ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว และวีดิทัศน์ได้อย่างเหมาะสม

1.2 เกณฑ์ตรวจสอบปฏิสัมพันธ์

1.2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอนวิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาและมีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

1.2.2 ปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอนการนำเสนอวิธีการให้ผลย้อนกลับที่สร้างการเรียนรู้เพิ่มขึ้น การให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีและสื่อความหมายได้ชัดเจน

1.2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ ได้แก่ การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอนและการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน

1.3 เกณฑ์ตรวจสอบโครงสร้างของบทเรียน

1.3.1 โครงสร้างของบทเรียนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

1.3.2 วิธีการเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก

1.3.3 การเชื่อมโยงเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย

1.3.4 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียน

1.3.5 การออกจากโปรแกรมสะดวก

2. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.1 เกณฑ์พิจารณาการนำเสนอมีลติมีเดีย

2.1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ ได้แก่ องค์ประกอบในการจัดแบ่งเนื้อหาและองค์ประกอบในการจัดวางตำแหน่ง

2.1.2 พื้นหลัง ได้แก่ สีของพื้นหลังเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ ไม่รบกวนการมองเห็นและไม่ทำลายสายตา

2.1.3 ตัวอักษร ขนาดและของตัวอักษรเหมาะสมกับเนื้อหา การอ่านง่ายเหมาะกับกลุ่มเป้าหมายและการพิมพ์อักขระถูกต้อง

2.1.4 ปุ่มต่าง ๆ ขนาดและตำแหน่งที่วางปุ่มเหมาะสม ความคงที่ของปุ่ม (ไม่เปลี่ยนตำแหน่งจนสับสน) และการสื่อความหมายที่ชัดเจน

2.1.5 การเปลี่ยนหน้าจอ การเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่อง คงที่ ไม่กระโดดและไม่ทำให้สับสน

2.1.6 เสียง เสียงบรรยายชัดเจนหลักการอ่านถูกต้อง เสียงดนตรีและเสียงประกอบเหมาะสม

2.1.7 ภาพประกอบ ขนาดของภาพมีความเหมาะสมและชัดเจน

2.1.8 ภาพเคลื่อนไหว ความยาวและเวลาที่ใช้เหมาะสม ขนาดของภาพเหมาะสม การให้สีเหมาะสมต่อการมองเห็น มีความชัดเจนและสวยงาม

2.1.9 วิธีทัศน์ ความยาวและเวลาที่เหมาะสม ขนาดของภาพที่เหมาะสม สื่อความหมายได้เหมาะสม ชัดเจน

2.2 เกณฑ์ตรวจสอบปฏิสัมพันธ์

2.2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน การแจ้งให้นักเรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ที่ชัดเจน มีรูปแบบแน่นอน วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม สื่อและเวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

2.2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด มีการให้ผลย้อนกลับอย่างทันทีทันใด วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม เวลาที่ใช้แสดงปฏิสัมพันธ์เหมาะสม

2.2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสม และสื่อความหมายชัดเจน สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม เวลาที่ใช้แสดงปฏิสัมพันธ์เหมาะสม กับโครงสร้างบทเรียน การเข้าถึงเนื้อหา ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนจอ การออกจากโปรแกรมสะดวก การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

2.3 โครงสร้างบทเรียน การเข้าถึงเนื้อหา ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนจอ การออกจากโปรแกรมสะดวก การให้โอกาสเลือกเรียนจากครั้งก่อนได้

2.4.8 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 9-12) อธิบายการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งไว้ดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือ ชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้นักเรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อ หรือชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง และพฤติกรรมสุดท้าย

ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียนและการทำแบบฝึกหัดทบทวนท้ายวิดีโอที่นักเรียนเรียนจากที่บ้าน

ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบปลายภาคเรียน

1. การกำหนดเกณฑ์

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ ร้อยละของคะแนนที่เกิดจากกระบวนการทั้งหมด ต่อ ร้อยละของคะแนนผลลัพธ์ ของนั้นคือ E_1 / E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพ ของ การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่า เท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย(Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) เช่น 80/80 โดย

80 ตัวแรก คือ เมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว นักเรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง คือ ประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 ในขอบข่ายของพุทธิพิสัยที่เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งเกณฑ์ไว้สูงสุดแล้วลดลงมาคือ 90/90 85/85 80/80

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัยและทักษะจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้

2. สูตรการคำนวณ

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

เมื่อ	E_1	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียนและการทำแบบฝึกทบทวนทำวีดิโอที่นักเรียนเรียนจากที่บ้านของนักเรียนทุกคน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมในห้องเรียนและการทำแบบฝึกทบทวนทำวีดิโอที่นักเรียนเรียนจากที่บ้าน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

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

เมื่อ	E_2	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังเรียนและการสอบปลายภาคเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการสอบหลังเรียนและการสอบปลายภาคเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนและการสอบปลายภาคเรียน

ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนในครั้งนี้ไว้ที่ 75/75 เนื่องจากสาระเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นการวัดด้านทักษะพิสัย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 9-12)

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

การประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) เป็นการวัดคุณภาพของนักเรียนผ่านการประเมินคุณภาพของผลงานที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ และการประเมินกระบวนการปฏิบัติงานของนักเรียน รวมทั้งการประเมินลักษณะนิสัยของนักเรียน ทั้งในสภาพตามธรรมชาติ หรือสภาพที่กำหนดขึ้น (สถานการณ์จำลอง) (สำนักทดสอบการศึกษา. 2560 : 3)

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

สมนึก ภัททิยธนี (2544: 50) กล่าวว่า การวัดภาคปฏิบัติ หมายถึง เป็นการวัดผลงานที่นักเรียน ลงมือปฏิบัติซึ่งสามารถวัดได้ทั้งกระบวนการและผลงาน ในสภาพที่เป็นธรรมชาติ (สถานการณ์จริง) หรือ ในสภาพที่กำหนดขึ้น (สถานการณ์จำลอง)

ประเวศ ยอดยิ่ง (2547 : 117-121) กล่าวว่า การวัดด้านการปฏิบัติเป็นการวัดเพื่อพิจารณาการกระทำหรือความสามารถในการจัดการได้ตามวัตถุประสงค์ หรือพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดจากการตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติเป็นเครื่องมือในการวัดระดับ ความเป็นจริงของการวัดภาคปฏิบัติ

ปิยะสุตา เพชรเวช (2548: 11) กล่าวว่า การวัดผลภาคปฏิบัติ เป็นการวัดความสามารถของ นักเรียนในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยที่นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดขึ้น ตามสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยจะวัดตั้งแต่ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน

สุมิต ว่องวานิช (2550 : 217) กล่าวว่า การวัดภาคปฏิบัติ เป็นการวัดที่ใช้สถานการณ์ เพื่อ ทดสอบการปฏิบัติงานของบุคคล ทั้งนี้ผู้ถูกวัดจะได้รับมอบหมายให้ทำงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยปกติ แล้ว การปฏิบัติงานจะเกี่ยวกับแก้ปัญหาในงานที่ต้องทำ (problem solving) ซึ่งจุดมุ่งหมายสุดท้าย คือ ได้ผลงานออกมา หรือนำงานที่ได้รับมอบหมายไปปฏิบัติให้เกิดผลหรืออาจต้องทำทั้งสองอย่าง การวัดทักษะอาจกล่าวได้ว่าเป็นการวัดผลงาน (product) ส่วนการวัดการปฏิบัติงานที่เน้นความ ถูกต้องใน การปฏิบัติ เป็นการวัดกระบวนการปฏิบัติงาน (process) ขณะที่ผู้ถูกทดสอบกำลัง แก้ปัญหาหรือกำลัง ปฏิบัติงาน โดยครูจะสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานแล้วประเมินผลการ ปฏิบัติงาน

สรุปว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ หมายถึง การวัดผลงานการปฏิบัติหรือ กระบวนการปฏิบัติงานของนักเรียน ที่เกิดจากการตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งอาจเป็น สถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติ ครูจะเป็นผู้สังเกตพฤติกรรม และประเมินว่าผ่านวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

2.5.2 กรอบแนวคิดในการวัดทักษะการปฏิบัติของ Dave

Jaafar Jantan (2010 : [ออนไลน์]) กล่าวว่า ทักษะพิสัยของ Dave น่าจะเป็นทักษะพิสัย ที่ถูกอ้างอิงและใช้บ่อยที่สุด ส่วนของSimpson และHarrow มีการตีความและทำความเข้าใจในแบบ ที่แตกต่าง ทักษะพิสัยจากการตีความของทั้ง 3 คนล้วนแตกต่างกันและมีการใช้งานที่ต่างกัน

โมเดลทักษะพิสัยของ Dave (อ้างอิงใน ทิศนา แคมมณี. 2560 : 245-246) มีขั้นตอนการ เรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการเลียนแบบ (Imitation)

เป็นขั้นที่นักเรียนสังเกตการกระทำของครูหรือผู้ฝึกสอน และเลียนแบบการกระทำ ซึ่ง นักเรียนย่อมจะรับรู้หรือสังเกตรายละเอียดต่าง ๆ ได้ไม่ครบถ้วน แต่อย่างน้อยนักเรียนจะสามารถ บอกได้ว่า ขั้นตอนหลักๆของการกระทำนั้น ๆ มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือกระทำตามคำสั่ง (Manipulation)

เมื่อนักเรียนได้เห็นและสามารถบอกขั้นตอนของการกระทำที่ต้องการเรียนรู้ได้แล้ว ให้ นักเรียนลงมือทำโดยไม่มีแบบอย่างให้เห็น นักเรียนอาจลงมือทำตามคำสั่งของผู้สอน หรือทำตาม คำสั่งที่ผู้สอนเขียนไว้ในคู่มือ การลงมือปฏิบัติตามคำสั่งนี้ แม้นักเรียนจะยังไม่สามารถทำได้อย่าง สมบูรณ์แต่อย่างน้อยนักเรียนก็ได้ประสบการณ์ในการลงมือทำ และการค้นพบปัญหาต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้ เกิดการเรียนรู้ และการปรับการกระทำให้สมบูรณ์ขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ (Precision)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องฝึกฝนจนสามารถทำสิ่งนั้นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ โดยไม่ จำเป็นต้องมีแบบอย่างหรือคำสั่งนำทางการกระทำ

ขั้นที่ 4 ขั้นการแสดงออก (Articulation)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนฝึกฝนการปรับ/ประยุกต์ทักษะที่ได้เรียนรู้มา ในสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งนักเรียนอาจต้องผสมผสานทักษะหลายๆทักษะในการกระทำ

ขั้นที่ 5 ขั้นกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ (Naturalization)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถกระทำสิ่งนั้นอย่างสบายๆ เป็นไปอย่างอัตโนมัติ โดยไม่รู้สึกรว่าต้องใช้ความพยายามเป็นพิเศษ ซึ่งต้องอาศัยการปฏิบัติบ่อย ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกวัดทักษะการปฏิบัติของนักเรียนเพียง 3 ชั้นแรก ได้แก่ ขั้นการเลียนแบบ ขั้นการลงมือทำตามคำสั่ง และขั้นกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากในรายวิชานี้ ทางโรงเรียนได้วางหลักสูตรให้นักเรียนได้รู้จักอุปกรณ์แต่ละตัวและสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้ แต่ไม่เน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือต้องผสมผสานทักษะหลาย ๆ ทักษะเข้าด้วยกัน โดย

ขั้นที่ 1 ขั้นของการเลียนแบบ นักเรียนทำการปฏิบัติตามตัวอย่างจากการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสาธิตการปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 ขั้นของการลงมือทำตามคำสั่ง นักเรียนทำการปฏิบัติตามคำสั่งหรือโจทย์ที่ผู้วิจัยตั้งท้ายไว้ในบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เพื่อให้ให้นักเรียนได้ลองปฏิบัติโดยไม่มีแบบอย่าง ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนการเรียนรู้จากการลองผิดลองถูก

ขั้นที่ 3 ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามโจทย์ที่ผู้วิจัยได้ระบุไว้ในแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ซึ่งในการปฏิบัติครั้งนี้ นักเรียนได้ฝึกฝนการปฏิบัติตามจากขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 แล้ว

2.5.3 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะ

สมนึก ภัททิยธณี (2556 : 51-52) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะได้ ดังนี้

1. วิเคราะห์งานและเขียนรายการ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์งานหรือเลือกงานที่เป็นตัวแทน โดยวิเคราะห์จุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ในหลักสูตร และรายละเอียดของงานที่มุ่งให้นักเรียนฝึก เพื่อค้นหาทักษะและความสามารถที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมนั้น เนื่องจากการวัดภาคปฏิบัติต้องใช้การสังเกต ดังนั้นทักษะที่จะวัดควรเป็นสิ่งที่มองเห็นได้ในขณะสอบวัด

1.2 กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จะวัด โดยทั่วไปจะประกอบด้วยขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงาน หรือวัดเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติด้วย

1.3 เขียนข้อรายการ จะระบุรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน เช่น การเตรียมใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง เป็นต้น

1.4 ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลทำให้การปฏิบัติงานนั้นมีคุณภาพแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้เข้าสอบวัดทุกคน

1.5 จัดรูปแบบเครื่องมือ คือเลือกลักษณะของแบบวัดว่า แต่ละตอนจะมีลักษณะอย่างไร เช่น การใช้แบบตรวจสอบรายการ การใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า เป็นต้น

2. กำหนดคะแนนและน้ำหนัก

2.1 กำหนดคะแนนสำหรับแต่ละส่วน เช่น

การเตรียมงาน	20	คะแนน
การปฏิบัติ	40	คะแนน
เวลา	10	คะแนน
ผลงาน	30	คะแนน
รวม	100	คะแนน

2.2 กำหนดน้ำหนักสำหรับแต่ละข้อรายการ โดยน้ำหนักของทุกๆข้อในขั้นตอนหนึ่งๆ รวมกันเท่ากับสัดส่วนคะแนนในข้อ 2.1 โดยคำนึงถึงความยากของงาน และความสำคัญของกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

3. กำหนดเกณฑ์การตัดสิน ต้องกำหนดเกณฑ์การตรวจสอบพฤติกรรมในการปฏิบัติหรือคุณภาพของงานในลักษณะที่เห็นได้ วัดได้ โดยเฉพาะเกณฑ์การผ่านของของผลงานภาคปฏิบัติเรื่องนั้น ๆ ส่วนเกณฑ์การผ่านในแต่ละข้ออาจมีด้วยตามความเหมาะสม

4. จัดรูปแบบเครื่องมือ คือเรียบเรียงข้อรายการต่างๆตามขั้นตอน กำหนดเกณฑ์ กำหนดคะแนนและน้ำหนักออกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์การผ่านในเรื่องนั้น ๆ

2.5.4. การสร้างเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric score)

1. ความหมายของเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric score)

เกณฑ์การให้คะแนน (Rubric score) คือ เครื่องมือการให้คะแนน (Scoring Tool) ซึ่งเกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring criteria) กับ มาตราประมาณค่าหรือระดับคะแนน (Scoring scale) เพื่อระบุความแตกต่างของผลงานหรือ ประสิทธิภาพ(Proficiency) ของงาน สำหรับเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลงานของนักเรียนต่อไป ซึ่งการประเมินผลงานของนักเรียนมี 2 ลักษณะ คือ ผลงานที่ได้จากกระบวนการของนักเรียน และกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน จะประเมินในลักษณะใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจจะประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือทั้งสองลักษณะก็ได้ (ไซลัน สาและ. 2561 : 1)

2. ลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric score)

Rubric เป็นชุดคะแนนที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับการประเมินผลงานของนักเรียน ลักษณะที่ดีของ Rubrics มีดังนี้ (สำนักประกันคุณภาพ. 2561 : 2-3)

2.1 มีความเกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายทั่วไป (General goals) กล่าวคือเกี่ยวข้องกับงานที่ทำ

2.2 จำแนกการปฏิบัติได้อย่างเที่ยงตรง (Performances Validly)

2.3 ในแต่ละ Rubric จะไม่มีการรวมเกณฑ์การให้คะแนน

2.4 วิเคราะห์งานได้อย่างละเอียด

2.5 ภาษาที่ใช้อธิบายคุณลักษณะงาน จำแนกคุณภาพของงานได้ถูกต้อง

2.6 สามารถตัดสินงานได้ถูกต้อง

2.7 อธิบายอย่างชัดเจนในแต่ละระดับของคะแนน และมีความเที่ยงตรงในการให้คะแนนในตัวของมันเอง

2.8 ตัดสินให้คะแนนจากผลงานที่ปฏิบัติ มากกว่ากระบวนการ รูปแบบเนื้อหา หรือความตั้งใจในการทำงาน

3. องค์ประกอบของการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ (สำนักประกันคุณภาพ. 2561 : 3)

3.1 ประเด็นที่จะประเมิน (Criteria) คือสิ่งที่สะท้อนผลการเรียนรู้หลักๆ หรือมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของแต่ละหน่วย / ภาระงาน

3.2 ระดับความสามารถ (Performance Levels) ส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นเลขคี่มากกว่าเลขคู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการให้คะแนนที่ตกอยู่ตรงกลาง ทำให้จำแนกความสามารถได้ยาก และแต่ละระดับอาจกำหนดเป็นตัวเลขหรือคำแสดงคุณภาพต่างๆ ดีมาก ดี พอใช้ ยังต้องปรับปรุง เป็นต้น

3.3 คำอธิบายคุณภาพของแต่ละระดับความสามารถ (Quality Descriptors) ว่าคุณภาพความสามารถแต่ละระดับที่คาดหวังนั้นเป็นอย่างไร คำอธิบายเหล่านี้จะต้องมีความชัดเจนในการใช้ภาษาที่กะทัดรัด เข้าใจง่าย และเห็นความแตกต่างระหว่างระดับความชัดเจน

4. องค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

Scoring Rubrics มีหลายองค์ประกอบ ในแต่ละองค์ประกอบก็มีประโยชน์ มีความสำคัญ องค์ประกอบมีดังนี้ (สำนักประกันคุณภาพ. 2561 : 3)

4.1 จะมีอย่างน้อย 1 คุณลักษณะ หรือ 1 มิติที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินนักเรียน

4.2 การนิยามและการยกตัวอย่างจะต้องมีความชัดเจนในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

4.3 มาตรการให้คะแนนจะต้องเป็นอัตราส่วนกันในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

4.4 จะต้องมีความมาตรฐานที่เด่นชัดในแต่ละระดับของการให้คะแนน

ในแต่ละระดับของการให้คะแนนจะต้องมีความชัดเจนในการนิยาม และความกว้างของระดับคะแนนไม่ควรเกิน 6 ถึง 7 ระดับ ถ้ามีระดับของการให้คะแนนกว้างมากเกินไปจะมีความลำบากในการตัดสินใจความแตกต่างในแต่ละระดับ เช่น ความกว้างคะแนนเป็น 100 ทำให้ยากที่จะอธิบายว่าคะแนน 81 มีคุณภาพแตกต่างจาก 80 หรือ 82 อย่างไร และจะทำให้ความสอดคล้องของการประเมินด้วยผู้ประเมินหลายคนลดลงไป การกำหนดความกว้างของการให้คะแนนเป็นเท่าไรนั้น จะต้องมีความ

ความเหมาะสมและมีความชัดเจนในการนิยามที่ครอบคลุมตั้งแต่ แย่ที่สุด (poor) จนถึงดีเลิศที่สุด (excellent)

5. ประเภทของ Rubrics score

ราตรี นันทสุนทร (2553 : 71 - 78) ได้อธิบายประเภทของ Rubrics score ไว้ดังนี้

5.1 การกำหนดเกณฑ์โดยภาพรวม (Holistic Rubrics score) เป็นการให้คะแนนโดยการพิจารณาผลงานของนักเรียนในภาพรวมว่า มีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ในระดับใดบ้าง และมีคะแนนชุดเดียวสำหรับงานชิ้นนั้น ซึ่งจะมีคำอธิบายคุณภาพของงานประกอบการให้คะแนน และตัดสินระดับคะแนนต่าง ๆ ได้ด้วยการให้คะแนนแบบภาพรวม มีวิธีพิจารณาหลายวิธีได้แก่

วิธีที่ 1 กำหนดตามระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วหักจากคะแนนสูงสุดที่ระดับ เช่น การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ราตรี นันทสุนทร.2553 : 73) (อ้างใน เอกรินทร์ สีมหาศาล. 2546 : 237)

คะแนน/ระดับ

4	หมายถึง	คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน
3	หมายถึง	คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูกต้อง อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
2	หมายถึง	เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาดแต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ
1	หมายถึง	แสดงวิธีคิดเล็กน้อย แต่ไม่ได้คำตอบ
0	หมายถึง	ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 2 การกำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย เช่น การให้คะแนนภาพรวมในการประเมินโครงงาน ดังตารางที่ 2.4 (กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. 241. อ้างใน ราตรี นันทสุนทร.2553 : 74) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางบันทึกคะแนนตามระดับคุณภาพของเกณฑ์และคะแนนการประเมินด้วยเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน	ระดับ คะแนน
1. ไม่เข้าใจปัญหา การออกแบบและการใช้เทคนิคไม่ถูกวิธี ทำโครงการได้แต่ไม่สมบูรณ์ การเขียนรายงานต้องช่วยเหลืออย่างมาก	0
2. เข้าใจปัญหาแต่ต้องใช้เวลาอย่างมาก ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบการทดลอง มีความยากลำบากในการปฏิบัติ ต้องได้รับคำแนะนำในการเขียนรายงาน	1
3. แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การออกแบบและเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง งานประสบความสำเร็จบางส่วน การนำเสนอรายงานเป็นลำดับ	2
4 แสดงถึงความเข้าใจปัญหา สามารถการออกแบบและเทคนิควิธีต่าง ๆ จนโครงการประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	3
5. แสดงถึงความเข้าใจปัญหา มีความคิดริเริ่มในการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่าง ๆ จนโครงการประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี	4

5.2 การกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Score) เป็นการกำหนดเกณฑ์โดยจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการประเมินออกเป็นประเด็นๆ การให้คะแนนจะให้ตามระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นที่กำหนดไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการประเมินประเด็นทั้งหมดมารวบรวมอีกครั้งหนึ่ง เช่น การให้คะแนนภาพรวมในการประเมินโครงการ (กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. อ้างใน ราตรี นันทสุคนธ์.2553 : 77-78) ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การให้คะแนนในการประเมินโครงการ

รายการประเมิน	คุณภาพ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	บางส่วนของโครงการแปลกใหม่จากโครงการที่มีผู้ทำอยู่แล้ว	โครงการคล้ายคลึงกับสิ่งที่เคยทำมาแล้ว
2. การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมุติฐาน	สมมุติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน	สมมุติฐานสอดคล้องกับปัญหา	สมมุติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
3. ข้อมูลและข้อเท็จจริงประกอบการทำโครงการ	มีการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงครอบคลุมทุกประเด็นที่ศึกษาอย่างเพียงพอ	มีการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง แต่ครอบคลุมทุกประเด็นที่ศึกษา	ไม่มีการศึกษาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ
4. การออกแบบการทดลอง	สอดคล้องกับสมมุติฐานและควบคุมตัวแปรถูกต้องครบถ้วน	สอดคล้องกับสมมุติฐานและควบคุมตัวแปรยังไม่ครบถ้วน	สอดคล้องกับสมมุติฐานแต่การควบคุมตัวแปรไม่ถูกต้อง
5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องเหมาะสม	เลือกใช้อุปกรณ์บางส่วนถูกต้อง	เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง
6. การดำเนินการทดลอง	ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องสมบูรณ์	ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 2.5 ต่อ

รายการประเมิน	คุณภาพ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
7. การบันทึกข้อมูล	บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาข้อมูลถูกต้องและละเอียด	บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและถูกต้อง	บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา
8. การจัดกระทำข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้องชัดเจน	มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้อง	มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้องบางส่วน
9. การแปลความหมายข้อมูล และสรุปผลข้อมูล	การแปลความหมายถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	การแปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	การแปลความหมายถูกต้องบางส่วน
10. การเขียนรายงาน	มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนสมบูรณ์และชัดเจน	มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนดีแต่ยังไม่ชัดเจน	มีการนำเสนอเป็นขั้นตอนบ้าง

ผู้วิจัยเลือกใช้ Rubrics score ประเภท Analytic Rubrics เนื่องจากการใช้คะแนนในครั้งนี้นี้ถูกแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ส่วนของการต่ออุปกรณ์แต่ละตัว และส่วนของการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน

2.5.5 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะ

กมลวรรณ ตังชนกานนท์ (2557 : 55 – 64) ได้อธิบายการหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. การตรวจสอบความตรง

1.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงเนื้อหาเป็นคุณสมบัติสำคัญที่ควรตรวจสอบ เนื่องจากความตรงเชิงเนื้อหาเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติที่ใช้ในการวัดได้ครอบคลุม และเป็นตัวแทนของมวลพฤติกรรมหรือทักษะการปฏิบัติที่ต้องการจะประเมิน เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมักให้ผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างมิติหรือองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก และคำอธิบายลักษณะการปฏิบัติหรือผลการปฏิบัติของเกณฑ์แต่ละระดับคะแนน โดยให้คะแนนผลการตัดสิน คือ

+1 หมายถึง มิติหรือองค์ประกอบที่ประเมินสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีมิติหรือองค์ประกอบที่ประเมินสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้น

-1 หมายถึง มิติหรือองค์ประกอบที่ประเมินไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้น

จากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างมิติหรือองค์ประกอบที่ประเมินกับวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้นมาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (ITEM-Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตรการคำนวณ (กมลวรรณ ตังชนกานนท์. 2557 : 58)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างมิติหรือองค์ประกอบที่ประเมินกับวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบที่ต้องการประเมิน

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินทั้งหมด

ในการแปลความค่า IOC ที่ได้จากการคำนวณ หากค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป หมายความว่า มิตินั้นของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก สามารถประเมินได้ตามวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้นจริง หากค่า IOC มีค่าน้อยกว่า 0.5 หมายความว่า มิตินั้นของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ไม่สามารถประเมินได้ตามวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้น

1.2 การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์เป็นความสามารถของเครื่องมือประเมินทักษะการปฏิบัติที่ให้ผลสอดคล้องกับเครื่องมือเกณฑ์ที่วัดทักษะการปฏิบัตินั้น แต่เนื่องจากเครื่องมือวัดทักษะที่เป็นมาตรฐานของการวัดภาคปฏิบัตินั้น ไม่สามารถหาได้ง่าย สุวิมล ว่องวานิช (2546) (อ้างใน กมลวรรณ ตังธนากานนท์. 2557 : 58-59) ได้เสนอวิธีการจัดลำดับคุณภาพของผลงานที่เป็นเกณฑ์ โดยพิจารณาคุณภาพของผลงานที่ครูผู้สอนมีอยู่นำมาเป็นเกณฑ์ โดยลดหลั่นตามคุณภาพของผลงาน แล้วจัดกลุ่มผลงานออกเป็น 3 กลุ่ม 4 กลุ่ม หรือ 5 กลุ่ม เช่น หากแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผลงานระดับดี ได้ 3 คะแนน กลุ่มที่ 2 ผลงานระดับปานกลาง ได้ 2 คะแนน กลุ่มที่ 3 ผลงานระดับปรับปรุง ได้ 1 คะแนน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ เป็นผู้จัดกลุ่มผลงาน แล้วยึดผลจากการจัดกลุ่มเป็นเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ เมื่อผู้พัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติต้องการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ให้นำผลงานของนักเรียนในปัจจุบันไปเทียบกับผลงานในกลุ่มที่จัดไว้ จากนั้นนำผลงานที่นักเรียนทำไปให้ครูผู้สอนประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนาขึ้น แล้วบันทึกคะแนนทั้ง 2 ส่วน ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางบันทึกคะแนนตามระดับคุณภาพของเกณฑ์และคะแนนการประเมินด้วยเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

ชิ้นงาน / นักเรียน	คะแนนตามระดับคุณภาพของเกณฑ์	คะแนนผลการประเมินด้วยเครื่องมือที่พัฒนา
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
.....		

จากนั้นนำคะแนนในตารางมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY[(\sum X)(\sum Y)]}{\sqrt{[n\sum X^2(\sum X)^2][n\sum Y^2(\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน
	n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนหรือจำนวนผลงานที่ประเมิน
	X	หมายถึง	คะแนนตามระดับคุณภาพของเกณฑ์
	Y	หมายถึง	คะแนนที่ได้จากการประเมินด้วยเครื่องมือที่พัฒนา

ในการแปลความหมายค่า r_{xy} หากเป็นกรณีทดสอบที่มีขนาดเล็ก หรือมีผู้สอบไม่เกิน 25 คน ค่า r_{xy} มีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ถือว่าเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์อยู่ในระดับที่ใช้ได้ แต่ถ้ากรณีทดสอบขนาดใหญ่ หรือมีผู้เข้าสอบมากกว่า 25 คน ค่า r_{xy} มีค่าตั้งแต่ 0.8 ถึง 0.87 ขึ้นไป ถือว่าเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์อยู่ในระดับที่ใช้ได้

1.3 การตรวจสอบความตรงเชิงจำแนก ความตรงเชิงจำแนกเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือในการแยกความสามารถในทักษะการปฏิบัติของผู้รับการประเมิน ซึ่งแบ่งเป็นทักษะการปฏิบัติระดับสูงและทักษะการปฏิบัติระดับต่ำ ซึ่งทำได้โดยการประเมิน เช่น ครูแยกนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีทักษะการปฏิบัติระดับสูงและกลุ่มที่มีทักษะการปฏิบัติระดับต่ำ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของผลการประเมินทักษะการปฏิบัติของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ สถิติการทดสอบที (t-test) แล้วพิจารณาว่าค่าสถิติที่คำนวณได้มีนัยสำคัญหรือไม่ หากไม่มีนัยสำคัญแสดงว่าค่าเฉลี่ยผลการประเมินของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน นั่นคือ เครื่องมือมีความตรงเชิงจำแนก ครูผู้สอนอาจแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่มได้มากกว่า 2 กลุ่ม เช่น แยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีทักษะการปฏิบัติระดับสูง กลุ่มที่มีทักษะการปฏิบัติระดับปานกลาง และกลุ่มที่มีทักษะการปฏิบัติระดับต่ำ แล้วนำค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) โดยหากผลการวิเคราะห์พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าค่าเฉลี่ยผลการประเมินทักษะการปฏิบัติของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกัน นั่นคือ เครื่องมือมีความตรงเชิงจำแนก

2. การตรวจสอบความเที่ยง

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดและแบบประเมินทักษะการปฏิบัติทั้ง ความเที่ยงแบบวัดซ้ำ ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน และความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ Rubrics score ในการให้คะแนนนักเรียน โดยใช้ผู้ประเมินจำนวน 2 ท่าน จึงใช้การตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน ซึ่งหาจากสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ดังนี้ (กมลวรรณ ตังธนกานนท์. 2557 : 62 – 64)

การตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน การตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผลการประเมินทักษะการปฏิบัติด้วยเครื่องมือการประเมินเดียวกัน โดยใช้ผู้ประเมินมากกว่า 1 ท่าน เช่น การประเมินทักษะการปฏิบัติด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกด้วยผู้ประเมิน 2 ท่าน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY[(\sum X)(\sum Y)]}{\sqrt{[n\sum X^2(\sum X)^2][n\sum Y^2(\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy}	หมายถึง	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน
n	หมายถึง	จำนวนนักเรียน
X	หมายถึง	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1
Y	หมายถึง	คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2

ในการแปลความหมายค่า r_{xy} หากเป็นกรณีการทดสอบที่มีขนาดเล็ก หรือมีผู้สอบไม่เกิน 25 คน ค่า r_{xy} มีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ถือว่าเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์อยู่ในระดับที่ใช้ได้ โดยถ้า r_{xy} มีค่าตั้งแต่ 0.7 แต่ไม่ถึง 0.8 ถือว่าเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนในกรณีที่ค่า r_{xy} มีค่าตั้งแต่ 0.8 ถึง 1.0 ถือว่าเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

พฤทธิวรรณ ช่วงพิทักษ์ (2560 : 94-100) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การนำเสนอข้อค้นพบด้วยสื่อเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และการจับฉลาก 2 ห้อง ซึ่งการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การนำเสนอข้อค้นพบด้วยสื่อเทคโนโลยี ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก 2) บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การนำเสนอข้อค้นพบด้วยสื่อเทคโนโลยี มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการนำเสนอหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัทธพล ด้านสกุล (2558 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างการโปรแกรม และการกำกับตนเองของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยการเลือกห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน และจัดเป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพของเว็บไซต์พอดคาสต์ 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 32 คน และกลุ่มทดลองที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการกำกับตนเองของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเอง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 12 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของเว็บไซต์พอดคาสต์สำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กลวิธีการกำกับตนเอง เรื่อง โครงสร้างการโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 81.07/83.35 2) นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างการโปรแกรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองมีการกำกับตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Justin Wageman (2014 : Abstraction) ได้ศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับนักเรียนที่มีคุณภาพสำหรับการเรียนวิชาเคมีขั้นสูงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลายของโรงเรียน Davies High School เมือง Fargo รัฐ North Dakota ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนที่เรียนในปี 2011 – 2012 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่เรียนในปี 2012-2013 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิเคราะห์ผลทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้สถิติ T-test independent ผลจากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลคะแนนปฏิบัติสูงกว่าอีกกลุ่มโดยเฉลี่ย และนักเรียนที่เรียน

ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีความถึงพอใจในด้านสื่อที่สามารถหยุดชั่วคราวย้อนกลับ หรือดูซ้ำได้

Lisa W. Johnson (2012 : Abstraction) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการจัดการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลับด้าน หลักสูตรมัธยมศึกษา(คอมพิวเตอร์ประยุกต์) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยตรวจสอบประโยชน์ ข้อบกพร่อง การรับรู้ และผลการเรียน จากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้เทคโนโลยี พบว่านักเรียนที่เรียนคอมพิวเตอร์จะได้รับประโยชน์จากวิธีการสอนแบบกลับด้าน เนื่องจากการเปลี่ยนเวลาเรียนเป็นการทำกิจกรรมเพื่อการทำงานเป็นกลุ่มความร่วมมือ

Jeremy F. Strayer (2012 : Abstraction) การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลต่อ ความร่วมมือ นวัตกรรม และการแนะนำงาน โดยสรุปได้ว่า ปัจจุบันการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ นำมาสู่การเรียนแบบผสมผสาน ห้องเรียนกลับด้านการเรียนแบบผสมผสานแบบพิเศษที่ใช้เทคโนโลยี มาทำให้เรียนเรียนออกไปนอกห้องเรียน และใช้กิจกรรมการฝึกฝนเข้ามาในห้องเรียนแทน งานวิจัยนี้เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติของวิชาสถิติในมหาวิทยาลัยเดียวกัน งานวิจัยนี้ใช้วิธีการศึกษาแบบผสมผสานระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นทรัพย์สินของวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย (College and University Classroom Environment Inventory- CUCEI) การสืบหาสภาพแวดล้อมใช้วิธีการสัมภาษณ์ การสังเกตของห้องเรียนทั้งสองแบบ นักเรียนที่เรียนแบบห้องเรียนกลับด้านไม่ค่อยพอใจกับการเรียนแบบโครงสร้างที่สั่งงานในห้องเรียน แต่กลับเปิดใจในการเรียนแบบร่วมมือและนวัตกรรมการเรียนการสอนแบบใหม่ ๆ

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

วรรณะ คัทจันทร์ (2558 : 80-86) บทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาการสร้างผลงานด้วยคอมพิวเตอร์ ถูกออกแบบ และพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ร่วมกับการใช้เทคนิคการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน โดยจะมีการแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อศึกษาเนื้อหา และทำกิจกรรมภายในบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีการพัฒนาในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาการสร้างผลงานด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสตริง 2) เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ เรียนด้วยวิธีปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ที่เรียนวิชาการสร้างผลงานด้วยคอมพิวเตอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2557 ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 3 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.86:83.11 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสตริง ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน อีเลิร์นนิ่งโดยใช้

ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมีเจตคติโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.13$, $S=0.68$) เจตคติที่มากที่สุดคือสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ง่าย ($\bar{X}=4.58$, $S=0.58$) รองลงมาคือ กระตุ้นให้ นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเรื่องตัวแปรชนิดอาเรย์และสตริงมากขึ้น ($\bar{X}=4.35$, $S=0.69$) ส่วนเจตคติที่น้อยที่สุดคือสามารถฝึกฝนนักเรียนให้เขียนโปรแกรมได้อย่างชำนาญ ($\bar{X}=3.81$, $S=0.57$)

ัญญลักษณ์ วจนะวิศิษฐ์ (2558:บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีประสิทธิภาพ 85.90/80.80 ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคะแนนการทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้บทเรียนที่สร้างขึ้นมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.77$ SD.=0.82)

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรม

สาวิตรี หงษา (2560 : 73-79) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 2) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 3) บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 4) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีค่าดัชนีความ สอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างผู้ประเมิน 2 คน ด้านผลการปฏิบัติ เท่ากับ 0.912 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ t-test แบบ dependent samples

พิจิตรา ศิริวัฒน์ (2559 : 65-60) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาโปรแกรมภาษาซี เรื่องโครงสร้างภาษาซีและการเขียนผังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 3 ห้องเรียน จากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาโปรแกรมภาษาซี เรื่องโครงสร้างภาษาซี และการเขียนผังงาน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสตรีวิทยา ซึ่งผลการวิจัยพบว่าคุณภาพ

ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.29, S=0.16$) คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X}=4.35, S=0.20$) ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 86.15/83.38 และ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาโปรแกรมภาษาซี เรื่องโครงสร้างภาษาซีและการเรียนผังงาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วรฉลวร พิสิษฐกุลธรรกิจ (2558 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมคำสั่งวนซ้ำเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคโพสต์-อิต โน้ต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชา การเขียนโปรแกรม ของโรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้อง รวม 48 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยนักเรียนมีระดับการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกัน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์ วิชาการเขียนโปรแกรม เรื่องคำสั่งวนซ้ำ มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.78$) โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.91$) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.64$) บทเรียนออนไลน์วิชาการเขียนโปรแกรม เรื่อง คำสั่งวนซ้ำ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 88.57/87.20 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา การเขียนโปรแกรม เรื่อง คำสั่งวนซ้ำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระดับความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรม เรื่องคำสั่งวนซ้ำ ด้วยบทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศพบว่า การใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสามารถนำมาปรับใช้ด้วยกันเพื่อเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมหรือการทดลองในห้องเรียน เพราะนักเรียนสามารถเรียนเนื้อหาผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่งมาก่อนเข้าห้องเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ ซึ่งช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน อีกทั้งยังเป็นการแก้ปัญหาเรื่องเวลาไม่เพียงพอในการทำการทดลองหรือทำกิจกรรมในห้องเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผู้วิจัยได้ดำเนินการดังหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 175 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา จำนวน 2 ห้อง รวม 63 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 34 คน
- กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะ จำนวน 25 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง การโปรแกรมและการต่ออุปกรณ์ในบอร์ดขนาดเล็ก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลายโดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 แผน คิดเป็น 6 คาบ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ปุ่มกด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการต่อบอร์ดโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

2. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3. บทเรียนอีเลิร์นนิ่งและแบบฝึกหทบทวนสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย

4. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะการปฏิบัติของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย เป็นแบบข้อคำถามเพื่อการปฏิบัติ

3.2.1 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยยึดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กระบวนการวัดและประเมินผล ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และแนวการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์และเนื้อหาวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ของโรงเรียนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

3. ศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

4. วิเคราะห์เนื้อหา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และองค์ประกอบในการจัดกิจกรรม สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและช่วงวัยของนักเรียน

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้กรอบแนวคิดของ อารมณ์ ใจเที่ยง (2553 : 230 – 231) จำนวน 3 แผนรวม 6 คาบ

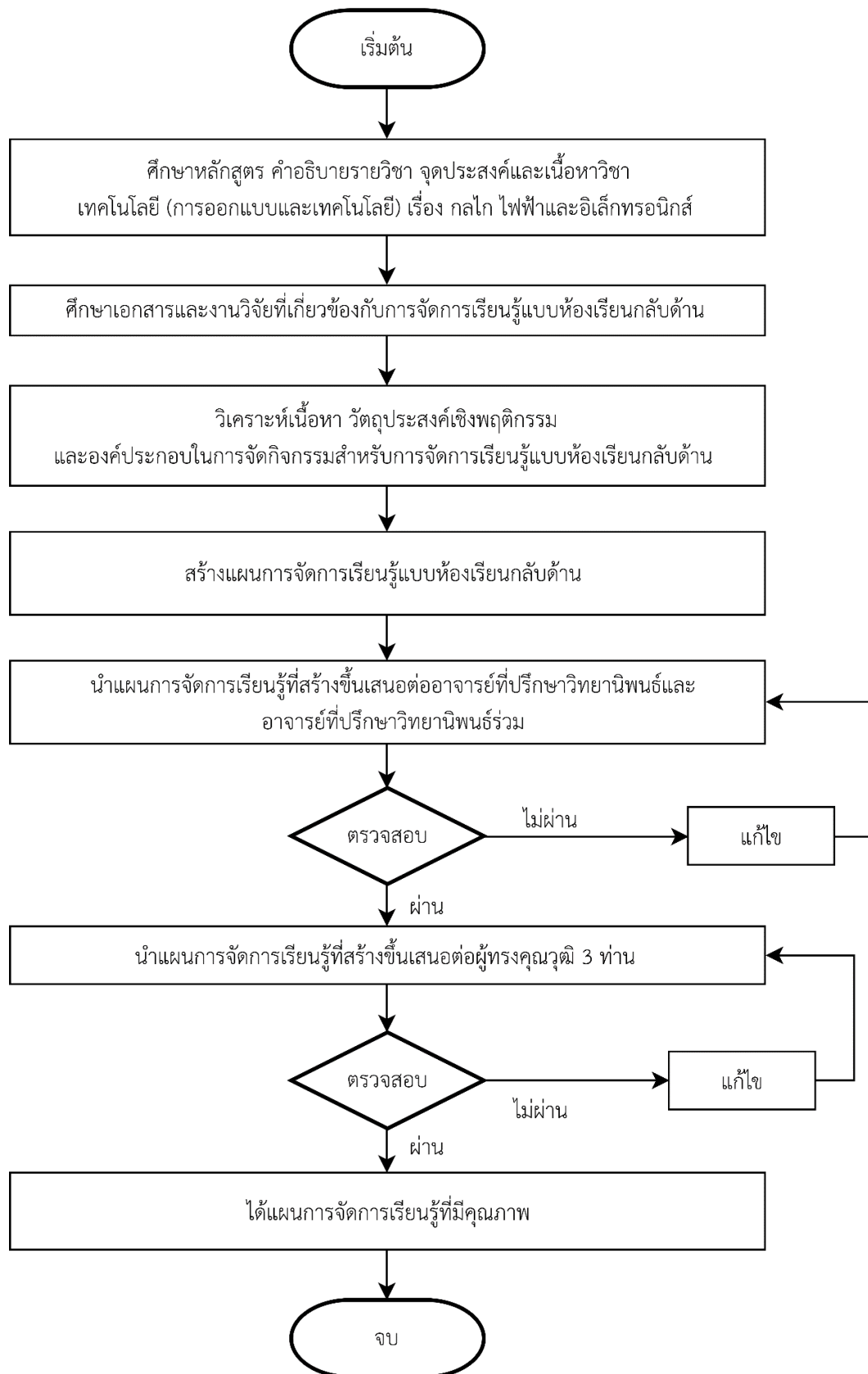
6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อประเมินและตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้อง และนำคำแนะนำต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบ และประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ และนำคำแนะนำมาปรับใช้ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้งานจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีทั้งสิ้น 3 ท่าน ได้แก่

1. คุณครุณัฐริกา ทองสมนึก ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล

2. รองศาสตราจารย์ ดร. อัครพงศ์ สุขมาตร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ อดุสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญจันทร์ สีสันต์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อประเมินและตรวจสอบความถูกต้อง และนำคำแนะนำต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

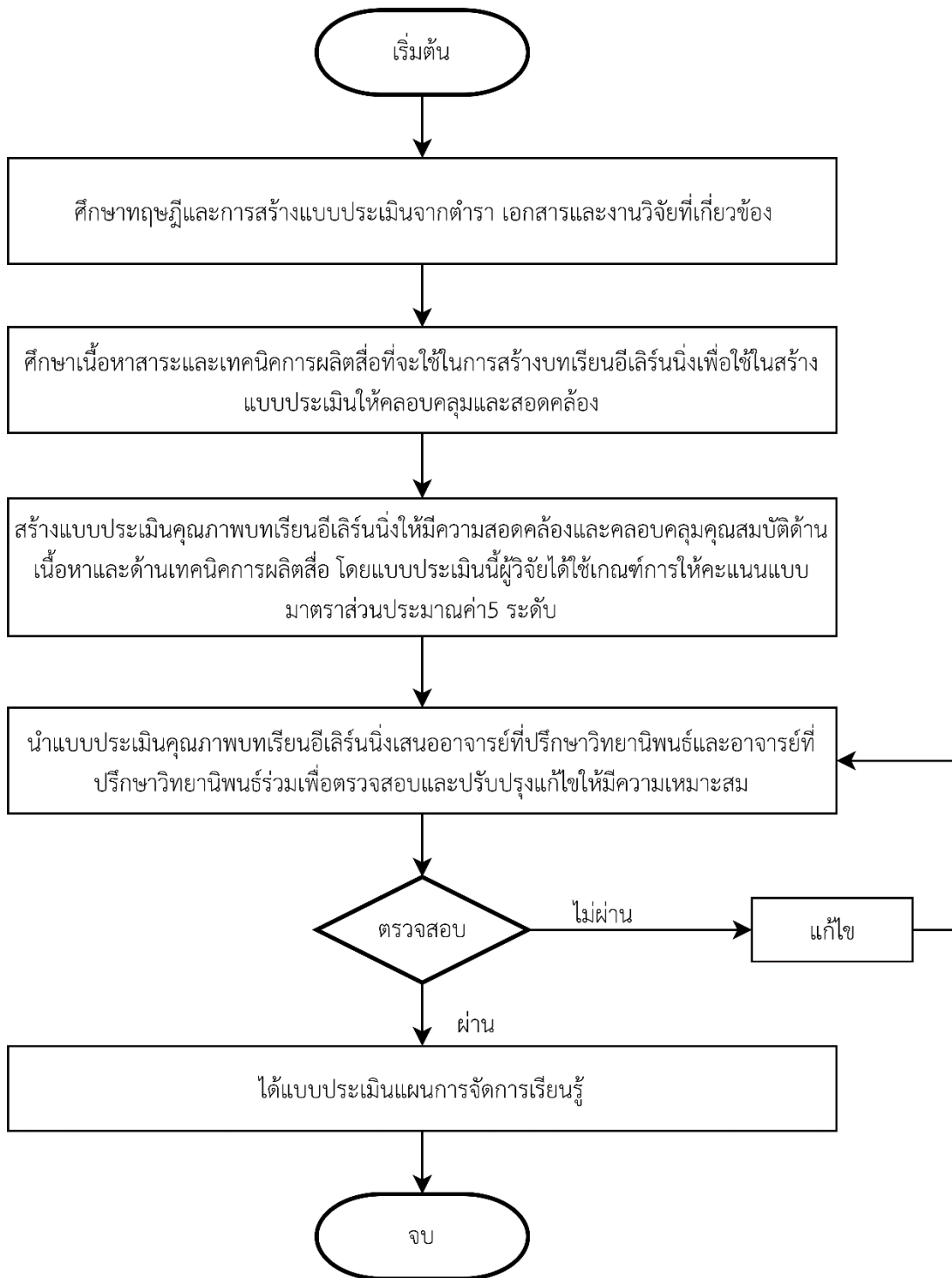
2. ศึกษาเนื้อหาและเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่จะใช้ในงานวิจัยเพื่อใช้สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา

3. สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านให้มีความสอดคล้องและครอบคลุมคุณสมบัติ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

แบบประเมินคุณภาพมีลักษณะการให้คะแนนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (พรรณี ลีกิจวัฒน์.2559 : 171-172) มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	พอใช้
2	หมายถึง	ไม่ดี
1	หมายถึง	ไม่ดีเลย

4. นำแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.3 ขั้นตอนการสร้างและการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยได้ดำเนินออกแบบและสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผน (Planning)

1.1 กำหนดเป้าหมาย คือ พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 กลุ่มเป้าหมายและความต้องการในการเรียน ศึกษาลักษณะทั่วไปของนักเรียน ได้แก่ อายุ ระดับความรู้พื้นฐาน ระดับการเรียนรู้ ค่านิยม ทักษะคิด และวิเคราะห์เหตุผลในการเรียนของนักเรียน

1.2.2 เนื้อหาวิชา พิจารณาเป้าหมายว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ แล้วจึงกำหนดหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย และเรียงลำดับเนื้อหาตามความสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยจัดเนื้อหาเรียงเนื้อหาในส่วนของอุปกรณ์แสดงผลนั้นคือ หลอดไฟ แล้วจึงต่อด้วยเนื้อหาในส่วนของอุปกรณ์รับข้อมูล ได้แก่ ปุ่มกด และตัวต้านทานปรับค่าตามแสง เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องอุปกรณ์รับข้อมูลจะได้นำความรู้ในเรื่องของอุปกรณ์แสดงผลมาใช้ในบทเรียน

1.2.3 ทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยวิเคราะห์ทรัพยากรที่มีอยู่และทรัพยากรที่ต้องการ เพื่อให้ผู้จัดทำรู้ว่าสิ่งใดที่ยังขาด แล้วจึงวิเคราะห์หาแหล่งทรัพยากรที่จะนำมาเสริม ซึ่งการวิเคราะห์พบว่า คอมพิวเตอร์ในห้องเรียนมีจำนวนเพียงพอต่อนักเรียน แต่สิ่งที่ยังขาดคือชุดอุปกรณ์และบอร์ด Arduino Uno ที่ใช้ในการปฏิบัติ ครูที่เลี้ยงจึงแนะนำให้นักเรียนซื้อกันเองโดยนักเรียนสามารถจับกลุ่มกัน 3 คนแล้วซื้อ 1 ชุดอุปกรณ์ โดยชุดอุปกรณ์นี้นักเรียนยังคงต้องใช้ไปจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัย

1.3 กำหนดแผนการปฏิบัติงาน โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นระยะ ๆ แต่ละช่วงมีภารกิจใดที่ต้องดำเนินการ ควรใช้เวลาเท่าใด และมีเป้าหมายที่ชัดเจนในแต่ละขั้น

2. การออกแบบ (Design)

2.1 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม บ่งบอกสิ่งที่คาดหวังว่า นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาหลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้เรื่อง การโปรแกรมและต่อบอร์ดขนาดเล็ก

2.2 เขียนเนื้อหา รวบรวมเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจากผู้ทรงคุณวุฒิ มาทำการเขียนเรียบเรียงใหม่ตามหัวข้อที่วางแผนไว้ โดยพิจารณาให้เหมาะสมต่อการนำเสนอด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

2.3 วางโครงสร้างบทเรียน โดยออกแบบส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนคร่าว ๆ ไม่ว่าจะเป็นส่วนของบทนำ เนื้อหา แบบฝึกหัด

2.4 เขียนผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรม โดยผังงานจะแสดงการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบของบทเรียนในลักษณะที่ละเอียดกว่าโครงสร้าง เพราะผังงานจะแสดงให้เห็นทางเลือกของการทำงานของโปรแกรม และทิศทางการไหลของข้อมูล

2.5 ร่างส่วนประกอบต่าง ๆ เป็นการร่างการออกแบบหน้าของของบทเรียนคร่าว ๆ โดยในบทเรียนอีเลิร์นนิ่งจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียน ส่วนของการท้อบอร์ตและอุปกรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยการสาธิตการต่อและภาพวงจร และส่วนของการอธิบายการเขียนโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยผังงานที่อธิบายการทำงานและแสดงโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นบนโปรแกรม Arduino Uno

2.6 เขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard) โดยการทำให้ฟอร์มรายละเอียดของหน้าจอลงในกระดาษหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่เฟรมแรกจนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียนโดยแสดงรายละเอียด ภาพ และเงื่อนไขการทำงาน เพื่อทำไปพัฒนาออกมาเป็นบทเรียน

3. การพัฒนา (Development)

3.1 สื่อ ในการนำเสนอเนื้อหา วิเคราะห์สตอรี่บอร์ดว่าในแต่ละหน้าจอต้องใช้สื่อประกอบการนำเสนออะไรบ้าง แล้วแยกออกมาเป็นรายการในแต่ละประเภทดังนี้

3.1.1 ข้อความ พิมพ์ข้อความและบันทึกลงในไฟล์ word เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปสร้างบทเรียน

3.1.2 ภาพและกราฟิก ออกแบบภาพนิ่งในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรมจำลองวงจร

3.1.3 เสียง บันทึกเสียงบรรยายของตนเอง และหาดนตรีประกอบโดยคำนึงถึงลิขสิทธิ์

3.1.4 วิดีทัศน์ เขียนสคริปต์ จัดหาอุปกรณ์ที่จะถ่ายวิดีโอทัศน์ หลังจากถ่ายทำเสร็จแล้ว นำวิดีโอทัศน์มาตัดต่อเพื่อให้ได้ส่วนที่ต้องการ และนำเสียงและดนตรีมาประกอบวิดีโอทัศน์

3.2 แบบบททวนหลังจากการดูวิดีโอทัศน์ โดยแบบบททวนมีทั้งแบบ 4 ตัวเลือกและแบบเติมคำตอบสั้นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหาบทเรียน

3.3 การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น ผู้วิจัยทดลองเรียนจากบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อผิดพลาดของเนื้อหาและการใช้งาน แล้วจึงนำข้อผิดพลาดนั้นมาปรับปรุงแก้ไข

4. การประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise)

4.1 เป็นการนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4.2 นำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ผ่านการแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อทำการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อแต่ละ 3 ท่าน

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ประกอบด้วย

1. คุณครูวุฒิชัย อริยะชัยประดิษฐ์ ครู โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา
2. คุณครูณัฏฐวัฒน์ ทรัพย์เจริญ ครูชำนาญการ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เพชรแสงสี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

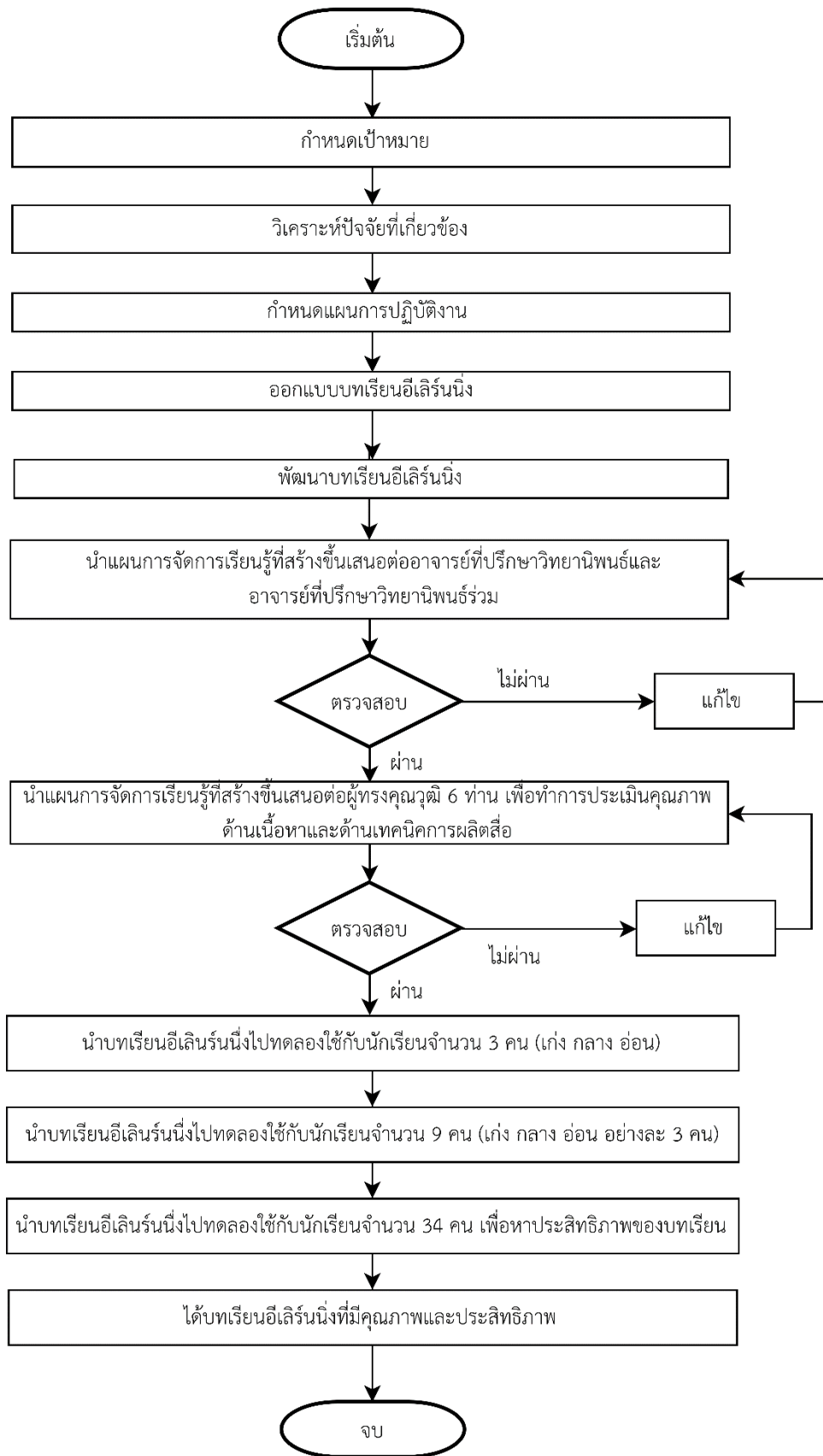
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประกอบด้วย

1. คุณครูพัชรสุดา อ่างมณี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกันทรารมณ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตันติวังศ์วานิช อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำพล ทองระอา อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.3 การทดลองใช้กับนักเรียน (Learner Try-out) นำบทเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

4.3.1 Pilot Testing ทดลองใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่จะใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ทดลองกับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย 3 คน (เก่ง กลาง อ่อน) จะทำให้ผู้ออกแบบได้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนคือ นักเรียนบางคนคิดว่าการพูดในบทเรียนเร็วเกินไป ผู้วิจัยจึงได้นำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน แล้วจึงทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย 9 คน (เก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 3 คน) แล้วสังเกตปัญหาและซักถามนักเรียน จึงได้ข้อเสนอแนะคือ ไม่ยากให้มีเสียงดนตรีประกอบระหว่างการบรรยาย ผู้วิจัยจึงได้นำข้อเสนอแนะนั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกครั้ง

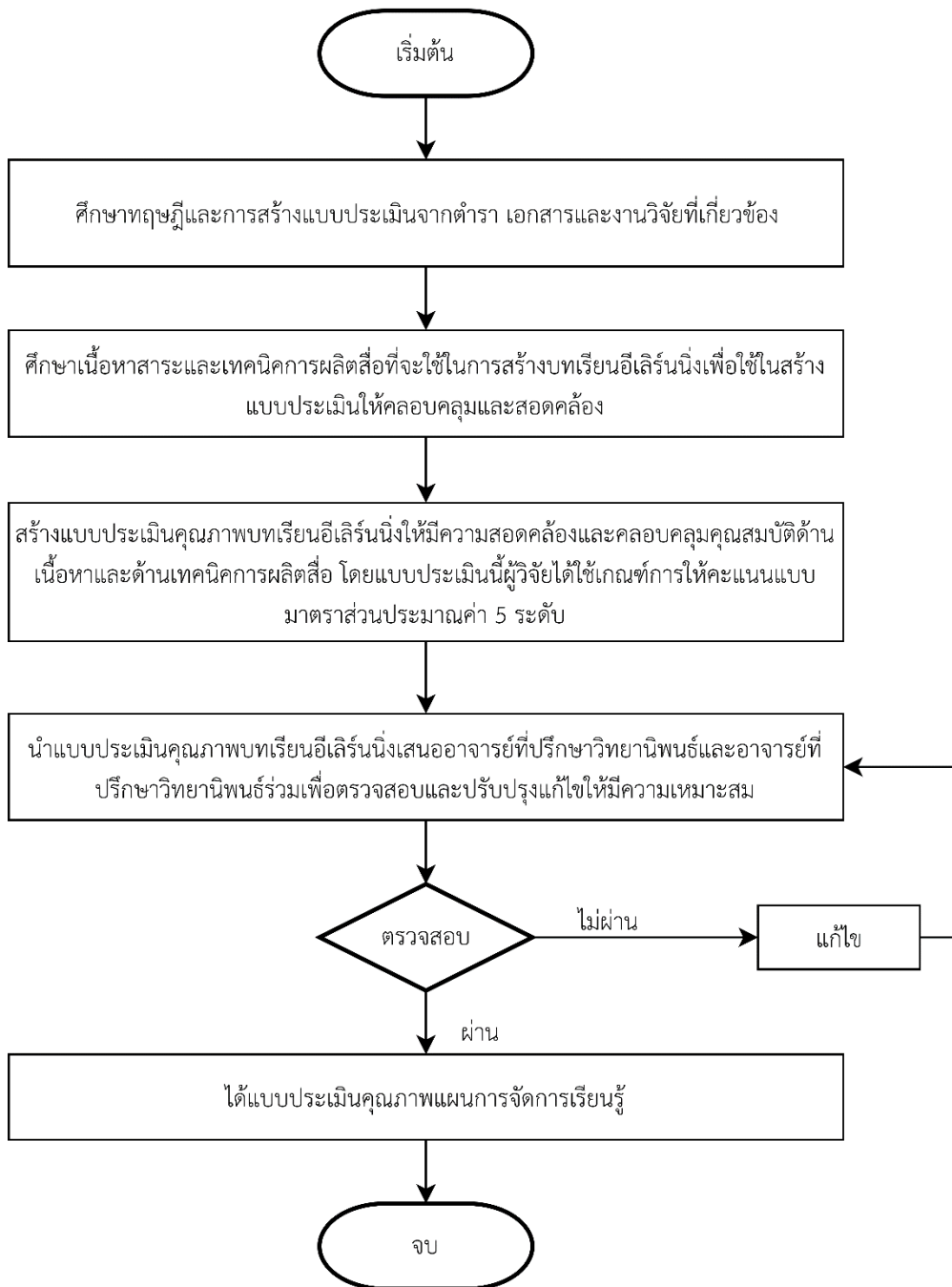
4.3.2 Field Testing เป็นการนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย 34 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (E1/E2)



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างและการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

3.2.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

1. ศึกษาทฤษฎีและการสร้างแบบประเมินจากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาเนื้อหาสาระและเทคนิคการผลิตสื่อที่จะใช้ในการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อใช้ในการสร้างแบบประเมินให้ครอบคลุมและสอดคล้อง
3. สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งให้มีความสอดคล้องและครอบคลุมคุณสมบัติด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้วิจัยได้แบ่งแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออกเป็น 2 ชุดได้แก่ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบบประเมินนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
4. นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

3.2.5 การสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ การเขียนแบบทดสอบและการวิเคราะห์แบบทดสอบ

2. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้โดยใช้ทฤษฎีการวัดทักษะพิสัยของ Dave's Taxonomy ชั้นที่ 3 คือ ชั้นการกระทำอย่างถูกต้องแม่นยำ (precision)

4. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อทำการพิจารณาตรวจสอบหาข้อบกพร่องของข้อสอบพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

5. นำข้อสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 3 ท่าน

1. คุณครูณัฐริกา ทองสมนึก ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล

2. นายนันท์วัฒน์ ทรัพย์เจริญ ครูชำนาญการ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา คิตติ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา (IOC) โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. นำบันทึกผลการพิจารณาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะแต่ละข้อ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นรายข้อ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตร (พรรรณี ลีกิจวัฒน์.2559 : 195)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 ΣR แทน ผลรวมของคะแนนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

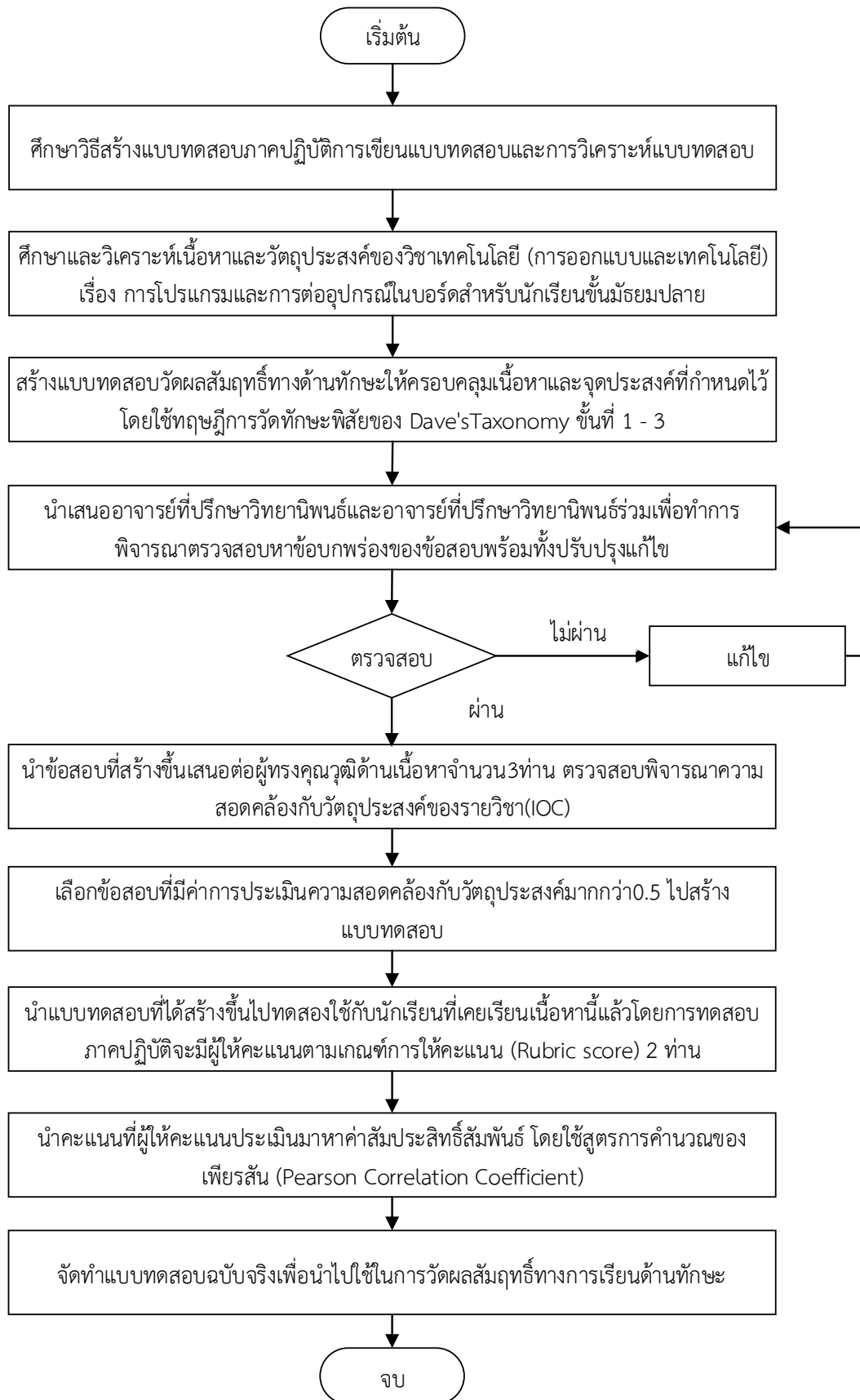
ในการแปลความค่า IOC ที่ได้จากการคำนวณ หากค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป หมายความว่า ข้อสอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก สามารถประเมินได้ตามวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้นจริง หากค่า IOC มีค่าน้อยกว่า 0.5 หมายความว่า ข้อสอบและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ไม่สามารถประเมินได้ตามวัตถุประสงค์หรือนิยามขององค์ประกอบนั้น

7. เลือกข้อสอบที่มีค่าการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากกว่า 0.5 ไปสร้างแบบทดสอบ

8. นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปทดสอบใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหาแล้ว โดยการทดสอบภาคปฏิบัติจะมีผู้ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric score) จำนวน 2 ท่าน

9. นำคะแนนที่ผู้ให้คะแนนประเมินในข้อ 8 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและแบบประเมินทักษะการปฏิบัติ ผู้วิจัยเลือกการหาความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน 2 ท่าน โดยใช้สูตรการคำนวณของเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) โดยผลการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง 0.97 – 0.99 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์สัมพันธ์ที่ใช้ได้ คือ ตั้งแต่ 0.70

10. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่สร้างขึ้นทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยแจ้งกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 จำนวน 34 คน ให้ทราบขั้นตอนและวิธีการใช้งานบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
2. ให้นักเรียนศึกษา เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยตนเองที่บ้าน จากบทเรียนอีเลิร์นนิ่งผ่านคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน และทำแบบฝึกหัดทวนท้ายบทเรียน
3. ในคาบเรียนผู้วิจัยได้ถามคำถามนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนที่ให้ศึกษา และสรุป บทเรียนก่อนให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามใบงานที่กำหนดไว้ในบทเรียน เพื่อนำผลไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนตามโจทย์ที่กำหนดเพื่อนำผลไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
5. นำผลการประเมินมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแล้ว นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.3.2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งทดลองโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดหลังให้สิ่งทดลอง (one shot-case study design) เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 75 (พรรณี ลีกิจวัฒน์.2559 : 289) ผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาในการทดลองการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาทดลองประมาณ 6 คาบโดยทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งมีรูปแบบการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนภาพการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดหลังให้สิ่งทดลอง

กลุ่ม	วัดก่อน	สิ่งทดลอง	วัดหลัง
E	-	X	T

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพการทดลอง

E แทน กลุ่มนักเรียนที่เป็นตัวอย่างในทดลอง 25 คน

T แทน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

X แทน การให้สิ่งทดลอง

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 1 ห้องเรียน
2. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งให้นักเรียนทราบ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้อง
3. เมื่อนักเรียนศึกษาครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการประเมินทักษะการปฏิบัติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น
4. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

1.1 การหาค่าเฉลี่ย (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 244-245)

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{x} หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนในชุดข้อมูล

n หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 246-248)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x หมายถึง คะแนนในแต่ละชุดข้อมูล

\bar{x} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน

n หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.3 เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 179) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และ
บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ และบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	น้อย
1.00-1.49	น้อยที่สุด

ในการประเมินนั้นจะต้องได้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งวิชา วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบ
และเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75 : 75 โดยใช้สูตร E_1/E_2
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2550 : 138) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{NA} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{NB} \times 100$$

เมื่อ E_1	หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X_1$	หมายถึง คะแนนรวมของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
$\sum X_2$	หมายถึง คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
A	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
B	หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะวิชา วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 ไว้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้สถิติการทดสอบที (One-sample test for the mean) (ล้วน สายยศ. 2540 : 240) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$df = n - 1$$

$$\alpha = .05$$

เมื่อ \bar{x}	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
S	หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
df	หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2) เพื่อพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ระหว่างหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75

4.1 ผลการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

4.1.1 ผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 แผน ได้แก่

เรื่องที่ 1 การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

เรื่องที่ 2 การต่อบอร์ดโดยใช้ ปุ่มกด

เรื่องที่ 3 การต่อบอร์ดโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

ใช้เวลารวม 6 คาบเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเน้นที่การเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนที่บ้าน (นอกห้องเรียน) และลงมือปฏิบัติในห้องเรียน จึงทำให้ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าห้องเรียน
2. การถาม-ตอบจากการเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
3. การลงมือปฏิบัติทดลอง

4.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

ตารางที่ 4.1 ผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.44	0.53	ดี
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และ เจตคติ	4.33	0.58	ดี
1.2 พฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดได้	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 พฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัย ของนักเรียน	4.33	0.58	ดี
2. มาตรฐานนักเรียน	4.67	0.52	ดีมาก
2.1 มาตรฐานนักเรียนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 มาตรฐานนักเรียนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ เนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
3. มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน	4.33	0.52	ดี
3.1 มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ระบุสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
3.1 มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ระบุสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี

ตารางที่ 4.1 ต่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
4. เนื้อหา	4.50	0.55	ดีมาก
4.1 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาและทันสมัย	4.67	0.58	ดีมาก
4.2 เนื้อหาครบถ้วนและเพียงพอ	4.33	0.58	ดี
5. สารสำคัญ	4.50	0.55	ดีมาก
5.1 สารสำคัญมุ่งแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 สารสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
6. กิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน	4.56	0.51	ดีมาก
6.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
6.2 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนฝึกคิดอย่างหลากหลาย	4.67	0.58	ดีมาก
6.3 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
6.4 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง	4.33	0.58	ดี
6.5 กิจกรรมการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนมีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน	4.33	0.58	ดี
6.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน	4.67	0.58	ดีมาก
7. สื่อ นวัตกรรม หรือแหล่งเรียนรู้	4.56	0.51	ดีมาก
7.1 สื่อ/อุปกรณ์/นวัตกรรมหรือแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
7.2 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับนักเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
7.3 นักเรียนมีโอกาสได้ใช้สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ได้ทั่วถึง	4.67	0.58	ดีมาก
7.4 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
7.5 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้้อย่างหลากหลาย	4.00	1.00	ดี
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.67	0.5	ดีมาก
8.1 วิธีและเครื่องมือวัดผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
8.2 วิธีและเครื่องมือวัดผลที่มีความหลากหลาย	4.67	0.58	ดีมาก
8.3 การวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
9. กิจกรรมเสนอแนะ	4.67	0.58	ดีมาก
9.1 กิจกรรมที่นำเสนอแนะตบสนองนักเรียนเป็นรายบุคคล	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.54	0.52	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.54$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับดี มาก ($\bar{X} = 4.67$) ด้านกิจกรรมเสนอแนะอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$) ด้านมาตรฐานนักเรียนอยู่ใน ระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$) ด้านสื่อ นวัตกรรม หรือแหล่งเรียนรู้ที่อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$) ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.50$) ด้านสาระสำคัญอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.50$) ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.44$) ด้านมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$)

4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

4.2.1 ผลการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแต่ละเรื่องประกอบไปด้วย วีดีโอการสอนแบบสาธิตการต่อบอร์ดและการเรียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน แบบฝึกทบทวน ท้ายบทเรียน และใบงาน โดยนักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาโดยเรียนรู้จากวีดีโอ และทำแบบฝึก ทบทวนท้ายบทเรียนก่อนเข้าสู่ห้องเรียนเพื่อปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้าน

4.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์

การหาคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ขอ ความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน เพื่อตรวจและประเมินบทเรียนอีเลิร์นนิ่งทั้งด้าน เนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งผลการประเมินเป็นไปดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการหาคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการนำเสนอมีลติมีเดีย	4.62	0.59	ดีมาก
1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ มีการจัดวางเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม	4.33	1.15	ดี
1.2 สีของพื้นหลังไม่รบกวนการมองเห็นเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ขนาด และสีสันทของตัวอักษรเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ขนาดและตำแหน่งในการจัดวางปุ่มมีความเหมาะสม และสื่อความหมายที่ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความคงที่ของการเปลี่ยนหน้าจอ (ไม่กระโดด และไม่ทำให้สับสน)	4.67	0.58	ดีมาก
1.6 เสียงบรรยายชัดเจน และเสียงดนตรีประกอบเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
1.7 ความยาว ขนาดของภาพ และการสื่อความหมายของวิดีโอเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
2. ด้านปฏิสัมพันธ์	4.33	0.87	ดี
2.1 มีรูปแบบการใช้บทเรียนที่แน่นอน	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 วิธีการส่งคำตอบคืนมีความเหมาะสม	4.33	1.15	ดี
2.3 วิธีการเฉลยแบบฝึกหทบทวนท้ายบทเรียนมีความเหมาะสม	4.00	1.00	ดี
3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน	4.67	0.49	ดีมาก
3.1 การเข้าถึงเนื้อหาว่าง่ายและสะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและเปลี่ยนหน้าจอ	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 การเข้าและการออกจากบทเรียนทำได้ง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
3.4 การให้โอกาสเลือกเรียนบทเรียนก่อนหน้า	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.64	0.48	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหา มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.64$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านโครงสร้างของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$) ด้านการนำเสนอมีลติมีเดียอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.62$) ด้านปฏิสัมพันธ์อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$)

ตารางที่ 4.3 ผลการหาคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ด้านเทคนิค การผลิตสื่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.61	0.50	ดีมาก
1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความสอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	0.58	ดี
1.5 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ	4.33	0.58	ดี
1.6 ความเหมาะสมของแบบทบทวนท้ายบทเรียน	4.33	0.58	ดี
2. ด้านปฏิสัมพันธ์	4.56	0.53	ดีมาก
2.1 การนำเสนอเนื้อหาเสริมสร้างความเข้าใจมากขึ้น	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 วิธีการนำเสนอเนื้อหา เหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
2.3 การแจ้งผลการทำแบบฝึกทบทวนท้ายบทเรียนมีความเหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน	4.73	0.46	ดีมาก
3.1 การเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 การเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
3.4 การเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3.5 การออกจากโปรแกรมที่สะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.57	0.63	ดีมาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.62$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านด้านโครงสร้างของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.73$) เนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.61$) ด้านปฏิสัมพันธ์อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.56$)

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ประสิทธิภาพของ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์	n	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ประสิทธิภาพของ บทเรียน (E_1/E_2)
ระหว่างเรียน	34	90	81.14	90.16	90.16/93.40
หลังเรียน		90	83.43	93.43	

จากตารางที่ 4.4 พบว่า บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์ ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 81.14 และมีคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน อยู่ที่ 83.43 ซึ่งมีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 90.16/93.40 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75

4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 ได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ที่กำหนด

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ			คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75		df	t
n	คะแนนเต็ม	ร้อยละ	\bar{X}	ร้อยละ	24	13.01
25	90	100	85.16	94.62		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สูงกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กับเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.2 สมมุติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะในการเรียนเรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 175 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่เรียนวิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา โดยวิธีการสุ่มอย่างตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 2 ห้อง รวม 63 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง การโปรแกรมและการต่ออุปกรณ์ในบอร์ดขนาดเล็ก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลายโดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 แผน คิดเป็น 6 คาบ
2. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
3. บทเรียนอีเลิร์นนิ่งและแบบฝึกทบทวนสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย
4. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะการปฏิบัติของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชา เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย เป็นแบบข้อคำถามเพื่อการปฏิบัติ โดยค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.43 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.31 และค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Pearson Correlation Coefficient) โดยผลการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง 0.97 – 0.99

5.1.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการตรวจสอบและการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพและนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2. การหาคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการประเมินคุณภาพของบทเรียน และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และวิธีการใช้งานบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยนักเรียนเรียนเนื้อหาที่ละเอียดด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเรียนจบหนึ่งเรื่องนักเรียนจะต้องทำใบงานเพื่อเก็บคะแนนของกระบวนการ แล้วหาประสิทธิภาพของกระบวนการ หลังจากเรียนจบและทำใบงานจนครบทุกเรื่อง นักเรียนจะต้องทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เพื่อวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทปฏิบัติ

การต่อบอร์ดและการเขียนโปรแกรมของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างต่อบอร์ดและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานหลังจากเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ครบทุกเรื่อง เพื่อนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และการหาคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โดยการหาค่า E_1/E_2

3. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ

บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติการทดสอบที (One-sample test for the mean)

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไกไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.54$)
2. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.64$) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.57$)
3. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์มีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 90.16/93.43 ซึ่งมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 75/75
4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 อภิปรายเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไกไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.61$) ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553 : 230 – 231) โดยเริ่มจากการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นแล้วตรงตามที่หลักสูตรวางไว้ หลังจากนั้นจึงออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านตามแนวคิดของ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams (2559 : 15) เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการลงมือปฏิบัติทดลองในห้องเรียนมากยิ่งขึ้นโดยให้นักเรียนศึกษาบทเรียนจากที่บ้าน (นอกห้องเรียน) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติ หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์กระบวนการประเมินผล และแหล่งการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และครูที่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาทำการปรับปรุงแก้ไข จึงนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้

ผู้ทรงคุณวุฒิ ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของ วรณ กาญจน์ บุญย (2561 : 73-79) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการจัดการ เรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ มีคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58$) ทำให้นักเรียนกลุ่ม ตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะที่ดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศอิทธิวรรณ ช่วง พิทักษ์ (2560:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับ ทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การนำเสนอข้อค้นพบด้วยสื่อเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การนำเสนอขอคนพบด้วยสื่อเทคโนโลยีภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($X = 4.65$)

5.2.2 อภิปรายเกี่ยวกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

1. อภิปรายเกี่ยวกับคุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ คุณภาพของบทเรียน ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.64$) เนื่องจาก ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการศึกษาหลักสูตร คำอธิบาย รายวิชา วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและวิเคราะห์เนื้อหา เลือกเนื้อหาและความยากให้ เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก แล้วจึงออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยการสร้างสตอรี่บอร์ด (Story board) ซึ่งบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่สร้างขึ้นจะประกอบไปด้วยการนำเข้าสู่ บทเรียน โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำเข้าสู่บทเรียนโดยการยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใกล้ตัว หรือนวัตกรรม ใหม่ ๆ มา นำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน และจึงสาธิตการต่อบอร์ด Arduino Uno และการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม นอกจากนี้การพัฒนาบทเรียนยังต้องคำนึงถึงเวลาไม่ใหยาว จนเกินไปซึ่งอาจทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเกิดความเบื่อหน่าย หลังจากนั้นผู้วิจัยได้สร้างแบบ ประเมินบทเรียนอีเลิร์นนิ่งด้านเนื้อหา โดยใช้แนวคิดของ ไพโรจน์ ตรีธนากุลและคณะ (2546 : 197-214) เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบบทเรียนด้านเนื้อหา และได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงใน เรื่องของขนาดตัวอักษรมาปรับปรุงให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการอ่าน และด้านเทคนิคการผลิต สื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.57$) เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนตามแนวคิดของณัฐกร สงคราม (2557 : 127-144) ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งให้มีความเหมาะสมทั้งเนื้อหา รูปภาพ วีดีโอ ดนตรีประกอบ และส่วนประกอบอื่นๆ ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นผู้วิจัย ได้สร้างแบบประเมินบทเรียนอีเลิร์นนิ่งด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แนวคิดของ ไพโรจน์ ตรีธนา กุล และคณะ (2546 : 197-214) เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบบทเรียนด้านเนื้อหา และได้นำ ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงในเรื่องของการใส่เสียงดนตรีระหว่างอธิบายเนื้อหา ผู้วิจัยจึงได้ตัดเสียงดนตรี ระหว่างการอธิบายเนื้อหาออก เพื่อไม่ให้มีเสียงรบกวนนักเรียน หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับ นักเรียน (เก่ง กลาง อ่อน) 3 คน และ 9 คนตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัย

ของ สาวิตรี หงษา (2560 : 73-80) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.90$) และด้าน เทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.71$) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรลลวร พิสิษฐกุลธรรกิจ (2558 : 40-46) ที่ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหา มาก โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.91$) และด้าน เทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.64$)

2. อภิปรายเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์

การหาประสิทธิภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ได้ออกแบบและพัฒนาตามกระบวนการการผลิตสื่อ และได้รับการประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ก่อนที่จะนำบทเรียนมาทดสอบหาประสิทธิภาพ ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 84.28/93.39 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 75/75 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากการทดลองพบว่า ค่าประสิทธิภาพ E_2 สูงกว่า E_1 เนื่องจากค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นคะแนนที่เกิดขึ้นจากการทำแบบฝึกปฏิบัติทำยบทเรียนของนักเรียน ซึ่งนักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่มีการออกแบบและพัฒนาตามหลักการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง และยังได้รับการตรวจสอบผู้ทรงคุณวุฒิ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ นอกจากนั้นบทเรียนยังได้ถูกนำไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง และนำข้อบกพร่องเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไข จึงทำให้บทเรียนมีคุณภาพและเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งในขณะที่เรียนนักเรียนยังมีทักษะในการปฏิบัติไม่มากนัก ซึ่งทำให้นักเรียนบางคนทำแบบฝึกหัดไม่ทันในเวลาที่กำหนด หรือนักเรียนบางคนทำไม่ครบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด นอกจากนั้นผู้วิจัยยังสังเกตได้ว่าเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จนักเรียนส่วนใหญ่จะช่วยกันหาข้อผิดพลาด และแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น ๆ จึงทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) น้อยกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนได้ฝึกฝนมากขึ้น จึงทำให้มีทักษะในปฏิบัติที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวพัฒน์ เก็มกาแมน (2558 : 74) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 2 เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบทางเลือก มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.37/81.93 และงานวิจัยของ วรธนะ คัทจันทร์ (2557:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการสร้างผลงานด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่อง ตัวแปรชนิดอาเรย์และสตริง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.86/83.11

5.2.3 อภิปรายเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เทียบกับเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดร้อยละ 75 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะทางด้านการต่อบอร์ดและการเขียนโปรแกรมหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนเรียนเนื้อหาในส่วนของทฤษฎีจากที่บ้าน (นอกห้องเรียน) และนักเรียนมีเวลาในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถทำแบบฝึกทบทวนท้ายบทเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่สนับสนุนการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล เมื่อเข้าสู่ห้องเรียนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจาก 1. การทำกิจกรรมการเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมความพร้อมโดยการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการยกตัวอย่างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่มีการนำบอร์ดขนาดเล็กและการเรียนโปรแกรมไปใช้ เพื่อกระตุ้นความสนใจและเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียน 2. การถาม-ตอบคำถามจากการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถาม หรือข้อสงสัยที่เกิดจากการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เมื่อนักเรียนถามเสร็จแล้วผู้วิจัยจะถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนลงมือปฏิบัติ 3. การลงมือปฏิบัติทดลอง โดยในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลและให้คำปรึกษานักเรียนแต่ละคน (Coaching) เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ในแต่ละบุคคล และสามารถดูแลนักเรียนได้ทั่วถึงมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านตามที่ Bergmann และ Sams (2559 : 19 - 34) ได้ระบุไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนได้ดีขึ้น ได้รับฟังและให้คำปรึกษานักเรียนในแต่ละคน ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของพลฤทธิวรรณ ชวงพิทักษ์ (2560:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การนำเสนอข้อค้นพบด้วยสื่อเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะการนำเสนอหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สาวิตรี หงษา (2560 : 73-80) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอน

ปลาย พบว่า . ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาที่เน้นการปฏิบัติ โดยนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาในส่วนของทฤษฎีจากที่บ้าน(นอกห้องเรียน) และใช้เวลาในห้องเรียนสำหรับการปฏิบัติ จึงช่วยให้นักเรียนมีเวลาในการลงมือปฏิบัติมากขึ้น

2. ผู้สอนสามารถนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ได้ เนื่องจากเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองทุกที่ทุกเวลา และยังสามารถทดสอบความเข้าใจของตนเองได้จากการทำแบบฝึกหทบทวนท้ายบทเรียน

3. การจัดการเรียนจัดการเรียนรู้เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้อุปกรณ์ในชุดของบอร์ด Arduino Uno รุ่น R3 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ความรอบคอบในการต่อ มิเช่นนั้นจะทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย ผู้สอนอาจให้นักเรียนทดลองต่ออุปกรณ์ผ่านระบบจำลอง (Simulator)ก่อนการปฏิบัติจริง เพื่อลดความเสี่ยง

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

1. ควรสร้างบทเรียนด้วยแอปพลิเคชัน อื่น ๆ ที่สนับสนุนการใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile device)

2. ควรใช้วิธีเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะแบบกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

3. ควรทำการศึกษาวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเทคนิคการสอนแบบอื่น ๆ เช่น เทคนิคการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (TAI) หรือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มร่วมด้วย

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ ตังธนากานนท์. 2557. **การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://lib.edu.chula.ac.th/FILEROOM/CABCU>.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2553. **อี-เลิร์นนิ่ง (E-Learning) คืออะไร**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=16635&Key=news1>.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จินตวีร์ คล้ายสังข์. 2556. **e-Learning Courseware: อีเลิร์นนิ่งคอร์สแวร์แนวคิดสู่การปฏิบัติ สำหรับการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่งในทุกระดับ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน Developmental Testing of Media and Instructional Package**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://www.educ.su.ac.th/2013/images/stories/081957-02.pdf>
- ชิรพรรณ ทองวิจิตร. 2558. **INTERNET OF THINGS (IOT): เมื่อทุกสิ่งกับอินเทอร์เน็ต**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://oho.ipst.ac.th/internet-of-things/>.
- ไชลัน สาและ. 2561. **เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics)**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://ded.edu.kps.ku.ac.th/192221/>.
- ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. 2557. **อีเลิร์นนิ่ง: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ e-Learning: from theory to practice**. นนทบุรี:บริษัท สหมิตรพริ้งตังแอนด์พับลิชชิง จำกัด.
- ณัฐกร สงคราม. 2557. **การออกแบบและพัฒนา 멀티มีเดียเพื่อการเรียนรู้ (MULTIMEDIA FOR LEARNING: DESIGN & DEVELOPMENT)**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพร สิงห์มณี. 2558. "ผลของการใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้เกมเป็นฐานที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3". วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทศนา แคมมณี. 2560. **ศาสตร์และการสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 21. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ฉัญญลักษณ์ วจนะวิศิษฐ.2558. “การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การเลือกซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับงาน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. ปฎิญา เมืองมา.2561.”ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง คำสั่งแบบวนซ้ำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย”วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประจัน พลังสันติกุล.2553. **C Programming for Arduino Uno พื้นบานภาษา C สำหรับ Arduino Uno.** กรุงเทพฯ : แอพซอพเทค.
- แผนกพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2560. **การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน Flipped Classroom.** [Online] เข้าถึงได้จาก : <https://www.hcu.ac.th/upload/files/2560/Flipped%20Classroom.pdf>.
- ฝ่ายอำนวยการพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. 2553. **พระราชบัญญัติการศึกษา.** [Online] เข้าถึงได้จาก : <https://person.mwit.ac.th/01-Statutes/NationalEducation.pdf>.
- พรณิ ลีกิจวัฒน์. 2559. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พฤทธิวรรณ ช่วงพิทักษ์. 2560.”การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การนำเสนอข้อค้นพบด้วยสื่อเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย”. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิจิตรา ศิริวัฒน์. 2559. “การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง วิชาโปรแกรมภาษาซี เรื่องโครงสร้างภาษาซี และการเขียนผังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา”. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิชิต ฤทธิจรรณ. 2555. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ : เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- ไพโรจน์ ตีรณนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกลม และเสกสรรค์ แยมพินิจ. 2546. **การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-learning.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.
- ภัสร่า ศรีกัลป์.2557. “การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อทบทวน เรื่องการสร้างเว็บเพจ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- รวีวัฒน์ สิริบาล. 2553. “แนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ.” **วารสารวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ**. 2(11): 19– 23.
- ราตรี นันทสุคนธ์. 2553. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : จุดทอง
- ล้วน สายยศ. 2540. **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- ลัทธพล ด้านสกุล. 2558. ”ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์ โดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโครงสร้างการโปรแกรม และการกำกับตนเองของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรรณกาญจน์ บุญยก. 2561. ”การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรรณระ คัทจันทร์. 2558. ”ผลของการใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการสร้างผลงานด้วย คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิจารณ์ พานิช. 2556. **ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง**. กรุงเทพฯ : เอส.อาร์.พรีนติ้ง แมสโปรดักส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยธนี. 2556. **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กทม. สิ้นธุ์ : ประสานการพิมพ์
- สาวิตรี หงษา. 2560. “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2560. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. 2560. **คู่มือการพัฒนาความสามารถในการสร้างเครื่องมือภาคปฏิบัติ**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://bet.obec.go.th/index/wp-content/uploads/2017/09/Performance-2560.pdf>

- สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน. 2561. **โครงการยกระดับคุณภาพครูและนักเรียนด้านการนำเทคโนโลยีสารสนเทศสู่การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้**. [Online] เข้าถึงได้จาก : http://www.thinkttt.com/wpcontent/uploads/2014/04/Krutube_Project2014.pdf
- สำนักประกันคุณภาพ. 2561. **คะแนนและการให้ระดับคะแนน**. [Online] เข้าถึงได้จาก : qa.northcm.ac.th/downloads/2015_03/20/usrfile_257470_080326.doc
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. 2551. **การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : อี เค บุ๊คส์
- สุวิทย์ มูลคำ. 2549. **กลยุทธ์การสอนคิดสังเคราะห์**. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวานิช. 2550. **การวัดและประเมินผล**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2553. **หลักการสอน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เอกวิทย์ สิทธิวะ และวรชนันท์ ชูทอง. 2558. **คู่มือการใช้งาน Google Classroom** ในการเรียนการสอนของอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. [Online]. Available : <http://google.snru.ac.th/wp-content/uploads/2016/09/ClassRoom.pdf>.
- Wilson A., 2015. "YouTube In The Classroom". the degree of Master of Teaching Department of Curriculum, Teaching and Learning Ontario Institute for Studies in Education of the University of Toronto.
- Cambridge Dictionary. 2561. **Flipped Classroom**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/flipped-classroom>.
- google support. 2018. **การใช้งาน Google classroom**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <https://support.google.com/edu/classroom/?hl=th#topic=6020277>
- google support. 2019. **อัปโหลดวิดีโอ**. [Online] เข้าถึงได้จาก : <https://support.google.com/youtube/answer/57407?co=GENIE.Platform%3DDesktop&hl=th>
- Jantan J., 2010. "Bloom's Taxonomy: Psychomotor Domain". University Teknologi. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://drjj.uitm.edu.my/DRJJ/DRJJ-resume-Mar2011.pdf>
- Bergmann J. and Sams A., 2011. **Flip YOUR Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day**. the United States of America
- Wageman J., 2014. "Effects of the Flipped Classroom Model on Student Performance for Advanced Placement High School Chemistry Students". North Dakota State University.

Johnson L. W., 2012. "Effect of the Flipped Classroom Model on a secondary computer application course: student and teacher perceptions, question and student achievement." Master of Education, University of Louisville

Michael Z.. 2016., **Teaching with Google Classroom**. Birmingham : Packt Publishing Ltd.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04 / 3976

วันที่ 20 พฤศจิกายน 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

เรียน

ด้วย นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" โดยมี รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ไพฑูริย์ พิมพ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะนี้ว่าเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบด้านแผนการจัดการเรียนรู้มาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

Sima atm

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04 / 4184

วันที่ 11 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์นึ่งด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน

ด้วย นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" โดยมี รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ไพฑูริย์ พิมติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์นึ่งด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์นึ่งด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

Sinn otm

(ดร.ราตรี สิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/๔๑๗๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

ด้วย นางสาววิสรดา เกิดพุ่ม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา
คอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
"ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง
กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" โดยมี รศ.ดร.ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ไพฑูริย์ พิมพ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ นางสาววิสรดา เกิดพุ่ม ทดลอง
ใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องกลไก ไฟฟ้า
และอิเล็กทรอนิกส์ ภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Siam Othm

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๔๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๖๓-๘๔๒-๗๙๗๐

ที่ ศธ 0524.04/0335



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

5 มกราคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วยนางสาวนวิสรา เกิดพุ่ม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” โดยมี รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ไพฑูริย์ พิมพ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวนวิสรา เกิดพุ่ม นางสาวนวิสรา เกิดพุ่ม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smur Ah
(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 063-892-7970

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และ

อิเล็กทรอนิกส์

- แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
รายวิชา ว30107 การออกแบบและเทคโนโลยี
หน่วยที่ 5 เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์


ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

โดย

นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

โรงเรียน นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

	แผนการจัดการเรียนรู้	FM 8 - 1
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-----------------

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

รหัสวิชา / รายวิชา ว30107 การออกแบบและเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2561

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ม.4/5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

2. สาระสำคัญ

คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

`pinMode(pin, mode);`

ใช้กำหนดขาพอร์ตใด ๆ ให้เป็นพอร์ตดิจิทัล โดยผู้ใช้สามารถกำหนดให้เป็นขานำเข้าข้อมูลเข้า หรือขานำข้อมูลออกก็ได้

พารามิเตอร์ - pin หมายถึง เลขขาพอร์ตของแผงวงจร มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

- mode หมายถึง การทำงานเป็น INPUT หรือ OUTPUT

`digitalWrite(pin, value);`

คำสั่งให้ขาพอร์ตมีค่าสถานะเป็นลอจิกสูง (HIGH หรือ “1”) หรือลอจิกต่ำ (LOW หรือ “0”)

พารามิเตอร์ - pin หมายถึง เลขขาพอร์ตของแผงวงจร มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

- value หมายถึง ค่าที่กำหนดให้ ซึ่งมีค่าเป็น HIGH หรือ LOW

delay(ms);

เป็นฟังก์ชันที่ใช้ชะลอการทำงาน หรือหน่วยเวลาของโปรแกรมตามเวลาที่กำหนดในหน่วย มิลลิวินาที

พารามิเตอร์ - ms หมายถึง ระยะเวลาที่ต้องการหน่วง ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที
(100 ms เท่ากับ 1 วินาที)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของคำสั่งแต่ละคำสั่งได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหลอดไฟได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้ (P)
4. 4.นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความรู้

- การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหลอดไฟมีคำสั่งสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรม ได้แก่ pinMode(pin, mode); digitalWrite(pin, value); delay(ms);

4.2 ทักษะ / กระบวนการ

- การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟ
- การต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

- | | |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์ สุจริต |
| <input type="checkbox"/> มีวินัย | <input type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ |
| <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |

4.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการสื่อสาร | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการคิด |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการแก้ปัญหา | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | |

4.5 คุณภาพนักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล

- | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> เป็นเลิศวิชาการ | <input type="checkbox"/> สื่อสาร 2 ภาษา |
| <input type="checkbox"/> ล้ำหน้าทางความคิด | <input type="checkbox"/> ผลงานอย่างสร้างสรรค์ |
| <input type="checkbox"/> ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก | |

5. ภาระงานที่แสดงผลการเรียนรู้

แบบฝึกทบทวนที่ 1 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

ใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

6. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้ก่อนเข้าชั้นเรียนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

1. นักเรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนล่วงหน้าที่ครูจัดเตรียมไว้ในอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าเรียนได้จาก Google classroom (<https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>) เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

2. นักเรียนทำแบบฝึกทบทวน

3. นักเรียนใช้ระบบติดต่อสื่อสารเพื่อถาม ปรีกษาหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ผ่านระบบสื่อสังคมออนไลน์

กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับ smart home ให้นักเรียนได้รับชม และสุ่มนักเรียนออกมาแสดงความคิดเห็น

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์อุปกรณ์ที่จำเป็นที่ใช้ในการสร้าง smart home อย่างง่าย

3. ครูถามคำถามเพื่อทบทวนบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนอีเลิร์นนิ่งก่อนเข้าเรียน

4. ครูเลือกคำถามที่ดีที่นักเรียนถามไว้ในกลุ่มสังคมออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบคำถามนั้น

5. นักเรียนลงมือต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED โดยนักเรียนสามารถเปิดบทเรียนอีเลิร์นนิ่งดูควบคู่ไปได้ และครูทำหน้าที่เป็นผู้ดูและให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูแจกใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

2. นักเรียนลงมือทดลองตามคำสั่งในใบงาน โดยไม่ดูบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

3. ครูประเมินชิ้นงานของนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics score)

4. ครูแจ้งเรื่องที่จะเรียนในครั้งถัดไป คือเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED และแจ้งวันเวลาที่นักเรียนสามารถเข้าไปเรียนและทำแบบฝึกทบทวนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายเนื้อหาที่เรียนในครั้งนี้

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามปัญหาและข้อสงสัย

7. สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชา ว30107 การออกแบบและเทคโนโลยี เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จาก

<https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>

2. ใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

3. อุปกรณ์ของบอร์ด Arduino Uno ได้แก่

3.1 บอร์ด Arduino Uno R3

3.2 สาย USB

3.3 แผง Breadboard

3.4 หลอดไฟ LED

3.5 ตัวต้านทาน

3.6 สายไฟ จัมเปอร์ Jumper Wire สายแพ ขั้ว ผู้-ผู้

4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมดังนี้

4.1 โปรแกรม Arduino Uno สำหรับเขียนโปรแกรม

4.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับการเข้าศึกษาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

8. การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินใบงาน

ประเด็น	ระดับการประเมิน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียน โปรแกรม	โปรแกรมรันได้ โดยไม่มี ข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง	มีข้อผิดพลาด 2 ตำแหน่งขึ้นไป	ไม่สามารถ เขียน โปรแกรมได้ เลย	3
การต่อบอร์ด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟ ได้ถูกต้องทุก ดวงและต่อครบ ทุกดวงตามที่ โจทย์กำหนด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟ ได้ถูกต้องทุก ดวงและต่อ ครบทุกดวง ตามที่โจทย์ กำหนด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ หรือต่อหลอดไฟ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบทุก ดวงตามที่โจทย์ กำหนด	ไม่ได้ต่อ อะไรใน บอร์ด	3
การทำงาน	ทำงานได้ตามที่ โจทย์กำหนด ทุกประการ	ไฟติดครบทุก วง แต่ติดไม่ถึง 6 วินาที	ไฟติดอย่างน้อย 1 ดวง หรือไฟ ติดนานเกิน 6 วินาที	ไฟไม่ติด ตั้งแต่เริ่ม ทำงาน	4

เครื่องมือวัดและประเมินผล

กิจกรรมที่ประเมิน	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ/เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	1. บอก ความหมาย ของคำสั่งแต่ ละคำสั่งได้	วิธีการ : ตรวจการ ตอบคำถาม เครื่องมือ : แบบ ฝึกทบทวน	เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามแบบฝึก ทบทวน 1 คะแนน: ตอบคำถามได้ถูกต้องตาม หลักการ 0 คะแนน: ไม่ตอบคำถาม หรือตอบคำถาม ผิด เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ ดี: ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป พอใช้: ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ปรับปรุง: ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	2. เขียน โปรแกรมเพื่อ ควบคุมการ ทำงานของ หลอดไฟได้ 3. ต่ออุปกรณ์ บนบอร์ด Arduino Uno ได้	วิธีการ : ตรวจการ เขียนโปรแกรม และการต่อบอร์ด เครื่องมือ : ใบงาน	เกณฑ์การประเมินการต่อบอร์ดและเขียน โปรแกรม ใช้ Rubrics score ที่สร้างขึ้น เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ ดี: ได้คะแนน ร้อยละ 75 ขึ้นไป พอใช้: ได้คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป ปรับปรุง: ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป
คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	4. นักเรียน ทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่ม	วิธีการ : แบบ สังเกตการส่งงาน เครื่องมือ : ใบงาน	เกณฑ์การประเมินด้านการมีส่วนร่วมใน ห้องเรียน 2 คะแนน: ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหา กับเพื่อน หรือมีการแบ่งงานที่ชัดเจนอย่างสม่ำเสมอ 1 คะแนน: ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหา กับเพื่อน หรือมีการแบ่งงานที่ชัดเจนเป็นบางครั้ง 0 คะแนน: คนหนึ่งทำ อีกคนหนึ่งไม่สนใจ เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

กิจกรรมที่ประเมิน	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ/เครื่องมือ	เกณฑ์
			ดี: 2 คะแนน พอใช้: 1 คะแนน ปรับปรุง: 0 คะแนน เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป

9. กิจกรรมเสนอแนะ

สำหรับนักเรียนที่อ่อนเรื่องการเขียนโปรแกรม นักเรียนสามารถหัดเขียนโปรแกรมแบบ Block code เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

สำหรับนักเรียนที่มีความถนัดและต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมสามารถทดลองสร้างชิ้นงานผ่านระบบจำลอง ก่อนที่จะสร้างโดยใช้อุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย โดยเว็บไซต์ที่แนะนำคือ www.tinkercad.com

แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

รหัสวิชา ว30107

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมนักเรียนเป็นกลุ่มแล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การให้คะแนน			หมายเหตุ
		2	1	0	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....
.....
.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....
.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ ผู้สอน
(นางสาวนริศรา เกิดพุ่ม)
..... / /

กิจกรรมเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

บันทึกข้อเสนอแนะ

.....
.....

ลงชื่อ
(.....)
ตำแหน่ง
..... / /

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

รหัสวิชา ว30107 รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จำนวนชั่วโมงและเวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง ในการทำชิ้นงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้ (P)
4. การส่งงานตรงต่อเวลา (A)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการต่อบอร์ด Arduino Uno และเขียนโปรแกรมเพื่อให้เกิดการทำงานตามที่โจทย์กำหนดตามใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา ว30107 การออกแบบและเทคโนโลยี เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จาก

<https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>

2. ใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED
3. อุปกรณ์ของบอร์ด Arduino Uno ได้แก่
 - 3.1 บอร์ด Arduino Uno R3
 - 3.2 สาย USB
 - 3.3 แผง Breadboard
 - 3.4 หลอดไฟ LED
 - 3.5 ตัวต้านทาน
 - 3.6 สายไฟ จัมเปอร์ Jumper Wire สายแพ ขั้ว ผู้-ผู้
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมดังนี้
 - 4.1 โปรแกรม Arduino Uno สำหรับเขียนโปรแกรม
 - 4.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับการเข้าศึกษาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ข้อควรระวัง

การต่อหลอดไฟบนแผง Breadboard ทุกครั้ง นักเรียนต้องใส่ตัวต้านทานที่เหมาะสม เพราะหากตัวต้านทานมีแรงต้านน้อยเกินไปจะทำให้หลอดไฟขาด และหากตัวต้านทานมีแรงต้านมากเกินไปจะทำให้ไฟสว่างน้อย

วัดผล/ประเมินผล

1. แบบประเมินชิ้นงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

เอกสารอ้างอิง


หนังสือ เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ง่าย ๆ กับ Arduino Uno ผู้แต่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
โอภาส ศิริครรชิตถาวร

หนังสือ คู่มือการใช้งานแผงวงจรควบคุมอเนกประสงค์ ATX2 โดย บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็ก
เพอริเม้นต์ จำกัด

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมตามคำสั่งต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้หลอดไฟสีแดง 3 หลอด โดยทั้ง 3 หลอดติดนาน 6 วินาทีแล้วดับไปพร้อมกัน
2. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้หลอดไฟ หลอดไฟสีแดง 2 หลอด โดยหลอดแรกติดนาน 6 วินาทีแล้วดับลง หลังจากนั้นหลอดไฟหลอดที่ 2 จึงติดขึ้นนาน 6 วินาทีแล้วดับลง

	แผนการจัดการเรียนรู้	FM 8 - 1
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-----------------

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด

รหัสวิชา / รายวิชา ว30107 การออกแบบและเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2561

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

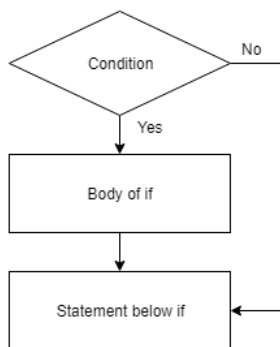
ม.4/5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

2. สาระสำคัญ

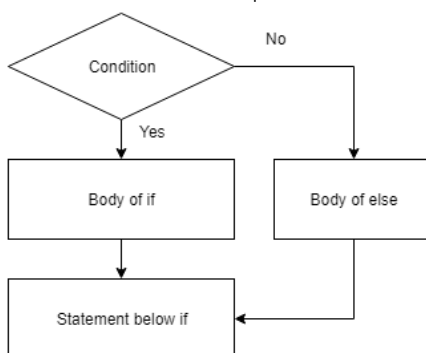
การทำงานแบบมีเงื่อนไข

คำสั่งควบคุมการทำงานที่เป็นพื้นฐานที่สุดนั่นก็คือคำสั่ง if มันใช้สำหรับสร้างเงื่อนไขให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากวันนี้ฝนไม่ตก คุณจะออกไปเที่ยวข้างนอก นี่เป็นการตัดสินใจที่เกิดขึ้นและถูกนำมาใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในรายวิชานี้จะนำเสนอการเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข 2 ประเภท ได้แก่

1. if อย่างง่าย เป็นเงื่อนไขแบบพื้นฐานที่สุด โดยมีเงื่อนไขเพียงเงื่อนไขเดียวเข้ามาเกี่ยวข้อง



2. if-else เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขแบบ 2 ทาง คือ เมื่อมีการตรวจสอบเงื่อนไขแล้วจริงก็ประมวลผลตามชุดคำสั่งที่เป็นจริง หากเป็นเท็จก็ประมวลผลตามชุดคำสั่งที่เป็นเท็จ



คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Arduino Uno เพื่อควบคุม

digitalRead(pin);

อ่านค่าสถานะของขาที่ระบุไว้ว่ามีค่าเป็น HIGH หรือ LOW

พารามิเตอร์ - pin หมายถึง เลขขาพอร์ตของแผงวงจร มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข โดยใช้คำสั่ง if-else

```

int but1 = 0;
void setup() {
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop() {
  but1 = digitalRead(2);
  if (but1 == HIGH) {
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(100);
  } else {
    digitalWrite(13, LOW); }
}
  
```

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ปุ่มกดควบคุมระบบได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้ (P)
4. การส่งงานตรงต่อเวลา (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความรู้

การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจากการทำงานของปุ่มกดบนบอร์ด Arduino Uno ที่ต่อไว้ จำเป็นต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจสอบว่ามีการกดปุ่มหรือไม่ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการเขียนโปรแกรมแบบตรวจสอบเงื่อนไข (if-else) และใช้คำสั่ง digitalRead(pin); เพื่อรับค่าจากสถานะของพอร์ตที่ระบุไว้

4.2 ทักษะ / กระบวนการ

- การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ปุ่มกดควบคุมระบบ
- การต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

- | | |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์ สุจริต |
| <input type="checkbox"/> มีวินัย | <input type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ |
| <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |

4.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการสื่อสาร | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการคิด |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการแก้ปัญหา | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | |

4.5 คุณภาพนักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล

- | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> เป็นเลิศวิชาการ | <input type="checkbox"/> สื่อสาร 2 ภาษา |
| <input type="checkbox"/> ล้ำหน้าทางความคิด | <input type="checkbox"/> ผลงานอย่างสร้างสรรค์ |
| <input type="checkbox"/> ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก | |

5. ภาระงานที่แสดงผลการเรียนรู้

แบบฝึกทบทวนที่ 2 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด
ใบงานที่ 2 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด

6. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้ก่อนเข้าชั้นเรียนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

1. นักเรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนล่วงหน้าทีครุจัดเตรียมไว้ในอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าเรียนได้จาก <https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa> เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด

2. นักเรียนทำแบบฝึกทบทวน

3. นักเรียนใช้ระบบติดต่อสื่อสารเพื่อถามปรึกษาหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ผ่านระบบสื่อสังคมออนไลน์

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการถามว่า “เราเราต้องการให้สิ่งใดสิ่งหนึ่งทำงาน โดยปกติเราสั่งการด้วยอะไร” โดยปกติเทคโนโลยีต่าง ๆ มักถูกสั่งการด้วยปุ่มกด แต่การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่ผู้ใช้ จึงมีการคิดค้นและนำส่วนเสริมต่าง ๆ เข้ามาใช้ ไม่ว่าจะเป็นการสั่งการด้วยการสัมผัส การสั่งการด้วยเสียง เป็นต้น และเรื่องที่เราจะเรียนในวันนี้ คือ การสั่งการหลอดไฟ โดยใช้ปุ่มกด

2. ครูทบทวนเรื่อง การโปรแกรมและการต่อหลอดไฟในบอร์ด Arduino Uno

3. ครูถามคำถามเพื่อทบทวนบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนอีเลิร์นนิ่งก่อนเข้าชั้นเรียน

4. ครูเลือกคำถามที่ดีที่นักเรียนถามไว้ในกลุ่มสังคมออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบคำถาม

5. นักเรียนลงมือต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด และหลอดไฟ LED โดยนักเรียนสามารถเปิดบทเรียนอีเลิร์นนิ่งหรือวิดีโออื่น ๆ จากการสืบค้นดูควบคู่ไปได้ และครูทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลและให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูแจกใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด และหลอดไฟ LED

2. นักเรียนลงมือทดลองตามคำสั่งในใบงาน โดยไม่ดูบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

3. ครูประเมินชิ้นงานของนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics score)

4. ครูแจ้งเรื่องที่จะเรียนในครั้งถัดไป คือ เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) และแจ้งวันเวลาที่นักเรียนสามารถเข้าไปเรียนและทำแบบฝึกทบทวนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายเนื้อหาที่เรียนในครั้งนี้
6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามปัญหาและข้อสงสัย

7. สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา ว30107 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จาก

<https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>

2. ใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED
3. อุปกรณ์ของบอร์ด Arduino Uno ได้แก่
 - 3.1 บอร์ด Arduino Uno R3
 - 3.2 สาย USB
 - 3.3 แผง Breadboard
 - 3.4 หลอดไฟ LED
 - 3.5 ตัวต้านทาน
 - 3.6 สายไฟ จัมเปอร์ Jumper Wire สายแพ ขั้ว ผู้-ผู้
 - 3.7 ปุ่มกด
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมดังนี้
 - 4.1 โปรแกรม Arduino Uno สำหรับเขียนโปรแกรม
 - 4.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับการเข้าศึกษาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

8. การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินใบงาน

ประเด็น	ระดับการประเมิน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียน โปรแกรม	โปรแกรมรันได้ โดยไม่มี ข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง	มีข้อผิดพลาด 2 ตำแหน่งขึ้นไป	ไม่สามารถ เขียน โปรแกรมได้ เลย	3
การต่อ บอร์ด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ ถูกต้องทุกดวง และต่อครบทุก ดวงตามที่โจทย์ กำหนด - ต่อปุ่มกด ถูกต้อง	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ ถูกต้องทุกดวง และต่อครบทุก ดวงตามที่โจทย์ กำหนด - ต่อปุ่มกด ถูกต้อง	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ หรือ - ต่อหลอดไฟไม่ ถูกต้องหรือไม่ ครบทุกดวง ตามที่โจทย์ กำหนด หรือ - ต่อปุ่มกดไม่ ถูกต้อง	ไม่ได้ต่ออะไร ในบอร์ด	3
การ ทำงาน	ทำงานได้ตามที่ โจทย์กำหนดทุก ประการ	เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม แล้วไฟติด และ กดปุ่มอีกครั้ง แล้วไฟไม่ดับ	ไฟติดตั้งแต่ยังไม่ กด และมา สามารถกดแล้ว ไฟดับได้	ไม่สามารถทำ ให้ไฟติดได้ไม่ ว่าจะกดหรือ ทำอะไรบน บอร์ด	4

เครื่องมือวัดและประเมินผล

กิจกรรมที่ประเมิน	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ/เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมได้	การตอบคำถามในแบบฝึกทบทวน	<p>เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามแบบฝึกทบทวน</p> <p>ตอบถูกข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดข้อละ 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ</p> <p>ดี: ได้คะแนน 7 ขึ้นไป พอใช้: ได้คะแนน 5 ขึ้นไป ปรับปรุง: ได้คะแนนน้อยกว่า 5</p> <p>เกณฑ์การผ่าน</p> <p>ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป</p>
ด้านทักษะ/กระบวนการ	2. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ปุ่มกดควบคุมระบบได้ 3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้	การตอบบอร์ดและเขียนโปรแกรมควบคุมจากโจทย์ในใบงาน	<p>เกณฑ์การประเมินการตอบบอร์ดและเขียนโปรแกรม</p> <p>ใช้ Rubrics score ที่สร้างขึ้น</p> <p>เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ</p> <p>ดี: ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป พอใช้: ได้คะแนนร้อยละ 50 ขึ้นไป ปรับปรุง: ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 50</p> <p>เกณฑ์การผ่าน</p> <p>ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป</p>
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4. การส่งงานตรงต่อเวลา	สังเกตจากการส่งใบงาน	<p>เกณฑ์การประเมินการส่งงานตรงต่อเวลา</p> <p>3: ส่งงานภายในคาบเรียน 2: ส่งงานภายในวันที่ส่ง (แต่หลังจากหมดคาบเรียน) 1: ส่งงานช้ากว่าวันที่กำหนดไม่เกิน 3 วัน 0: ไม่ส่งงาน</p> <p>เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ</p> <p>ดี: 3 -2 คะแนน พอใช้: 1 คะแนน</p>

กิจกรรมที่ ประเมิน	จุดประสงค์การ เรียนรู้	วิธีการ/ เครื่องมือ	เกณฑ์
			ปรับปรุง: 0 คะแนน เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป

9. กิจกรรมเสนอแนะ

สำหรับนักเรียนที่อ่อนเรื่องการเขียนโปรแกรม นักเรียนสามารถหัดเขียนโปรแกรมแบบ Block code เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

สำหรับนักเรียนที่มีความถนัดและต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมสามารถทดลองสร้างชิ้นงานผ่านระบบจำลอง ก่อนที่จะสร้างโดยใช้อุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย โดยเว็บไซต์ที่แนะนำคือ www.tinkercad.com

แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

รหัสวิชา ว30107

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมนักเรียนเป็นกลุ่มแล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การให้คะแนน			หมายเหตุ
		2	1	0	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การให้คะแนน			หมายเหตุ
		2	1	0	
27					
28					
29					
30					

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน
 (นางสาวนริศรา เกิดพุ่ม)
 / /

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

บันทึกข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ
 (.....)
 ตำแหน่ง
 / /

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด

รหัสวิชา ว30107 รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จำนวนชั่วโมงและเวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง ในการทำชิ้นงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ปุ่มกดควบคุมระบบได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้ (P)
4. การส่งงานตรงต่อเวลา (A)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการต่อบอร์ด Arduino Uno และเขียนโปรแกรมเพื่อให้เกิดการทำงานตามที่โจทย์กำหนดตามใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด

สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา ว30107 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จาก

<https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>

2. ใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED
3. อุปกรณ์ของบอร์ด Arduino Uno ได้แก่
 - 3.1 บอร์ด Arduino Uno R3
 - 3.2 สาย USB
 - 3.3 แผง Breadboard
 - 3.4 หลอดไฟ LED
 - 3.5 ตัวต้านทาน
 - 3.6 สายไฟ จัมเปอร์ Jumper Wire สายแพ ขั้ว ผู้-ผู้
 - 3.7 ปุ่มกด
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมดังนี้
 - 4.1 โปรแกรม Arduino Uno สำหรับเขียนโปรแกรม
 - 4.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับการเข้าศึกษาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ข้อควรระวัง

การต่อหลอดไฟบนแผง Breadboard ทุกครั้ง นักเรียนต้องใส่ตัวต้านทานที่เหมาะสม เพราะหากตัวต้านทานมีแรงต้านน้อยเกินไปจะทำให้หลอดไฟขาด และหากตัวต้านทานมีแรงต้านมากเกินไปจะทำให้ไฟสว่างน้อย

วัดผล/ประเมินผล

1. แบบประเมินชิ้นงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

เอกสารอ้างอิง


หนังสือ เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ง่าย ๆ กับ Arduino Uno ผู้แต่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โอบาส ศิริครรชิตถาวร

หนังสือ คู่มือการใช้งานแผงวงจรควบคุมอเนกประสงค์ ATX2 โดย บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ปุ่มกด

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมตามคำสั่งต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมให้ปุ่มกดควบคุมหลอดไฟ โดยหลอดไฟจะติดเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม และจะดับลงเมื่อผู้ใช้ปล่อยมือจากปุ่มกด
2. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ปุ่มกดควบคุมหลอดไฟ โดยหลอดไฟส้แดง 2 หลอด จะติดเมื่อผู้ใช้กดปุ่มครั้งแรก และดับลงเมื่อผู้ใช้กดปุ่มครั้งที่ 2

	แผนการจัดการเรียนรู้	FM 8 - 1
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-----------------

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

รหัสวิชา / รายวิชา ว30107 การออกแบบและเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2561

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ม.4/5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

2. สาระสำคัญ

แอลดีอาร์ คือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง ตัวความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้า ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ บางครั้งเรียกว่าโฟโตริซิสเตอร์ Photo Resistor หรือ โฟโตคอนดักเตอร์ Photo Conductor เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ

คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

analogRead(pin);

อ่านค่าจากพอร์ตที่กำหนดให้เป็นอินพุตอะนาลอกของ Arduino Uno โดยค่าที่เกิดขึ้นจะเป็นระหว่าง 0 ถึง 1023

พารามิเตอร์ - pin หมายถึง เลขขาพอร์ตของแผงวงจรที่ต้องการอ่านค่า มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

```
int pin = A0;

int val = 0;

void setup(){

  Serial.begin(9600);

}

void loop() {

  val = analogRead(pin);

  Serial.println(val);

  delay(300);

}
```

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหลอดไฟโดยรับค่าการสัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้ (P)
4. นักเรียนตั้งใจเรียน (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความรู้

- การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหลอดไฟมีคำสั่งสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรม

4.2 ทักษะ / กระบวนการ

- การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ควบคุมระบบ
- การต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

- | | |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์ สุจริต |
| <input type="checkbox"/> มีวินัย | <input type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ |
| <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |

4.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการสื่อสาร | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการคิด |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการแก้ปัญหา | <input type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | |

4.5 คุณภาพนักเรียนโรงเรียนมาตรฐานสากล

- | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> เป็นเลิศวิชาการ | <input type="checkbox"/> สื่อสาร 2 ภาษา |
| <input type="checkbox"/> ล้ำหน้าทางความคิด | <input type="checkbox"/> ผลงานอย่างสร้างสรรค์ |
| <input type="checkbox"/> ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก | |

5. ภาระงานที่แสดงผลการเรียนรู้

แบบฝึกทบทวนที่ 3 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

ใบงานที่ 3 เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

6. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้ก่อนเข้าชั้นเรียนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

1. นักเรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนล่วงหน้าที่ครูจัดเตรียมไว้ในอีเลิร์นนิ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าเรียนได้จาก <https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa> เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

2. นักเรียนทำแบบฝึกทบทวน

3. นักเรียนใช้ระบบติดต่อสื่อสารเพื่อถาม ปรีกษาหรือแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ผ่านระบบสื่อสังคมออนไลน์

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการถามว่า “โทรศัพท์เมื่อก่อนเป็นปุ่มกด ต่อมาถูกเปลี่ยนเป็นระบบสัมผัส เราคิดว่าการสัมผัสโทรศัพท์ดีกว่าการใช้ปุ่มกดอย่างไรบ้าง”

2. ครูทบทวนเรื่อง การโปรแกรมและการต่อหลอดไฟและ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ในบอร์ด Arduino Uno

3. ครูถามคำถามเพื่อทบทวนบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนอีเลิร์นนิ่งก่อนเข้าชั้นเรียน

4. ครูเลือกคำถามที่ดีที่นักเรียนถามไว้ในกลุ่มสังคมออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบคำถาม

5. นักเรียนลงมือต่อบอร์ดโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)และหลอดไฟ LED โดยนักเรียนสามารถเปิดบทเรียนอีเลิร์นนิ่งหรือวีดีโออื่น ๆ จากการสืบค้นดูควบคู่ไปได้ และครูทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลและให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูแจกใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)
2. นักเรียนลงมือทดลองตามคำสั่งในใบงาน โดยไม่ดูบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
3. ครูประเมินชิ้นงานของนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics score)
4. ครูแจ้งเรื่องที่จะเรียนในครั้งหน้า เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ลำโพง (การต่อบอร์ดโดยใช้ speaker)และแจ้งวันเวลาที่นักเรียนสามารถเข้าไปเรียนและทำแบบฝึกหทบทวนผ่านบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายเนื้อหาที่เรียนในครั้งนี้
6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามปัญหาและข้อสงสัย

7. สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา ว30107 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)ซึ่ง สามารถเข้าถึงได้จาก <https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>
2. ใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)
3. อุปกรณ์ของบอร์ด Arduino Uno ได้แก่
 - 3.1 บอร์ด Arduino Uno R3
 - 3.2 สาย USB
 - 3.3 แผง Breadboard
 - 3.4 หลอดไฟ LED
 - 3.5 ตัวต้านทาน
 - 3.6 สายไฟ จัมเปอร์ Jumper Wire สายแพ ขั้ว ผู้-ผู้
 - 3.7 ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)
 - 3.8 ตัวทานต้านปรับค่าตามแสง (LDR)
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมดังนี้
 - 4.1 โปรแกรม Arduino Uno สำหรับเขียนโปรแกรม
 - 4.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับการเข้าศึกษาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

8. การวัดและประเมินผล

เกณฑ์การประเมินใบงาน

ประเด็น	เกณฑ์การให้คะแนน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียน โปรแกรม	โปรแกรมรันได้ โดยไม่มี ข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด 1 ตำแหน่ง	มีข้อผิดพลาด 2 ตำแหน่ง	ไม่สามารถ เขียน โปรแกรมได้ เลย	3
การต่อ หลอดไฟและ ตัวต้านทาน ปรับค่าตาม แสง (LDR) บนแผง breadboard	- ต่อบอร์ดได้ ครบทุกส่วน และถูกต้อง - ต่อหลอดไฟ ครบตามที่ โจทย์กำหนด และถูกต้อง - ต่อ ตัว ต้านทานปรับ ค่าตามแสง (LDR) ได้ ถูกต้อง	- ต่อบอร์ดได้ ครบทุกส่วนและ ถูกต้อง - ต่อ ตัว ต้านทานปรับค่า ตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	- ต่อ ตัว ต้านทานปรับค่า ตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	ไม่ได้ทำอะไร ในบอร์ด	3
การทำงาน	ทำงานได้ตามที่ โจทย์กำหนด ทุกประการ	เมื่อผู้ใช้สัมผัส ตัวต้านทานปรับ ค่าตามแสง (LDR) ครั้งแรก แล้วไฟติด และ สัมผัส ตัว ต้านทานปรับค่า ตามแสง (LDR) อีกครั้งแล้วไฟไม่ ดับ	สัมผัส ตัว ต้านทานปรับค่า ตามแสง (LDR) ครั้งแรกแล้วไฟ ไม่ติด	ไฟติดตั้งแต่ ยังไม่สัมผัส ตัวต้านทาน ปรับค่าตาม แสง (LDR)	4

เครื่องมือวัดและประเมินผล

กิจกรรมที่ประเมิน	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ/เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้	วิธีการ : ตรวจสอบการตอบคำถาม เครื่องมือ : แบบฝึกหัด	<p>เกณฑ์การประเมินการตอบคำถามแบบฝึกหัด</p> <p>5 คะแนน : อธิบายคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมและลำดับการทำงานของแต่ละคำสั่งอย่างถูกต้องและครบถ้วน</p> <p>4 คะแนน: อธิบายคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้ถูกต้องมากกว่า 8 คำสั่งและลำดับการทำงานของคำสั่งได้ถูกต้อง</p> <p>3 คะแนน: อธิบายคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้ถูกต้องมากกว่า 6 คำสั่งและลำดับการทำงานของคำสั่งได้ถูกต้อง</p> <p>2 คะแนน: อธิบายคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้มากกว่า 4 คำสั่ง หรือลำดับการทำงานของคำสั่งได้ถูกต้อง</p> <p>1 คะแนน: อธิบายคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้มากกว่า 2 คำสั่ง หรือลำดับการทำงานของคำสั่งได้ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน: อธิบายคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้น้อยกว่า 2 คำสั่ง หรือลำดับการทำงานของคำสั่งได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ</p> <p>ดี: ได้คะแนน 4 ขึ้นไป</p> <p>พอใช้: ได้คะแนน 3 ขึ้นไป</p> <p>ปรับปรุง: ได้คะแนนน้อยกว่า 2</p> <p>เกณฑ์การผ่าน</p> <p>ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป</p>
ด้านทักษะ/กระบวนการ	2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม	วิธีการ : ตรวจสอบการเขียน	<p>เกณฑ์การประเมินการตอบบอร์ดและเขียนโปรแกรม</p>

กิจกรรมที่ ประเมิน	จุดประสงค์การ เรียนรู้	วิธีการ/ เครื่องมือ	เกณฑ์
	<p>หลอดไฟโดยรับค่า การสัมผัส ตัว ต้านทานปรับค่า ตามแสง (LDR) ได้</p> <p>3. ต่ออุปกรณ์บน บอร์ด Arduino Uno ได้</p>	<p>โปรแกรมและ การต่อบอร์ด เครื่องมือ : ไบ งาน</p>	<p>ใช้ Rubrics score ที่สร้างขึ้น</p> <p>เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ ดี: ได้คะแนน 75% ขึ้นไป พอใช้: ได้คะแนน 50% ขึ้นไป ปรับปรุง: ได้คะแนนน้อยกว่า 60</p> <p>เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป</p>
<p>คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์</p>	<p>4. นักเรียนตั้งใจ เรียน</p>	<p>วิธีการ : แบบ สังเกตระหว่าง การทำ ใบงาน เครื่องมือ : ไบ งาน</p>	<p>เกณฑ์การประเมินด้านการมีส่วนร่วมใน ห้องเรียน</p> <p>2 คะแนน: นักเรียนตั้งใจฟังครูอธิบาย และตั้งใจทำงานที่ครูมอบหมาย โดยไม่ เล่นเกม หรือทำอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการ เรียน</p> <p>1 คะแนน: นักเรียนตั้งใจฟังครูอธิบาย และตั้งใจทำงานที่ครูมอบหมาย โดยไม่ เล่นเกม หรือทำอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการ เรียน</p> <p>0 คะแนน: นักเรียนไม่ฟังครูอธิบาย ไม่ ทำงานที่ได้รับมอบหมาย</p> <p>เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ ดี: 2 คะแนน พอใช้: 1 คะแนน ปรับปรุง: 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพพอใช้เป็นต้นไป</p>

9. กิจกรรมเสนอแนะ

สำหรับนักเรียนที่อ่อนเรื่องการเขียนโปรแกรม นักเรียนสามารถหัดเขียนโปรแกรมแบบ Block code เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

สำหรับนักเรียนที่มีความถนัดและต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมสามารถทดลองสร้างชิ้นงานผ่านระบบจำลอง ก่อนที่จะสร้างโดยใช้อุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย โดยเว็บไซต์ที่แนะนำคือ www.tinkercad.com

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน
 (นางสาวนริศรา เกิดพุ่ม)
 / /

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

บันทึกข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ
 (.....)
 ตำแหน่ง
 / /

แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน

รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

รหัสวิชา ว30107

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมนักเรียนเป็นกลุ่มแล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การให้คะแนน			หมายเหตุ
		2	1	0	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การให้คะแนน			หมายเหตุ
		2	1	0	
27					
28					
29					
30					

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

รหัสวิชา ว30107 รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จำนวนชั่วโมงและเวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง ในการทำชิ้นงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหลอดไฟโดยรับค่าการสัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino Uno ได้ (P)
4. นักเรียนตั้งใจเรียน (A)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการต่อบอร์ด Arduino Uno และเขียนโปรแกรมเพื่อให้เกิดการทำงานตามที่โจทย์กำหนดตามใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

สื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้

1. บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา ว30107 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จาก

<https://classroom.google.com/c/MTk1MDY5ODY1MzJa>

2. ใบงานเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED
3. อุปกรณ์ของบอร์ด Arduino Uno ได้แก่
 - 3.1 บอร์ด Arduino Uno R3
 - 3.2 สาย USB
 - 3.3 แผง Breadboard
 - 3.4 หลอดไฟ LED
 - 3.5 ตัวต้านทาน
 - 3.6 สายไฟ จัมเปอร์ Jumper Wire สายแพ ขั้ว ผู้-ผู้
 - 3.7 ปุ่มกด
 - 3.8 ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมดังนี้
 - 4.1 โปรแกรม Arduino Uno สำหรับเขียนโปรแกรม
 - 4.2 โปรแกรม Google Chrome สำหรับการเข้าศึกษาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ข้อควรระวัง

การต่อหลอดไฟบนแผง Breadboard ทุกครั้ง นักเรียนต้องใส่ตัวต้านทานที่เหมาะสม เพราะหากตัวต้านทานมีแรงต้านน้อยเกินไปจะทำให้หลอดไฟขาด และหากตัวต้านทานมีแรงต้านมากเกินไปจะทำให้ไฟสว่างน้อย

วัดผล/ประเมินผล

1. แบบประเมินชิ้นงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

หนังสือ เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ง่าย ๆ กับ Arduino Uno ผู้แต่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โสภาส ศิริครรชิตถาวร

หนังสือ คู่มือการใช้งานแผงวงจรควบคุมอเนกประสงค์ ATX2 โดย บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมตามคำสั่งต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมให้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ควบคุมหลอดไฟ โดยหลอดไฟจะติดเมื่อผู้ใช้สัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) และจะดับลงเมื่อผู้ใช้สัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) อีกครั้ง

2. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ควบคุมหลอดไฟ โดยที่

การสัมผัสครั้งที่ 1 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับพร้อมกันหน่วง 1 วินาที

การสัมผัสครั้งที่ 2 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับพร้อมกันหน่วง 2 วินาที

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

สำหรับการวิจัยเรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน กำหนดเกณฑ์ให้
ความหมายดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้อยู่ในระดับ ดีมาก
 - ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้อยู่ในระดับ ดี
 - ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้อยู่ในระดับ ปานกลาง
 - ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้ในระดับ พอใช้
 - ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของแผนการเรียนรู้ในระดับ ควรปรับปรุง
- ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินครั้งนี้

(นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ						
1.2 พฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดได้						
1.3 พฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับ เนื้อหาและวัยของนักเรียน						
2. มาตรฐานนักเรียน						
2.1 มาตรฐานนักเรียนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.2 มาตรฐานนักเรียนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหา						
3. มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน						
3.1 มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ระบุสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 มาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ระบุสอดคล้อง กับเนื้อหา						
4. เนื้อหา						
4.1 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาและทันสมัย						
4.2 เนื้อหาครบถ้วนและเพียงพอ						
5. สารสำคัญ						
5.1 สารสำคัญมุ่งแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของ เนื้อหา						
5.2 สารสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
6. กิจกรรมการเรียนรู้/กิจกรรมการเรียนการสอน						
6.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
6.2 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนฝึกคิดอย่าง หลากหลาย						
6.3 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล						

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
6.4 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง						
6.5 กิจกรรมการเรียนรู้ฝึกให้นักเรียนมีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน						
6.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน						
7. สื่อ นวัตกรรม หรือแหล่งเรียนรู้						
7.1 สื่อ/อุปกรณ์/นวัตกรรมหรือแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบทเรียน						
7.2 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับนักเรียน						
7.3 นักเรียนมีโอกาสได้ใช้สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ได้ทั่วถึง						
7.4 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้						
7.5 สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย						
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
8.1 วิธีและเครื่องมือวัดผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
8.2 วิธีและเครื่องมือวัดผลที่มีความหลากหลาย						
8.3 การวัดผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
9. กิจกรรมเสนอแนะ						
9.1 กิจกรรมที่นำเสนอแนะตอบสนองนักเรียนเป็นรายบุคคล						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (ด้านเนื้อหา)

เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง:

1. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพของบทเรียนบเรียนอีเลิร์นนิ่งด้านเนื้อหา หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของสื่อในบทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา โดยแบ่งเกณฑ์การตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ พิจารณาการนำเสนอมีลตี่มีเดีย ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์ และโครงสร้างของบทเรียน

2. การเข้าใช้งานบทเรียนอีเลิร์นนิ่งจากเว็บไซต์ Google classroom โดยเข้าถึงได้จาก <https://classroom.google.com> โดยมีรหัสเข้าชั้นเรียน คือ 05xflw

3. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งในครั้งนี้

(นางสาวนริศรา เกิดพุ่ม)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านการนำเสนอมีมิติเดียว						
1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ มีการจัดวางเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม						
1.2 สีของพื้นหลังไม่รบกวนการมองเห็นเนื้อหา						
1.3 ขนาด และสี สัน ของตัวอักษรเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย						
1.4 ขนาดและตำแหน่งในการจัดวางปุ่มมีความเหมาะสมและสื่อความหมายที่ชัดเจน						
1.5 ความคงที่ของการเปลี่ยนหน้าจอ (ไม่กระโดดและไม่ทำให้สับสน)						
1.6 เสียงบรรยายชัดเจน และเสียงดนตรีประกอบเหมาะสม						
1.7 ความยาว ขนาดของภาพ และการสื่อความหมายของวิดีโอเหมาะสม						
2. ด้านปฏิสัมพันธ์						
2.1 มีรูปแบบการใช้บทเรียนที่แน่นอน						
2.2 วิธีการส่งคำตอบคืนมีความเหมาะสม						
2.3 วิธีการเฉลยแบบฝึกหทบทวนทำยบทเรียนมีความเหมาะสม						
3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน						
3.1 การเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก						
3.2 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและเปลี่ยนหน้าจอ						
3.3 การเข้าและการออกจากบทเรียนทำได้ง่าย						
3.4 การให้ออกาสเลือกเรียนบทเรียนก่อนหน้า						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง:

1. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

คุณภาพของบทเรียนบนอีเลิร์นนิ่งด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของสื่อในบทเรียนอีเลิร์นนิ่งโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย โดยแบ่งเกณฑ์การตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ พิจารณาการนำเสนอมีลติมีเดีย ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์ และโครงสร้างของบทเรียน

2. การเข้าใช้งานบทเรียนอีเลิร์นนิ่งจากเว็บไซต์ Google classroom โดยเข้าถึงได้จาก <https://classroom.google.com> โดยมีรหัสเข้าชั้นเรียน คือ 05xflw

3. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิ่งในครั้งนี้

(นางสาวนริศรา เกิดพุ่ม)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านการนำเสนอมีมิติเดียว						
1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ มีการจัดวางเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม						
1.2 สีของพื้นหลังไม่รบกวนการมองเห็นเนื้อหา						
1.3 ขนาด และสีสันทองตัวอักษรเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย						
1.4 ขนาดและตำแหน่งในการจัดวางปุ่มมีความเหมาะสม และสื่อความหมายที่ชัดเจน						
1.5 ความคงที่ของการเปลี่ยนหน้าจอ (ไม่กระโดดและไม่ทำให้สับสน)						
1.6 เสียงบรรยายชัดเจน และเสียงดนตรีประกอบเหมาะสม						
1.7 ความยาว ขนาดของภาพ และการสื่อความหมายของวิดีโอเหมาะสม						
2. ด้านปฏิสัมพันธ์						
2.1 มีรูปแบบการใช้บทเรียนที่แน่นอน						
2.2 วิธีการส่งคำตอบคืนมีความเหมาะสม						
2.3 วิธีการเฉลยแบบฝึกหบทวนท้ายบทเรียนมีความเหมาะสม						
3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน						
3.1 การเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก						
3.2 ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและเปลี่ยนหน้าจอ						
3.3 การเข้าและการออกจากบทเรียนทำได้ง่าย						
3.4 การให้โอกาสเลือกเรียนบทเรียนก่อนหน้า						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**แบบประเมินความสอดคล้อง
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ
เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์**

สำหรับการวิจัยเรื่อง

**ผลการจัดการเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยโดยใช้การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน กำหนดเกณฑ์ให้
ความหมายดังนี้

- +1 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่ารายการที่นำมาประเมินมีความสอดคล้อง
 - 0 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่ารายการที่นำประเมินมีความสอดคล้อง
 - 1 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่ารายการที่นำประเมินไม่มีความสอดคล้อง
- ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ในความอนุเคราะห์ทำแบบประเมินครั้งนี้

(นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม)

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ
เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์**

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้		
		1	0	-1
1. นักเรียนต่อ วงจรและเขียน โปรแกรม เพื่อให้ หลอดไฟ สามารถติด และดับได้	1. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ หลอดไฟ 3 ดวงทำงานได้ตามเงื่อนไขดังนี้ หลอดที่ 1 สีแดง ติดนาน 6 วินาทีแล้วดับ หลอดที่ 2 สีเหลือง ติดนาน 1 วินาทีแล้วดับ หลอดที่ 3 สีเขียว ติดนาน 2 วินาทีแล้วดับ			
	2. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ หลอดไฟ 2 ดวง ติด-ดับสลับกัน โดยหลอดที่ 1 ติด 2 วินาทีแล้วดับและหลอดที่ 2 ติด 2 วินาทีแล้วดับ โดย ทำงานไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะปิดบอร์ด			
2. นักเรียนต่อ วงจรและเขียน โปรแกรม เพื่อให้ปุ่มกด สามารถควบคุม การทำงานของ หลอดไฟ ได้	3. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดให้ ปุ่มกดควบคุมการทำงานของหลอดไฟสีแดง 1 ดวง โดย หลอดไฟจะติดเมื่อผู้ใช้กดปุ่มครั้งแรก และจะดับลงเมื่อ ผู้ใช้กดปุ่มครั้งที่ 2			
	4. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ปุ่มกด ควบคุมการทำงานของหลอดไฟ โดยมีปุ่มกด 2 ปุ่ม ปุ่มที่ 1 ควบคุมการทำงานของหลอดไฟ โดย การกดครั้งที่ 1 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับ พร้อมกันในช่วง 1 วินาที การกดครั้งที่ 2 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับ พร้อมกันในช่วง 2 วินาที การกดครั้งที่ 3 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับ สลับกันในช่วง 1 วินาที ปุ่มที่ 2 ควบคุมการปิดของหลอดไฟทั้ง 2 ดวง (กดแล้ว ไฟดับ)			

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้		
		1	0	-1
3.ระบบ สามารถสั่ง การด้วยสัมผัส ได้	5. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม การทำงานของหลอดไฟ โดยหลอดไฟจะติดเมื่อผู้ใช้ สัมผัส LDR และจะดับลงเมื่อผู้ปล่อยมือ			
	6. ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม การทำงานของหลอดไฟ มีเงื่อนไขดังนี้ สัมผัสครั้งที่ 1 หลอดไฟสีแดงติด สัมผัสครั้งที่ 2 หลอดไฟสีแดงดับและหลอดไฟสีเหลือง ติด สัมผัสครั้งที่ 3 หลอดไฟสีเหลืองดับและหลอดไฟสีเขียว ติด สัมผัสครั้งที่ 4 หลอดไฟสีเขียวดับและหลอดไฟสีแดงอีก ครั้ง และวนซ้ำไปเรื่อย ๆ หลอดไฟจะดับก็ต่อเมื่อผู้ใช้กดปุ่มเพื่อปิด			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินข้อ 1

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้หลอดไฟ 3 ดวงทำงาน 1 รอบ โดยมีลำดับการทำงานดังนี้

หลอดที่ 1 สีแดง ติดนาน 6 วิแล้วดับแล้ว

หลอดที่ 2 สีเหลือง ติดนาน 1 วินาทีแล้วดับแล้ว

หลอดที่ 3 สีเขียว ติดนาน 2 วินาทีแล้วดับ

ประเด็น	ระดับการประเมิน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียน โปรแกรม	- โปรแกรม ครบสมบูรณ์ - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ ครบสมบูรณ์ (ขาดไม่เกิน 2 คำสั่ง) - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ ครบสมบูรณ์ (ขาดเกิน 2 คำสั่ง) - โปรแกรมมีข้อผิดพลาด (Syntax Error) ทำให้รันไม่ได้	ไม่สามารถเขียน โปรแกรมได้เลย	3
การต่อ บอร์ด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟ ได้ถูกต้องทุก ดวงและต่อ ครบทุกดวง ตามที่โจทย์ กำหนด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ ถูกต้องทุกดวง และต่อครบทุก ดวงตามที่โจทย์ กำหนด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ หรือต่อหลอดไฟ ไม่ถูกต้องหรือไม่ ครบทุกดวง ตามที่โจทย์ กำหนด	ไม่ได้ต่ออะไรใน บอร์ด	3
การ ทำงาน	ทำงานได้ ตามที่โจทย์ กำหนดทุก ประการ	ทำงานตามที่ โจทย์ทำกำหนด ถูกต้อง 2 ดวง และถูกต้อง ตามลำดับการ ติด-ดับ	ทำงานตามที่ โจทย์ทำกำหนด ถูกต้อง 1 ดวง หรือไม่สามารถ ทำงานได้ ตามลำดับที่ โจทย์กำหนด	ไม่มีหลอดไฟ หลอดใดทำงาน ได้ตามที่โจทย์ กำหนด	4

เกณฑ์การตัดสิน

ดี	26-30
พอใช้	15-25
ปรับปรุง	10-14

เกณฑ์การประเมินข้อ 2

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้หลอดไฟ 2 ดวง (สีเขียว และสีแดง) ติด-ดับสลับกัน โดยหลอดที่ 1 ติด 2 วินาทีแล้วดับและหลอดที่ 2 ติด 2 วินาทีแล้วดับ โดยทำงานไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะปิดบอร์ด

ประเด็น	ระดับการประเมิน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียน โปรแกรม	- โปรแกรมครบ สมบูรณ์ - รันได้โดยไม่มี ข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบ สมบูรณ์ (ขาดไม่ เกิน 2 คำสั่ง) - รันได้โดยไม่มี ข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ ครบสมบูรณ์ (ขาดเกิน 2 คำสั่ง) - โปรแกรมมี ข้อผิดพลาด (Syntax Error) ทำให้รันไม่ได้	ไม่สามารถ เขียน โปรแกรม ได้เลย	3
การต่อ บอร์ด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ ถูกต้องทุกดวง และต่อครบทุก ดวงตามที่โจทย์ กำหนด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ ถูกต้องทุกดวงและ ต่อครบทุกดวง ตามที่โจทย์กำหนด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ หรือต่อหลอดไฟ ไม่ถูกต้องหรือไม่ ครบทุกดวง ตามที่โจทย์ กำหนด	ไม่ได้ต่อ อะไรใน บอร์ด	3
การ ทำงาน	ทำงานได้ตามที่ โจทย์กำหนดทุก ประการ	การติด-ดับไม่ เป็นไปตามที่โจทย์ กำหนด	ติดตลอดโดยไม่ ดับเลยจนกว่าจะ ปิดบอร์ด	ไฟไม่ติด ตั้งแต่เริ่ม ทำงาน	4

เกณฑ์การตัดสิน

ดี	26-30
พอใช้	15-25
ปรับปรุง	10-14

เกณฑ์การประเมินข้อ 3

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดให้ปุ่มกดควบคุมการทำงานของหลอดไฟสีแดง 1 ดวง โดยหลอดไฟจะติดเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มครั้งแรก และจะดับลงเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มครั้งที่ 2

ประเด็น	ระดับการประเมิน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียน โปรแกรม	- โปรแกรม ครบสมบูรณ์ - รันได้โดยไม่มี ข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ ครบสมบูรณ์ (ขาดไม่เกิน 2 คำสั่ง) - รันได้โดยไม่มี ข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบ สมบูรณ์ (ขาดเกิน 2 คำสั่ง) - โปรแกรมมี ข้อผิดพลาด (Syntax Error) ทำ ให้รันไม่ได้	ไม่สามารถ เขียน โปรแกรมได้ เลย	3
การต่อ บอร์ด	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟ ได้ถูกต้องทุก ดวงและต่อ ครบทุกดวง ตามที่โจทย์ กำหนด - ต่อปุ่มกด ถูกต้อง	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่ สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ ถูกต้องทุกดวง และต่อครบทุก ดวงตามที่โจทย์ กำหนด - ต่อปุ่มกด ถูกต้อง	- ต่อวงจรของ บอร์ดได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - ต่อหลอดไฟไม่ ถูกต้องหรือไม่ครบ ทุกดวงตามที่โจทย์ กำหนด หรือ - ต่อปุ่มกดไม่ ถูกต้อง	ไม่ได้ทำอะไร ในบอร์ด	3
การ ทำงาน	ทำงานได้ตามที่ โจทย์กำหนด ทุกประการ	เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม แล้วไฟติด และ กดปุ่มอีกครั้ง แล้วไฟไม่ดับ	- ไฟติดตั้งแต่ยังไม่ กด	ไม่สามารถทำ ให้ไฟติดได้ไม่ ว่าจะกดหรือ ทำอะไรบน บอร์ด	4
เกณฑ์การตัดสิน					
ดี			26-30		
พอใช้			15-25		
ปรับปรุง			10-14		

เกณฑ์การประเมินข้อ 4

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ปุ่มกดควบคุมการทำงานของหลอดไฟ 2 ดวง (สีเขียวและสีเหลือง) โดยมีปุ่มกด 2 ปุ่ม

ปุ่มที่ 1 ควบคุมการทำงานของหลอดไฟ โดย

การกดครั้งที่ 1 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับพร้อมกันหน่วง 1 วินาที (เงื่อนไขที่ 1)

การกดครั้งที่ 2 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับพร้อมกันหน่วง 2 วินาที (เงื่อนไขที่ 2)

การกดครั้งที่ 3 จะทำให้หลอดไฟทั้ง 2 ดวงติดและดับสลับกันกันหน่วง 1 วินาที (เงื่อนไขที่ 3)

ปุ่มที่ 2 ควบคุมการปิดของหลอดไฟทั้ง 2 ดวง (กดแล้วไฟดับ) (เงื่อนไขที่ 4)

ประเด็น	ระดับการประเมิน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียนโปรแกรม	- โปรแกรมครบสมบูรณ์ - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบสมบูรณ์ (ขาดไม่เกิน 2 คำสั่ง) - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบสมบูรณ์ (ขาดเกิน 2 คำสั่ง) - โปรแกรมมีข้อผิดพลาด (Syntax Error) ทำให้รันไม่ได้	ไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้เลย	3
การต่อบอร์ด	- ต่อวงจรของบอร์ดได้สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ถูกต้องทุกดวงและต่อครบทุกดวงตามที่โจทย์กำหนด - ต่อปุ่มกดถูกต้อง	- ต่อวงจรของบอร์ดได้ไม่สมบูรณ์ - ต่อหลอดไฟได้ถูกต้องทุกดวงและต่อครบทุกดวงตามที่โจทย์กำหนด - ต่อปุ่มกดถูกต้อง	- ต่อวงจรของบอร์ดได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - ต่อหลอดไฟไม่ถูกต้องหรือไม่ครบทุกดวงตามที่โจทย์กำหนด หรือ - ต่อปุ่มกดไม่ถูกต้อง	ไม่ได้ต่ออะไรในบอร์ด	3
การทำงาน	ทำงานได้ตามที่โจทย์กำหนดทุกประการ	ทำงานได้ตามเงื่อนไขอย่างน้อย 3 เงื่อนไข	ทำงานได้ตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 เงื่อนไข	ไม่สามารถทำให้ไฟติดได้ไม่ว่าจะกดหรือทำอะไรบนบอร์ด	4

เกณฑ์การตัดสิน

ดี	26-30
พอใช้	15-25
ปรับปรุง	10-14

เกณฑ์การประเมินข้อ 5

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟ โดยหลอดไฟจะติดเมื่อผู้ใช้สัมผัส LDR และจะดับลงเมื่อผู้ใช้สัมผัส อีกครั้ง

ประเด็น	เกณฑ์การให้คะแนน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียนโปรแกรม	- โปรแกรมครบสมบูรณ์ - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบสมบูรณ์ (ขาดไม่เกิน 2 คำสั่ง) - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบสมบูรณ์ (ขาดเกิน 2 คำสั่ง) - โปรแกรมมีข้อผิดพลาด (Syntax Error) ทำให้รันไม่ได้	ไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้เลย	3
การต่อหลอดไฟและตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) บนแผง breadboard	- ต่อบอร์ดได้ครบทุกส่วนและถูกต้อง - ต่อหลอดไฟครบตามที่โจทย์กำหนดและถูกต้อง - ต่อ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	- ต่อบอร์ดได้ครบทุกส่วนและถูกต้อง - ต่อ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	- ต่อ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	ไม่ได้ต่ออะไรในบอร์ด	3
การทำงาน	ทำงานได้ตามที่โจทย์กำหนดทุกประการ	เมื่อผู้ใช้สัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ครั้งแรกแล้วไฟติด และสัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) อีกครั้งแล้วไฟไม่ดับ	สัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ครั้งแรกแล้วไฟไม่ติด	ไฟติดตั้งแต่ยังไม่สัมผัส ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR)	4

เกณฑ์การตัดสิน

ดี	26-30
พอใช้	15-25
ปรับปรุง	10-14

เกณฑ์การประเมินข้อ 6

ให้นักเรียนต่อวงจรและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟ เมื่อเริ่มต้นกำหนดให้หลอดไฟทั้ง 3 ดวง (แดง เหลือง เขียว) ติดทั้งหมด มีเงื่อนไขดังนี้

สัมพัทธ์ครั้งที่ 1 หลอดไฟสีแดงติดเพียงหลอดเดียว (เงื่อนไขที่ 1)

สัมพัทธ์ครั้งที่ 2 หลอดไฟสีแดงและสีเหลืองติด (สีเขียวดับ) (เงื่อนไขที่ 2)

สัมพัทธ์ครั้งที่ 3 หลอดไฟสีเขียวติดเพียงหลอดเดียว (เงื่อนไขที่ 3)

ประเด็น	เกณฑ์การให้คะแนน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การเขียนโปรแกรม	- โปรแกรมครบสมบูรณ์ - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบสมบูรณ์ (ขาดไม่เกิน 2 คำสั่ง) - รันได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (Syntax Error)	- โปรแกรมไม่ครบสมบูรณ์ (ขาดเกิน 2 คำสั่ง) - โปรแกรมมีข้อผิดพลาด (Syntax Error) ทำให้รันไม่ได้	ไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้เลย	3
การต่อหลอดไฟและตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) บนแผง breadboard	- ต่อบอร์ดได้ครบทุกส่วนและถูกต้อง - ต่อหลอดไฟครบตามที่โจทย์กำหนดและถูกต้อง - ต่อ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	- ต่อบอร์ดได้ครบทุกส่วนและถูกต้อง - ต่อ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	- ต่อ ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (LDR) ได้ถูกต้อง	ไม่ได้ต่ออะไรในบอร์ด	3

ประเด็น	เกณฑ์การให้คะแนน				น้ำหนัก ประเด็น
	3	2	1	0	
การทำงาน	ทำงานได้ตามที่ โจทย์กำหนด ทุกประการ	ทำงานได้ตาม เงื่อนไขอย่าง น้อย 2 เงื่อนไข	ทำงานได้ตาม เงื่อนไขอย่าง น้อย 1 เงื่อนไข	หลุดไฟไม่ เกิดการ เปลี่ยนแปลง ใด ๆ เมื่อ สัมผัส ตัว ต้านทาน ปรับค่าตาม แสง (LDR)	4

เกณฑ์การตัดสิน

ดี	26-30
พอใช้	15-25
ปรับปรุง	10-14

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

- ผลการวิเคราะห์การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์
- การวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์

ผลการวิเคราะห์การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣX	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ
เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ ค.2 ผลการหาความสัมพันธ์ของคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ข้อ
ที่ 1

เลขที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (x)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (y)	xy	x ²	y ²
1	19	19	361	361	361
2	30	30	900	900	900
3	30	30	900	900	900
4	6	6	36	36	36
5	9	3	27	81	9
6	30	30	900	900	900
7	6	6	36	36	36
8	30	30	900	900	900
9	9	9	81	81	81
10	9	9	81	81	81
11	15	15	225	225	225
12	30	30	900	900	900
13	30	30	900	900	900
14	30	30	900	900	900
15	20	20	400	400	400
16	3	3	9	9	9
17	30	30	900	900	900
18	30	30	900	900	900
19	20	19	380	400	361
20	20	20	400	400	400
รวม	406	399	10136	10210	10099

$$R_{xy} = 0.99$$

ตารางที่ ค.3 ผลการหาความสัมพันธ์ของคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้าน
ทักษะ ข้อที่ 2

เลขที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (x)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (y)	xy	x ²	y ²
1	16	16	256	256	256
2	30	30	900	900	900
3	12	12	144	144	144
4	6	6	36	36	36
5	16	16	256	256	256
6	23	23	529	529	529
7	10	10	100	100	100
8	10	10	100	100	100
9	6	6	36	36	36
10	16	16	256	256	256
11	6	6	36	36	36
12	6	6	36	36	36
13	23	23	529	529	529
14	12	12	144	144	144
15	6	6	36	36	36
16	10	10	100	100	100
17	23	23	529	529	529
18	0	16	0	0	256
19	30	30	900	900	900
20	12	12	144	144	144
รวม	273	289	5067	5067	5323

$$R_{xy} = 0.98$$

ตารางที่ ค.4 ผลการหาความสัมพันธ์ของคะแนนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้าน
ทักษะ ข้อที่ 3

เลขที่	ผู้ประเมิน คนที่ 1 (x)	ผู้ประเมิน คนที่ 2 (y)	xy	x ²	y ²
1	23	10	230	529	100
2	30	30	900	900	900
3	20	17	340	400	289
4	3	0	0	9	0
5	30	30	900	900	900
6	30	30	900	900	900
7	3	0	0	9	0
8	3	3	9	9	9
9	3	0	0	9	0
10	3	0	0	9	0
11	3	0	0	9	0
12	3	0	0	9	0
13	30	30	900	900	900
14	3	0	0	9	0
15	0	0	0	0	0
16	3	3	9	9	9
17	13	6	78	169	36
18	23	17	391	529	289
19	30	30	900	900	900
20	3	0	0	9	0
รวม	259	206	5557	6217	5232

$$R_{xy} = 0.97$$

ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และ อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ ค.5 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และ อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ข้อ ที่	คะแนน กลุ่มสูง	คะแนน กลุ่มต่ำ	ความยากง่าย (p)		อำนาจจำแนก (r)		การนำไปใช้
			P	แปลความ	r	แปลความ	
1	290	109	0.4	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้พอใช้	ใช้ได้
2	300	208	0.89	ง่ายมาก	0.23	จำแนกได้พอใช้	ใช้ไม่ได้
3	205	84	0.43	ค่อนข้างยาก	0.25	จำแนกได้พอใช้	ใช้ได้
4	188	82	0.23	ค่อนข้างยาก	0.18	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
5	215	27	0.20	ค่อนข้างยาก	0.31	จำแนกได้พอใช้	ใช้ได้
6	153	0	0.12	ยากเกินไป	0.26	จำแนกได้พอใช้	ใช้ไม่ได้

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

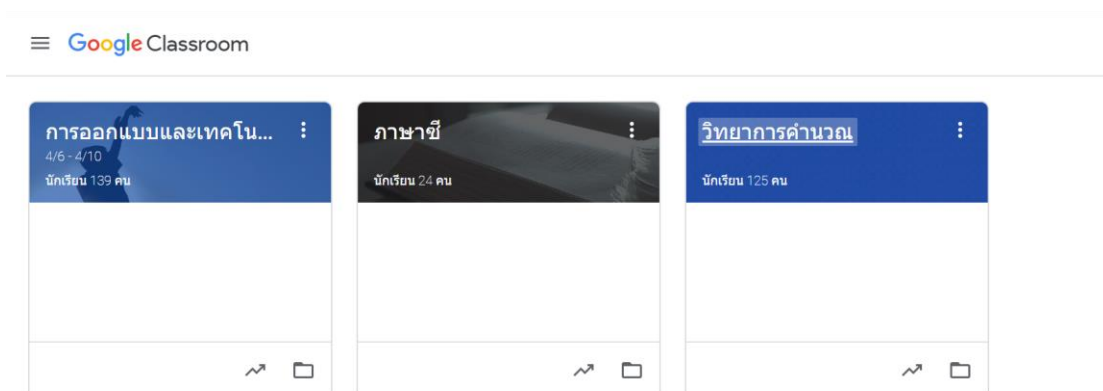
ตารางที่ ค.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับ
ด้านร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

คนที่	ข้อที่ 1 (30 คะแนน)	ข้อที่ 2 (30 คะแนน)	ข้อที่ 3 (30 คะแนน)	รวม (90 คะแนน)
1	30	13	30	73
2	30	10	23	63
3	30	27	23	80
4	30	30	23	83
5	30	24	30	84
6	30	30	30	90
7	30	30	30	90
8	30	30	30	90
9	30	24	30	84
10	30	30	30	90
11	30	27	30	87
12	30	30	30	90
13	30	30	30	90
14	30	30	30	90
15	30	30	30	90
16	30	30	30	90
17	30	30	30	90
18	30	30	30	90
19	30	30	30	90
20	30	16	30	76
21	30	23	30	83
22	30	30	30	90
23	30	30	23	83
24	30	23	30	83
25	30	20	30	80

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ จ.1 หน้าต่างเข้าสู่ระบบโดยการลงชื่อเข้าใช้ผ่าน gmail



รูปที่ จ.2 รายวิชาที่เราลงทะเบียนไว้ทั้งหมด

การออกแบบและเทคโนโลยี
4/6 - 4/10

สดริ่ม งานของชั้นเรียน ผู้คน

+ สร้าง Google ปฏิทิน โฟลเดอร์โทรศัพท์ของชั้นเรียน

หัวข้อทั้งหมด

การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

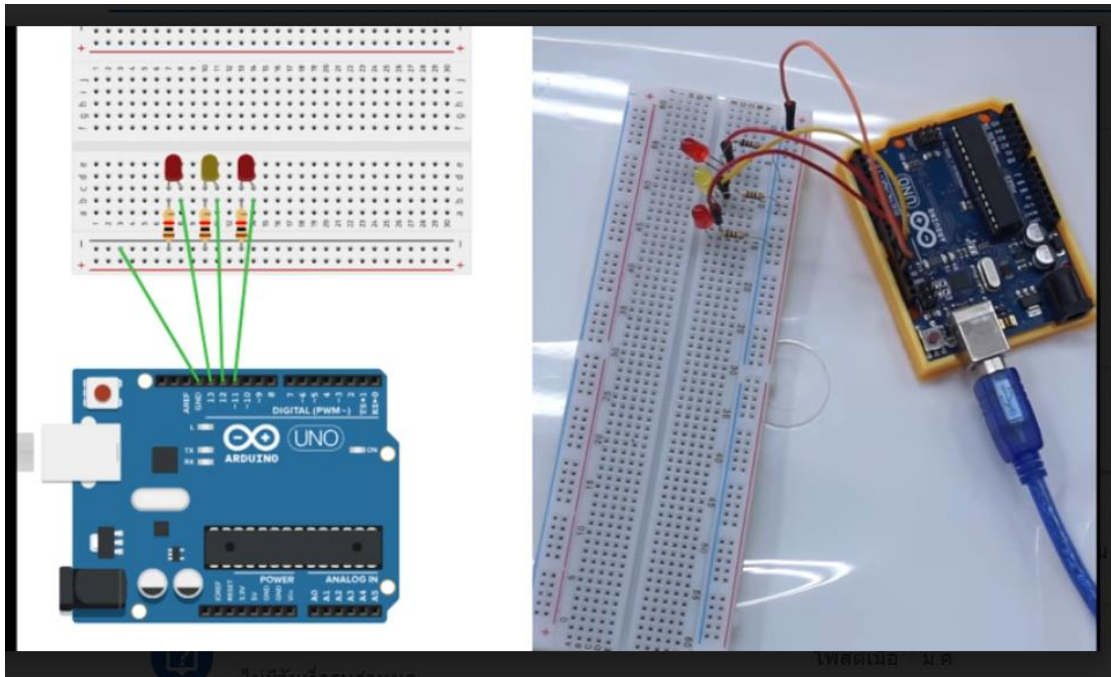
การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

- บทเรียนเรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED โทสต์เมื่อ 7 ม ค
- แบบทบทวน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED โทสต์เมื่อ 7 ม ค 2018 (แก้ไข 7 ม ค)
ไม่มีวันที่ครบกำหนด
- หากักเรียนมีข้อสงสัยระหว่างการเรียนรู้ผ่านวิดีโอ... โทสต์เมื่อ 7 ม ค
ไม่มีวันที่ครบกำหนด
- ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED โทสต์เมื่อ 7 ม ค
ไม่มีวันที่ครบกำหนด

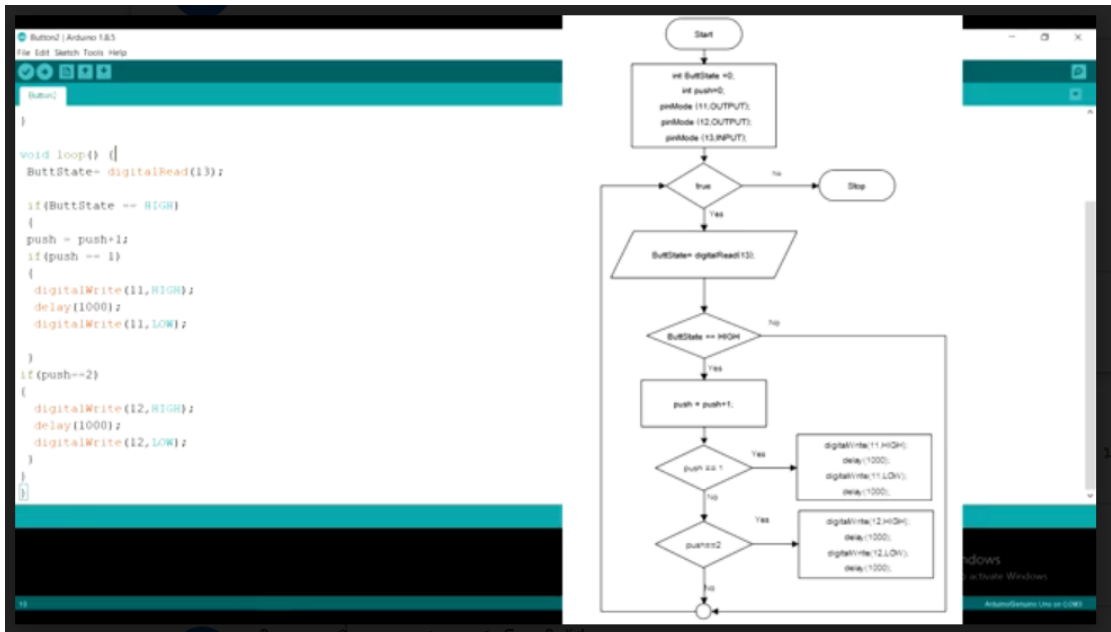
รูปที่ จ.3 ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ Google Classroom



รูปที่ จ.4 การนำเข้าสู่บทเรียน



รูปที่ จ.5 ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของการสาธิตการต่ออุปกรณ์



รูปที่ จ.6 ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของการสาธิตและการอธิบายการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม

แบบฝึกหทบทวนการต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

นักเรียนควรศึกษาบทเรียนจากรีดีโอคอนการท่าแบบฝึกหทบทวนของแต่ละหน่วยการเรียนเรียน

*จำเป็น

ชื่อ *

คำตอบของคุณ _____

ชั้น *

คำตอบของคุณ _____

เลขที่ *

คำตอบของคุณ _____

รูปที่ จ.7 ตัวอย่างแบบฝึกหทบทวนท้ายบทเรียน

ใบงาน เรื่อง การต่อบอร์ดโดยใช้หลอดไฟ LED

รหัสวิชา ว30107 รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จำนวนชั่วโมงและเวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง ในการทำชิ้นงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการทำงานของโปรแกรมได้ (K)
2. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟได้ (P)
3. ต่ออุปกรณ์บนบอร์ด Arduino ได้ (P)
4. การส่งงานตรงต่อเวลา (A)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการต่อบอร์ด Arduino Uno

รูปที่ จ.8 ตัวอย่างใบงาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นางสาวนริสรา เกิดพุ่ม
วัน - เดือน - ปีเกิด	1 เมษายน 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 143/314 ซอย 1 ถนนราษฎร์อุทิศ1 หมู่ที่ 8 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา 90000
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ปีการศึกษา 2562 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง โดยได้รับทุนการศึกษาและทุนสนับสนุนการทำ วิทยานิพนธ์จากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มี ความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) (Premium) จากสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)