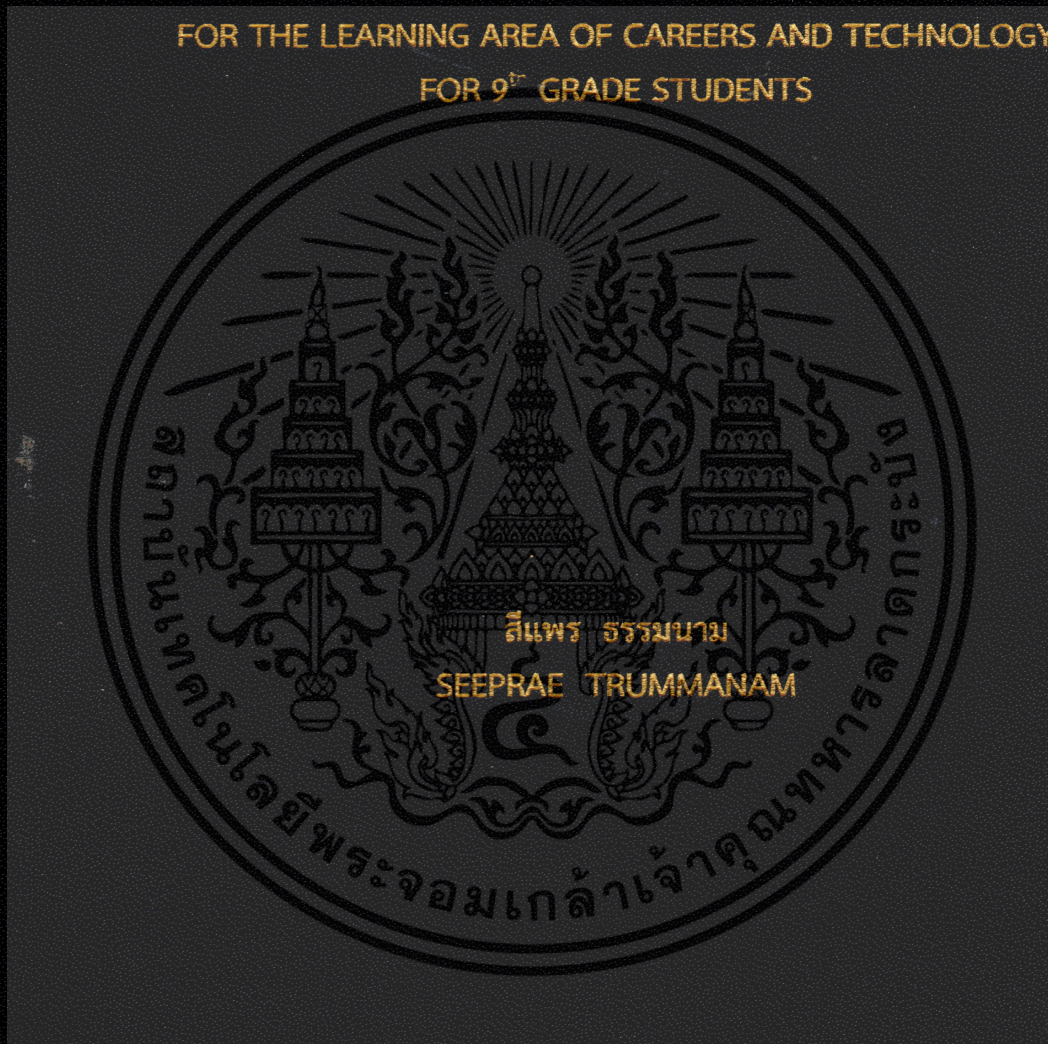


การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  
เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน  
สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION BASED LEARNING  
MANAGEMENT ON SOURCES OF SOLAR ENERGY AND ITS APPLICATION  
FOR THE LEARNING AREA OF CAREERS AND TECHNOLOGY  
FOR 9<sup>th</sup> GRADE STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-ED-M-232-009

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา  
เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน  
สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION BASED LEARNING  
MANAGEMENT ON SOURCES OF SOLAR ENERGY AND ITS APPLICATION  
FOR THE LEARNING AREA OF CAREERS AND TECHNOLOGY  
FOR 9<sup>th</sup> GRADE STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2560

KMITL-2017-ED-M-232-009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION BASED LEARNING  
MANAGEMENT ON SOURCES OF SOLAR ENERGY AND ITS  
APPLICATION FOR THE LEARNING AREA OF CAREERS AND  
TECHNOLOGY FOR 9<sup>th</sup> GRADE STUDENTS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN ELECTRONICS  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ KMITL-2017-ED-M-232-009  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2017

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง  
แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์  
ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ  
เทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION BASED  
LEARNING MANAGEMENT ON SOURCES OF SOLAR  
ENERGY AND ITS APPLICATION FOR THE LEARNING  
AREA OF CAREERS AND TECHNOLOGY FOR 9<sup>th</sup>  
GRADE STUDENTS

นักศึกษา  
รหัสประจำตัว

นางสาวสีแพร ธรรมนาม  
56603174

ปริญญา  
สาขาวิชา


ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
อิเล็กทรอนิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ปิยะ ศุภวาราสูวัฒน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์	
รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน	
รองศาสตราจารย์ ปิยะ ศุภวาราสูวัฒน์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ

9 ธันวาคม 2560 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ

ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และวันที่ 29 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นางสาวสีแพร ธรรมนาม

นักศึกษา

56603174

รหัสประจำตัว

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

อิเล็กทรอนิกส์

ปี พ.ศ.

2560

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงศ์ มะโน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และการหาประสิทธิภาพ รวมทั้งความพึงพอใจของนักเรียน ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี รหัสวิชา 23101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของการจัดการเรียนรู้จัดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.13$ ,  $S = 0.66$ ) ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้หรือ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.37/84.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และความพึงพอใจของนักเรียนจัดอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ( $\mu = 4.67$ ,  $\sigma = 0.49$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	The Development of a STEM Education Based Learning Management on Sources of Solar Energy and Its Application for the Learning Area of Careers and Technology for 9 <sup>th</sup> Grade Students
<b>Student</b>	Miss Seeprae Trammanam
<b>Student ID.</b>	56603174
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Program</b>	Electronics
<b>Year</b>	2017
<b>Thesis Adviser</b>	Associate Professor Dr.Kitipong Mano
<b>Thesis Co-Adviser</b>	Associate Professor Piya Supavarasuwat

### ABSTRACT

The purpose of this research was to development of a STEM education based learning management on sources of solar energy and its application for the learning area of careers and technology for 9<sup>th</sup> grade students and to determine its efficiency and find out the level of students satisfaction. The population of the study consisted of 20 9<sup>th</sup> Grade students at Ban Huayplalod School, Mae Sot district, Tak province. The students were enrolled in learning of careers and technology in the first semester of the 2017 academic year. The research tools were a STEM education based learning management on solar power and its applications in accordance with qualitative evaluation form of a lesson plan on STEM, and an achievement test. The statistics used for data analysis were mean and standard deviation. The results of the research revealed that the quality of the learning management system was at the good level ( $\bar{X} = 4.13$ ,  $S = 0.66$ ). The efficiency of the learning management system or  $E_1/E_2$  was at 82.37/84.50, which was higher than the specified criteria of 80/80. Student satisfaction was at the most level ( $\mu = 4.67$ ,  $\sigma = 0.49$ ).

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.กิติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำต่างๆ ตรวจสอบชี้แนะข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนสามารถจัดทำได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.ดร.พิเชษฐ์ พิณิจ ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล นางเกศินี สุทธิ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา และ ผศ.พิชญ์สินี มะโน ที่ได้ตรวจสอบ ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์จนทำให้ผู้วิจัยสามารถจัดทำเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจในศาสตร์ด้านต่าง ๆ ตลอดจนข้อคิดและหลักการแสวงหาความรู้ จึงทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอใจเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อ.แม่สอด จ.ตาก ที่ได้ให้ความร่วมมือ ในการเป็นประชากรให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณแม่ละอองดาว ธรรมนาม ทุกคนในครอบครัว ตลอดจน พี่ น้อง เพื่อนและนายชินศรีศร ลิมภักทรกุลโรจน์ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจจนผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนอาจารย์ทุกท่าน อีกทั้งบุคคลทั้งหลายทั้งที่ได้และไม่ได้เอ่ยนาม

สีแพร ธรรมนาม

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VII
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>6</b>
2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	6
2.2 สะเต็มศึกษา.....	9
2.3 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน.....	14
2.4 แผนการจัดการเรียนรู้.....	22
2.5 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	25
2.6 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	25
2.7 ความพึงพอใจ.....	28
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>32</b>
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	32
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	32
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ IV ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
4.1 ผลการประเมินหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการ เรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	43
4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการ เรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	44
4.3 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	46
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	46
5.2 อภิปรายผล.....	48
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	51
ภาคผนวก.....	54
ประวัติผู้เขียน.....	115

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สารที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว.....	6
2.2 สารที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี.....	7
2.3 สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.....	8
2.4 สารที่ 4 การอาชีพ.....	9
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	43
4.2 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	44
4.3 ผลการวิเคราะห์การหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ VI างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์แบบอิสระ.....	15
2.2 การผลิตไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์.....	17
2.3 โซลาร์เซลล์ที่ต่อจากเซลล์มาเป็นแถว.....	17
2.4 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (mono-Si).....	17
2.5 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (p-Si).....	18
2.6 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง.....	19
3.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	33
3.2 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	34
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	36
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ.....	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อVIถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กระทรวงศึกษาธิการ มีวิสัยทัศน์มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 3) ซึ่งมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดจาก 1 ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีเป็นกลุ่มสาระที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิต การอาชีพและเทคโนโลยี มาใช้ประโยชน์ในการทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ และแข่งขันในสังคมไทยและสากล เป็นแนวทางในการประกอบอาชีพ รักการทำงานและมีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างพอเพียงและมีความสุข นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการจัดการเรียนการสอนเป็น 4 สาระ ซึ่งประกอบไปด้วย สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และสาระที่ 4 การอาชีพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 180-189)

อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบทางการศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศและหลายปีการศึกษาที่ผ่านมาต่ำกว่าครึ่งในทุกรายวิชา ผลการศึกษาขององค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economics Co-operation and Development, OECD) ที่รู้จักกันในชื่อของ PISA (Program for International Students Assessment) พบว่า นักเรียนไทยที่จัดได้ว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีเพียง 1% ซึ่งอาจหมายถึง นักเรียนที่ชนะการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการสาขาต่างๆ และย่อมไม่ได้หมายถึงคุณภาพโดยเฉลี่ยของระบบการศึกษาไทย (ภาวิช ทองโรจน์. 2551 : 7) นอกจากนี้ยังมีเสียงสะท้อนของเด็กและเยาวชน รวมถึงผู้ปกครองที่อยากเห็นการเปลี่ยนแปลงของการศึกษาไทย สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญและสำนักส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.) ได้สำรวจเด็กและเยาวชนที่มีอายุ 14-18 ปี ในพื้นที่ 17 จังหวัด จำนวน 4,255 ตัวอย่าง พบว่า คำถามลำดับแรกๆ ที่อยากจะถามมากที่สุด คือ คำถามเกี่ยวกับวิธีการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของครู (ร้อยละ 25) ทำไมครูจึงไม่หาวิธีการสอนที่สนุกไม่น่าเบื่อ ทำไมเวลาสอนต้องใช้วิธีอ่านหนังสือ โดยเด็กและเยาวชนมากกว่า 2 ใน 3 อยากให้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนของระบบ การศึกษาในปัจจุบัน เนื่องจากหลักสูตรการสอนเน้นเนื้อหาทฤษฎีมากกว่าการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน ครูเกือบ 100% ยังถ่ายทอดความรู้แบบสอนวิชา ส่งผลให้นักเรียนมีคุณสมบัติที่น่ากลัว ที่สุดคือ ขาดภาวะผู้นำซึ่งการที่นักเรียนจะมีทักษะความเป็นผู้นำได้ก็ต่อเมื่อมีความมั่นใจในตัวเองและ มีความคิดเป็นของตัวเอง วิธีการเรียนรู้ของนักเรียนในยุคใหม่จึงต้องเรียนโดยลงมือทำ ฝึกให้ปฏิบัติ จริงและมีการแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น แต่ไม่ควรปล่อยให้เด็กเรียนเรียนเอง ครูต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียน สามารถประเมินนักเรียนแต่ละคนได้ว่ามีพื้นความรู้เพียงใด เพื่อออกแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันและประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (วิจารณ์ พานิช. 2555)

นอกจากนี้ จากผลการวิจัยของสุชาติ พันธุ์ชาติ (2546) เรื่อง “ปัญหาการสอนของครูวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมที่ 4 ในจังหวัดเพชรบุรี” พบปัญหาที่น่าสนใจคล้ายกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อ.แม่สอด จ.ตาก คือ เนื้อหาสาระของ วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีมากเกินไป สื่อและอุปกรณ์ไม่เหมาะสม ไม่เพียงพอหรือชำรุด ไม่ทันสมัย วิธีการสอนเป็นแบบบรรยายมากเกินไป มีการสอนแบบลงมือปฏิบัติน้อย อีกทั้งบริบทของ โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลดเป็นพื้นที่ในเขตอุทยานแห่งชาติ ห่างไกลความเจริญ ไม่มีระบบไฟฟ้า ชุมชนขาดแหล่งเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียน ทำให้นักเรียนไม่เห็นความสำคัญของไฟฟ้า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่สามารถบูรณาการความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ขาดความรู้ ความเข้าใจ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ การนำสะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เข้ามาบูรณาการกับการเรียนการสอนโดย การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ด้วยการนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละ สาขาวิชามาสผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและ การพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขา ร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงาน ทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะ สำคัญในยุคโลกาภิวัตน์ หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2557 : 49-56) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการ ปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะความคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและ วิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ (วารินทร์พร พันเพ็ญฟู. 2559 : 198-203)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน ผู้วิจัยได้กำหนดเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2557 : 4) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identify a Challenge)
2. ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)
3. วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop)
4. ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)
5. นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากร

คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี รหัสวิชา 23101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

### 1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ แผนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน

ตัวแปรตาม คือ คุณภาพ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

### 1.5.3 ขอบเขตของเนื้อหา

ขอบเขตของเนื้อหาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น
2. หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า
3. หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า
4. หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์
5. หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การต่อโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งาน
6. หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การวางแผนการจัดกิจกรรมการจัดประสบการณ์ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดผลประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน

2. สะเต็มศึกษา หมายถึง การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขา คือ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M)

3. คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งานที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง อัตราส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียนต่อประสิทธิภาพพรบยอดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/80

$E_1$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี 6 หน่วยการเรียนรู้ ไม่ต่ำกว่า 80

$E_2$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการเรียนทั้ง 6 หน่วยการเรียนรู้ ไม่ต่ำกว่า 80

5. ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความพึงพอใจที่ได้จากการทำแบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ ดังนี้

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 สะเต็มศึกษา

2.3 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน

2.4 แผนการจัดการเรียนรู้

2.5 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2.6 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7 ความพึงพอใจ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 180-189) ได้ดังนี้

2.1.1 สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว

มาตรฐาน ง 1.1 เข้าใจการทำงาน มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะการจัดการ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน และทักษะการแสวงหาความรู้ คุณธรรม และลักษณะนิสัยในการทำงาน มีจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม เพื่อการดำรงชีวิตและครอบครัว

ตารางที่ 2.1 สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. อภิปรายขั้นตอนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ	การทำงานที่มีประสิทธิภาพเป็นการปฏิบัติตามกระบวนการทำงาน โดยการทำตามลำดับขั้นตอน ให้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ งานต่างๆ มีขั้นตอนการปฏิบัติ ถ้าการปฏิบัติ	อภิปรายขั้นตอนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
	สามารถลดขั้นตอน ลดเวลา ลดการใช้วัสดุ อุปกรณ์ พลังงาน แต่ให้ผลงานได้ตาม จุดหมายและปริมาณสูงขึ้น ก็จะเป็นจัด ขั้นตอนและวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ	
2. ใช้ทักษะใน การทำงานร่วมกัน อย่างมีคุณธรรม	การทำงานร่วมกับผู้อื่นให้ได้ผลดี ผู้ปฏิบัติ จะต้องรู้จักจัดวางขั้นตอนของงานให้สัมพันธ์ ต่อเนื่องกัน มีเทคนิควิธีการทำงานแต่ละ ขั้นตอนอย่างสร้างสรรค์ จัดคน ทำงานให้ สอดคล้องกับลักษณะงาน ผู้ร่วมงานต้อง จริงใจ เปิดเผย โปร่งใสและซื่อสัตย์ต่องาน และผู้ร่วมงาน การแสดงความรับผิดชอบและ ไม่เอาเปรียบผู้ร่วมงาน ช่วยให้การงานมี ความสุขเกิดความสำเร็จอย่างมีคุณภาพ	ใช้ทักษะในการทำงาน ร่วมกันอย่างมีคุณธรรม
3. อภิปรายการทำงาน โดยใช้ทักษะ การจัดการ เพื่อการประหยัด พลังงาน ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม	ทักษะการจัดการ เป็นการจัดระบบ งาน และ ระบบคน และยุทธศาสตร์การทำงาน เพื่อให้ ทำงานสำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม	อภิปรายการทำงาน โดยใช้ทักษะ การจัดการเพื่อ การประหยัดพลังงาน ทรัพยากร และ สิ่งแวดล้อม

### 2.1.2 สารที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยีออกแบบและสร้างสิ่งของ เครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์เลือกใช้เทคโนโลยีในทาง สร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตารางที่ 2.2 สารที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. อธิบายระดับของ เทคโนโลยี	ระดับของเทคโนโลยี	อธิบายระดับของ เทคโนโลยี
2. สร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตาม กระบวนการเทคโนโลยี อย่างปลอดภัย ออกแบบ	สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการที่สร้างตาม กระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉาย เพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลอง	สร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตาม กระบวนการเทคโนโลยี อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉาย เพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลองของสิ่งของเครื่องใช้ หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล	ของสิ่งของเครื่องใช้ หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล	ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลองของสิ่งของหรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล

### 2.1.3 สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณธรรม

ตารางที่ 2.3 สารที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. อธิบายหลักการทำโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	หลักการทำโครงการ การพัฒนาโครงการ โดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้	อธิบายวิธีการทำโครงการโดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน	วิธีการเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน	เขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐานได้ถูกวิธี
3. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน	วิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน	เลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับลักษณะของงาน นำเสนองานได้ถูกต้อง
4. ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการหรืองานที่ทำในชีวิตประจำวันตามหลักการทำโครงการอย่างมีจิตสำนึก	วิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างงานตามหลักการทำโครงการ ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	ปฏิบัติงานโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานตามหลักการทำโครงการอย่างถูกวิธีด้วยความรับผิดชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.4 สารที่ 4 การอาชีพ

มาตรฐาน ง 4.1 เข้าใจ มีทักษะที่จำเป็น มีประสบการณ์ เห็นแนวทางในงานอาชีพ ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอาชีพ มีคุณธรรม และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ

ตารางที่ 2.4 สารที่ 4 การอาชีพ

ตัวชี้วัด	ผู้เรียนรู้อะไร	ผู้เรียนทำอะไรได้
1. อภิปรายการทำงาน ด้วยวิธีที่หลากหลาย	การทำงานด้วยวิธีการที่หลากหลาย	เปรียบเทียบ การทำงานในรูปแบบ ต่างๆ
2. วิเคราะห์แนวทางเข้าสู่อาชีพ	แนวทางในการเข้าสู่อาชีพ	วิเคราะห์คุณสมบัติที่ จำเป็นเพื่อเข้าสู่อาชีพ ที่มั่นคง
3. ประเมินทางเลือกในการประกอบอาชีพที่สอดคล้องกับความรู้ ความถนัดและความสนใจของตนเอง	ทางเลือกในการประกอบอาชีพที่เหมาะสมกับ ความรู้ความสามารถและความสนใจของ ตนเอง	ประเมินทางเลือกใน การประกอบอาชีพจาก ความรู้ความสามารถ และความถนัด

## 2.2 สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย ทั้งนี้ สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2557 : 49-56)

### 2.2.1 แนวคิดและลักษณะสะเต็มศึกษา

#### 2.2.1.1 เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration)

คือการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้ให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

(2) เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

(3) วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนา นวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

(4) คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรก คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของผู้เรียนหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2.2.1.2 เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล-มัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของสหรัฐอเมริกา มีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย นอกจากสะเต็มศึกษาจะเป็น การบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่าและสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

2.2.1.3 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

(1) ด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

(2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง

เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้นนักศึกษาก็ยังได้มีบูรณาการศาสตร์อื่นประกอบเพื่อให้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้น ครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการศิลปะ (A) ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น สามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษา ท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า. 2555) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นเพิ่มเติมให้ผู้เรียนตระหนักเกี่ยวกับคุณธรรมจริยธรรม (Ethics : E2) ที่เป็นองค์ประกอบส่วนสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้เป็นคนดี

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 : 4-8) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็น การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับแนวคิดการออกแบบเชิง วิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม

### 2.2.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่ง ที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไข ปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยใน การทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงการออกแบบ และพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจที่ลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้และโดยทั่วไปการสร้างสรรค้ขึ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้

### 2.2.3 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน

2. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา

4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity Based) หรือการทำโครงการ (Project Based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผู้สอนทั้งหลายอาจมีความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การเรียนการสอนสะเต็มศึกษาตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นั้นเน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนแบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนการสอนได้ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย และผู้เรียนได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.4 การบูรณาการ (Integration)

หมายถึง การนำศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน การบูรณาการสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบูรณาการเนื้อหา (Integration of subject areas) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ (Integration of learning process) และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ (Integration of learning outcome) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 2.2.4.1 รูปแบบการบูรณาการ

(1) การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่างๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหา แล้วนำเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือหัวข้อนั้นมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่างๆ เข้ามาเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามที่ต้องการ

(2) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่างๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน หรือการจัดให้ผู้เรียนได้สามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษาแล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้างและแต่ละเนื้อหาจะสอนด้วยวิธีใด

(3) การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยสอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไร จากนั้นก็นำเนื้อหาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษานั้นมาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน

### 2.2.4.2 สิ่งที่ควรคำนึงในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ

(1) จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด

(2) ส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่างๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน

(3) จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

(4) จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

(5) ปลุกฝังจิตสำนึก ค่านิยมและจริยธรรมที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน

### 2.3.1 ไฟฟ้าเบื้องต้น

สสารที่มีในโลกนี้ประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆ ซึ่งเรียกว่า อะตอม (Atoms) ภายในอะตอมประกอบด้วยอนุภาคไฟฟ้าเล็กๆ 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอนและนิวตรอน โดยที่อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ โปรตอนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และในนิวตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง อนุภาคทั้ง 3 ในอะตอมเป็นลักษณะที่โปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่ตรงกลาง เรียกว่า นิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนโคจรรอบๆ ภายในอะตอมมีอิเล็กตรอนโคจรรอบๆ นิวเคลียส เป็นวงๆ ซึ่งอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกสุดเรียกว่า อิเล็กตรอนอิสระ และถ้าอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกได้รับพลังงานจะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปอยู่ในอะตอมที่ถัดไปทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอน พลังงานที่จะทำให้อิเล็กตรอนในวัตถุตัวนำไหลได้คือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่รับและจ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่า ขั้วไฟฟ้า โดยกำหนดไว้ว่าขั้วที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่าขั้วบวก ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเรียกว่าขั้วลบ

#### 2.3.1.1 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

- (1) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการเสียดสีของวัตถุ
- (2) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานทางเคมี
- (3) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า
- (4) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแสง
- (5) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานความร้อน
- (6) แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากแรงกด

#### 2.3.1.2 ประเภทของไฟฟ้า

(1) ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity) คือ ไฟฟ้าที่เกิดจากการเสียดสี เมื่อนำวัตถุบางอย่างมาถูกันจะทำให้เกิดพลังงานขึ้น ซึ่งพลังงานนี้สามารถดูดเศษกระดาษหรือฟางข้าวเบาๆ ได้ เช่น การนำแท่งยางแข็งถูกับผ้าสักหลาด หรือการหิวผม เป็นต้น

(2) ไฟฟ้ากระแส (Current Electricity)

(2.1) ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current หรือ DC)

(2.2) ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current หรือ AC)

### 2.3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้า

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เรียกการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบซีรี่ส์ (Series) คือ การนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงกัน โดยนำขั้วของเซลล์ไฟฟ้าที่มีขั้วต่างกันมาต่อเข้าด้วยกันแล้วนำเอาขั้วที่เหลือไปใช้งาน

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน คือ การนำขั้วของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ที่เหมือนกันมาต่อเข้าด้วยกัน โดยนำขั้วบวกของแต่ละเซลล์รวมกันและนำขั้วลบของแต่ละเซลล์รวมกันอีกด้านหนึ่ง แล้วนำเอาขั้วของเซลล์ที่ต่อขนานไปใช้งาน การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Cell) เซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ต้องมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Voltage) และความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์เท่ากัน การต่อแบบขนานผลก็คือแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงเคลื่อนเคลื่อนเซลล์เพียงแถวเดียว ผลรวมความต้านทานภายในเซลล์ให้รวมแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม คือ การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมจะมีการต่อแบบอนุกรมและขนาน เซลล์ที่จะนำมาต่อจะต้องมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานภายในเซลล์เท่ากันทุกตัว

### 2.3.3 ปริมาณทางไฟฟ้า

1. กระแสไฟฟ้า หน่วย แอมแปร์ หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า แอมป์ (สัญลักษณ์ : A) เป็นหน่วยวัดกระแสไฟฟ้า หรือปริมาณของประจุไฟฟ้าต่อวินาที แอมแปร์เป็นหน่วยฐานเอสไอ ตั้งชื่อตามอ็องเดร-มารี อ็องแปร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส หนึ่งในผู้ค้นพบแม่เหล็กไฟฟ้า

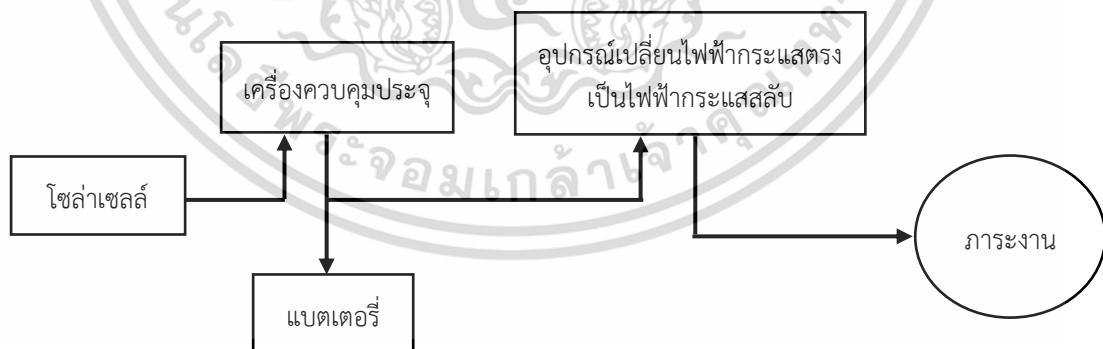
2. แรงดันไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (สัญลักษณ์ : V) คือ หน่วยอนุพันธ์ในระบบเอสไอของความต่างศักย์ไฟฟ้า โวลต์เป็นชื่อของหน่วยนี้ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติให้แก่ อาเลสซันโดร วอลตา ผู้คิดค้นแบตเตอรี่เคมีชนิดแรกที่เรียกว่าเซลล์วอลตาอีก

3. ความต้านทานทางไฟฟ้า หน่วย โอห์ม (สัญลักษณ์ :  $\Omega$ ) เป็นหน่วยเอสไอ (International System of Units : SI) ของค่าอิมพีแดนซ์ทางไฟฟ้าในกรณีของกระแสสลับหรือค่าความต้านทานไฟฟ้าในกรณีของกระแสตรง ชื่อของหน่วยนี้ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติให้แก่ จอร์จ โอห์ม นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน

4. กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์ (watt, สัญลักษณ์ W) เป็นหน่วยเอสไอของกำลัง ชื่อของหน่วยนี้ตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติให้แก่ เจมส์ วัตต์

### 2.3.4 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบอิสระ (PV Stand Alone System)

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบอิสระ (LEONICS CO., LTD. 2560) เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงจึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบอิสระ

#### 2.3.4.1. โซล่าเซลล์ (Solar Cell)

มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของ

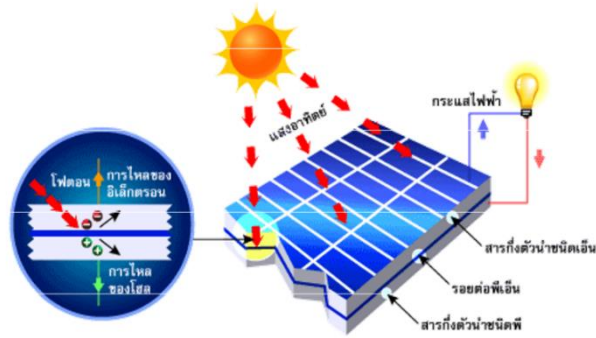
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ในทางใดก็ตาม ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2382 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2497 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี พ.ศ. 2502 ดังนั้น สรุปได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

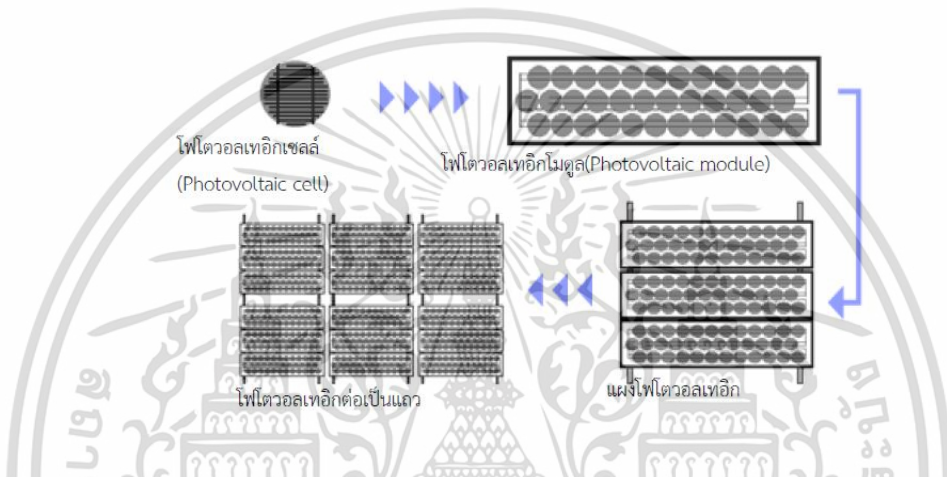
โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัสจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอนจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกันจะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

หลักการทำงานคือการเปลี่ยนรังสีอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งเป็นธาตุที่มีอยู่มากมายบนโลกนำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางสองแผ่นประกบกัน แผ่นหนึ่งเป็นชนิดประจุบวก (Positive type หรือ P-type) อีกแผ่นเป็นประจุลบ (Negative type หรือ N-type) เมื่อมีรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีอาทิตย์ซึ่งมีอนุภาคของพลังงานที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้สารกึ่งตัวนำทำให้อิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำหลุดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (Atom) เกิดเป็นอิเล็กตรอนประจุลบและโฮล (Hole) ประจุบวกบริเวณรอยต่อพีเอ็น (P-N junction) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนซึ่งเมื่อเคลื่อนที่ครบวงจรก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าตรง ดังภาพที่ 2.2 และโซลาร์เซลล์ (Solar cell) 1 เซลล์ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 1-2 วัตต์ ดังนั้นถ้าต้องการไฟฟ้ามากขึ้นก็ต้องนำหลายเซลล์มาต่อเรียงกันเป็นโมดูล (Module) และถ้าต้องการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นไปอีกก็ต้องนำหลายโมดูลเซลล์มาต่อเรียงกันเป็นแผง (Panel) และถ้าต้องการไฟฟ้ามากๆ ก็นำหลายแผงมาต่อกันเป็นแถว (Array) ดังภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 การผลิตไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์



ภาพที่ 2.3 โซลาร์เซลล์ที่ต่อจากเซลล์มาเป็นแถว

ชนิดของแผงโซลาร์เซลล์ แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ (KLCBright.com. 2560) คือ

- (1) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดที่ทำมาจากผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสี่เข็ม แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์นั้น เป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจากกระบวนการกวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลางที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยมและลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์มีรูปทรงเป็นอย่างไรที่เห็นในแผงโซลาร์เซลล์



ภาพที่ 2.4 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (mono-Si)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อดี

- มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจากซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%
- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุด ในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ชนิดนี้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่าของชนิดฟิล์มบาง
- มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป
- ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดโพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

### ข้อเสีย

- มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วยแผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
- ถ้าหากมีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

(2) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) เป็นแผงโซลาร์เซลล์ชนิดแรกที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน ซึ่งบางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (Multi-crystalline, mc-Si) โดยในกระบวนการผลิตสามารถที่จะนำเอาซิลิคอนเหลวมาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออกน้ำเงินไม่เข้มมาก



ภาพที่ 2.5 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (p-Si)

### ข้อดี

- มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึงใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์
- มีประสิทธิภาพในการใช้งานในอุณหภูมิสูง ดีกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อย
- มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์

### ข้อเสีย

- มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์
- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้มเข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า

(3) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) (แผงโซลาร์เซลล์ อะมอร์ฟัส เป็นหนึ่งในหลายชนิดของแบบฟิล์มบาง) หลักการโดยทั่วไปของการผลิตโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้ามาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆ ชั้น จึงเรียกโซลาร์เซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่วางนี้ก็มียุคกันหลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ อะมอร์ฟัส Amorphous silicon (a-Si), Cadmium telluride (CdTe), Copper indium gallium selenide (CIS/CIGS) และ Organic photovoltaic cells (OPC) ด้านประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางนั้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง



ภาพที่ 2.6 แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง

#### ข้อดี

- ราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่าชนิดผลึกซิลิคอน
- ในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางมีผลกระทบน้อยกว่า
- ไม่มีปัญหาเรื่องเมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้
- ถ้ามีพื้นที่เหลือเฟือ แผงโซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางก็เป็นทางเลือกที่ดี

#### ข้อเสีย

- มีประสิทธิภาพต่ำ
- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
- สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ
- ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด
- การรับประกันสั้นกว่าชนิดผลึกซิลิคอน

#### 2.3.4.2 เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)

ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell) เข้าสู่แบตเตอรี่และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

#### 2.3.4.3 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ (Battery) (Solar-Thailand. 2560) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell) ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายประเภทและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม แบตเตอรี่แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

##### (1) ประเภทของแบตเตอรี่

(1.1) แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (Primary Battery) แบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จจนเต็มมาจากโรงงาน เช่น แบตเตอรี่นาฬิกา แบตเตอรี่ไฟฉาย เป็นต้น ซึ่งเมื่อใช้ไฟในแบตเตอรี่จนหมด ก็ไม่สามารถกลับนำมาใช้ใหม่ได้

(1.2) แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (Secondary Battery) แบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จใหม่ได้ เมื่อแบตเตอรี่มีไฟที่อ่อนลง เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ หรือแบตเตอรี่โซลาร์เซลล์ เป็นต้น ระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์จะใช้แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ ซึ่งสามารถชาร์จประจุไฟฟ้าได้ใหม่ เมื่อแบตเตอรี่มีกำลังไฟที่อ่อนลง แบตเตอรี่จะเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์เข้ามาเก็บไว้ แล้วปล่อยกำลังไฟฟ้าออกไปให้กับโหลดในเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์ ในช่วงเวลากลางคืน หรือเมฆครึ้มตลอดวัน

(2) การปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ การชาร์จแบตเตอรี่ในระบบการผลิตไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ โดยผ่านเครื่องควบคุมการชาร์จและแบตเตอรี่ที่ใช้จะมีหลายชนิด เช่น ลีดเอซิด (Lead-Acid Battery), อัลคาไลน์ (Alkaline), นิกเกิลแคดเมียม (Nickel-cadmium) แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือ แบตเตอรี่ ลีดเอซิด เพราะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าที่สูง ส่วนโหลดอาจจะเป็นโหลดไฟฟ้ากระแสตรง หรือถ้าต้องการใช้งานกับโหลดไฟฟ้ากระแสสลับก็ต้องต่อผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า การปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ จะแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกัน ดังนี้

(2.1) Shallow-Cycle Battery เป็นแบตเตอรี่ที่ออกแบบมาให้สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้น้อย ประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ของประจุไฟฟ้าทั้งหมด ก่อนจะทำการชาร์จประจุใหม่ การปล่อยประจุไฟฟ้า จะมีหน่วยเป็นแอมมอวาร์ด (Ahr) หมายถึง ปริมาณการปล่อยประจุกระแสไฟฟ้าใน 1 ชั่วโมง แต่ในความเป็นจริงจะไม่สามารถปล่อยประจุจากแบตเตอรี่จนหมดได้ เช่น หากมีแบตเตอรี่ ขนาด 100 แอมมอวาร์ด แบตเตอรี่นี้จะปล่อยประจุไฟฟ้า ได้เพียง 10-20 แอมมอวาร์ด หลังจากนั้นจะต้องทำการชาร์จประจุให้เต็ม ก่อนการคลายประจุครั้งต่อไป ถ้าการปล่อยประจุมากเกินไปที่กำหนดไว้ จะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่สั้นลงเสื่อมเร็วอย่างมาก จำนวนครั้งในการชาร์จจะลดลง

(2.2) Deep-Cycle Battery เป็นแบตเตอรี่ที่ออกแบบมาให้สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้มาก ประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ของประจุไฟฟ้าทั้งหมด ก่อนจะทำการชาร์จประจุใหม่ ส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย แบตเตอรี่ชนิดนี้จะมีราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สูงกว่าแบบแรกมาก แต่ใช้เพียงไม่กี่ตัวก็สามารถทดแทนประจุไฟฟ้ารวม จากแบตเตอรี่แบบแรกได้ แบตเตอรี่แบบนี้จะมีความคุ้มค่าในระยะยาว

การใช้แบตเตอรี่รถยนต์แทนแบตเตอรี่ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ Deep-Cycle สามารถใช้ได้ ถ้าอุปกรณ์นั้นใช้กระแสไฟฟ้าไม่มาก แต่ต้องคำนวณให้ดีว่าไม่ควรที่จะปล่อยกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ให้มากเกินไป เกินกว่าสเปคที่กำหนดไว้ เพราะถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่มากเกินไป จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง จนไม่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้อีกต่อไป แบตเตอรี่รถยนต์มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี แต่ถ้าเป็นแบตเตอรี่ แบบ Deep-Cycle ที่สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้มาก จะมีอายุการใช้งาน 4-5 ปี ถ้าใช้งานกับระบบโซลาร์เซลล์แล้ว แบตเตอรี่แบบ Deep-Cycle มีความคุ้มค่ามากกว่าและราคา ถือว่าลดลงมาจากที่ผ่านมามาก อีกทั้งยังจ่ายกระแสไฟให้กับโหลดได้มากกว่า ก่อนที่จะต้องทำการชาร์จประจุใหม่

ข้อควรระวัง ไม่ควรให้แบตเตอรี่ปล่อยประจุไฟฟ้าจนหมด เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บประจุของแบตเตอรี่ลดลงไปอย่างมาก และบางครั้งจะไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุได้อีกต่อไป ดังนั้น การชาร์จประจุเข้าแบตเตอรี่ควรมีเครื่องควบคุมการชาร์จที่เหมาะสม ปรับแรงดันให้คงที่ไม่ให้สูงไป เพราะอาจทำให้แบตเตอรี่เสียหายได้ หรือถ้าแบตเตอรี่มีแรงดันที่ต่ำ น้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ในเครื่องควบคุมการชาร์จ ระบบการชาร์จจะปลดโหลดในการใช้งานออกไปทันที ไม่ให้แบตเตอรี่มีการจ่ายไฟออก เพราะถ้าแบตเตอรี่จ่ายไฟออกไปจนหมดจะทำให้เซลล์ที่อยู่ข้างในไม่สามารถกลับมาชาร์จประจุได้อีก ควรออกแบบวงจรให้การชาร์จแบตเตอรี่เต็มทุกวัน เพราะถ้าแบตเตอรี่แบบลีดเอซิดไม่เคยชาร์จเต็มเลยจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง ควรติดตั้งแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ในสเปก โดยส่วนใหญ่แล้ว แบตเตอรี่จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง ถ้าอุณหภูมิต่ำลงจะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บประจุลดลง ซึ่งการเชื่อมต่อแบตเตอรี่โซล่าเซลล์ในการใช้งาน แบ่งได้ 3 ประเภทหลักๆ คือ

### (3) การปล่อยประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่

(3.1) การต่อแบตเตอรี่โซล่าเซลล์แบบอนุกรม (Series Battery Connection) การต่อแบบนี้จะดูเหมือนคนยืนเรียงหน้ากระดานแล้วจับมือกัน ซึ่งจะให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือโวลต์เพิ่มแต่กระแสไฟฟ้าจะเท่าเดิม เช่น แบตเตอรี่โซล่าเซลล์ 12 โวลต์ 130 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก ต่ออนุกรมกัน ผลคือ ในระบบจะมีแรงดันไฟฟ้ารวม 24 โวลต์ แต่ยังคงมีกระแสไฟฟ้าที่ 130 แอมแปร์

(3.2) การต่อแบตเตอรี่โซล่าเซลล์แบบขนาน (Parallel Battery Connection) การต่อแบบนี้จะดูเหมือนคนยืนต่อแถวซื้อของ เอาไฟจากแบตเตอรี่ขั้วบวกมารวมกัน และเอาไฟจากแบตเตอรี่ขั้วลบมารวมกัน ซึ่งจะให้ค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์เท่าเดิม เช่น แบตเตอรี่โซล่าเซลล์ 12 โวลต์ 130 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก ต่อขนานกัน ผลคือ ในระบบจะมีกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นรวมกันเป็น 260 แอมแปร์ แต่คงมีแรงดันที่ 12 โวลต์

(3.3) การต่อแบตเตอรี่โซล่าเซลล์แบบผสม (Mix Battery Connection) การต่อแบตเตอรี่แบบนี้จะผสมผสานระหว่างการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานเข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถออกแบบได้เลยว่าต้องการให้แบตเตอรี่จ่ายไฟเท่าไร หรือต้องการให้ชุดแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้ากี่โวลต์ ซึ่งจะดูได้จากรูปการต่อแบตเตอรี่โซล่าเซลล์ (Deep Cycle Battery)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.3.4.4 อุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Inverter)

ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (Direct Current : DC) ที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating current : AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic Ballast

#### 2.3.5 การประยุกต์ใช้งาน

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโซลาร์เซลล์ (Techtron.co.th. 2560) ทำให้ประสิทธิภาพของโซลาร์เซลล์สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และราคาถูกลงอย่างมาก เมื่อเทียบหลายสิบปีก่อนมีผลทำให้การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น โดยสามารถนำแผงโซลาร์เซลล์ไปประยุกต์ใช้ในระดับภาคเอกชนได้มีการประยุกต์ใช้ระบบโซลาร์เซลล์มาผลิตไฟฟ้าเพื่อชดเชยหรือเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้านิวเคลียร์) ซึ่งในปัจจุบันรัฐบาลไทยได้มีนโยบายได้ส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน กำหนดให้มีการซื้อคืนไฟฟ้าที่ผลิตจากโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาและบนพื้นดิน เรียกที่เรียกกันว่า โซลาร์รูฟท็อปและโซลาร์ฟาร์มและในส่วนของภาคอุตสาหกรรมขนส่งและอากาศยาน ก็นำไฟใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ เครื่องบิน และที่สำคัญใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าในสถานีวิภาค

### 2.4 แผนการจัดการเรียนรู้

#### 2.4.1 ความหมายของแผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้

กรมวิชาการ (2544 : 10) แผนการสอน คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่ต้องทำการสอน ตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์ การสอน การวัดและการประเมินผล สำหรับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนการสอนย่อยๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุ อุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น ซึ่งถ้ากล่าวอีกนัยหนึ่งแผนการสอน คือ การเตรียมการสอนเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้า หรือคือการบันทึกการสอนตามปกตินั่นเอง

นิคม ชมภูหลง (2545 : 180) ให้ความหมายของแผนการสอนว่า แผนการสอน หมายถึงแผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549 : 58) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากวัตถุประสงค์ว่าจะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา/เจตคติ/ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ใด

และจะประเมินผลอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปว่า แผนการสอนคือ การวางแผนการจัดกิจกรรม การจัดประสบการณ์ เป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้าอย่างละเอียด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีเนื้อหาวิธีการกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดผลประเมินผลที่ชัดเจน

#### 2.4.2 ความสำคัญของแผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้

สุพล วังสินธ์ (2536 : 5-6) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นกุญแจดอกสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งสรุปความไว้ ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีเรียนที่ดี ผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา
2. ช่วยให้ครูมีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเองล่วงหน้ามีความมั่นใจในการสอน
3. ส่งเสริมให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในด้านของหลักสูตร วิธีสอนการวัดผลและประเมินผล
4. เป็นคู่มือสำหรับผู้มาสอนแทน
5. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลที่ถูกต้องเที่ยงตรง เป็นประโยชน์ต่อวงการศึกษ
6. เป็นผลงานทางวิชาการแสดงความชำนาญความเชี่ยวชาญของผู้ทำลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้

#### 2.4.3 การวางแผนการจัดการเรียนรู้

การวางแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การตีความหมายของหลักสูตร และการกำหนดรายละเอียดของหลักสูตรที่จะต้องนำมาจัดการเรียนการสอน ให้แก่ผู้เรียน ผลจากการวางแผนจะได้คู่มือที่ใช้เป็นแนวทางเรียกว่ากำหนดการสอน ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2545. 2-7)

1. ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร ได้แก่ หลักการ จุดหมาย โครงสร้าง เวลาเรียนแนวดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การวัดและการประเมินการเรียน คำอธิบายในแต่ละกลุ่มประสบการณ์ ซึ่งระบุเนื้อหาที่ต้องให้นักเรียนได้เรียน ตามลำดับขั้นตอนกระบวนการที่ต้องให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้
2. ศึกษาความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับองค์ประกอบแต่ละส่วนของหลักสูตร
3. ลำดับความคิดรวบยอดที่จัดให้นักเรียนแต่ละระดับชั้นได้เรียนรู้ก่อนหลัง โดยพิจารณาขอบข่ายเนื้อหา และกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา
4. กำหนดผลที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดแต่ละเรื่องแล้ว
5. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา หรืออาจพิจารณาจากกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
6. กำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือความคิดรวบยอดจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมที่กำหนดไว้
7. รวบรวมรายละเอียดตามกิจกรรมข้อ 1-6 จัดทำเป็นเอกสารที่เรียกว่ากำหนด การสอน หรือแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการสอนต่อไป

#### 2.4.4 การเตรียมการสอนและการปฏิบัติการสอน

2.4.4.1 การเตรียมการสอนเริ่มด้วยการจัดทำแผนการสอน ซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผนมาสร้างเป็นแผนการสอนย่อยๆ องค์ประกอบที่สำคัญของแผนการสอน ควรมีดังนี้ (สำลี เอกสารนี้รักสุทธิ และคณะ. 2544 : 7)

เอกสารนี้รักสุทธิ และคณะ. 2544 : 7) ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1) สาระสำคัญ
- (2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- (3) เนื้อหา
- (4) กิจกรรมการเรียนการสอน
- (5) สื่อการเรียนการสอน
- (6) การวัดและประเมินผลการเรียน

#### 2.4.5 รายละเอียดแผนการเรียนรู้ (Lesson Plan)

ประกอบด้วย 9 หัวข้อ โดยการบูรณาการของหน่วยศึกษานิเทศก์ (สำลี รักสุทธี และคณะ. 2544 : 136–137)

1. สาระสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อเรียนตามแผนการสอนแล้ว
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อเรียนจบตามแผนการสอนแล้ว
3. เนื้อหา (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการสอนขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนด
5. สื่อและอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่กำหนดไว้ในแผนการสอน
6. การวัดผลและประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดและประเมินผล ว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน แยกเป็นก่อนสอนระหว่างสอน และหลังสอน
7. กิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมที่บันทึกการตรวจแผนการสอน
8. ข้อเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา เป็นการบันทึกตรวจแผนการสอนเพื่อเสนอแนะ หลังจากได้ตรวจสอบความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ในแผนการสอน
9. บันทึกการสอน เป็นการบันทึกของผู้สอน หลังจากนำแผนการสอนไปใช้แล้วเพื่อเป็นการปรับปรุงและใช้ในคราวต่อไป มี 3 หัวข้อ คือ
  - 9.1 ผลการเรียนรู้ เป็นการบันทึกผลการเรียนด้านสุขภาพและปริมาณทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งกำหนดในขั้นกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมิน
  - 9.2 ปัญหาและอุปสรรค เป็นการบันทึกปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะสอน ก่อนสอน และหลังทำการสอน
  - 9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข เป็นการบันทึกข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ บรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตรกำหนดรูปแบบของแผนการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เกณฑ์มาตรฐานของ ศ.ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์  $E_1/E_2$  เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการประเมินในกระบวนการเรียนการสอน กับคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งสุดท้าย (Final) หลังจากเรียนจบเรื่อง หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแต่ละข้อ ถ้าเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนเก่ง ควรตั้งเกณฑ์ที่ 90/90 ส่วนนักเรียนที่ค่อนข้างอ่อน ควรใช้เกณฑ์ 70/70 หรือ 80/80 แล้วแต่ความยากง่ายของสาระ

$E_1$  เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดที่เก็บจากกิจกรรม เช่น ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อยในระหว่างเรียนเรื่องนั้นๆ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือจุดประสงค์

$E_2$  เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังเรียน หรือสอบครั้งสุดท้ายของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือจุดประสงค์

การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะมีการสรุปเป็น 3 กรณีได้แก่

1. สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์  $E_1/E_2$  แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 80/80 แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพได้ 85/85
2. เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์  $E_1/E_2$  แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณหาประสิทธิภาพได้ 90/90
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์  $E_1/E_2$  แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่อยู่ระหว่างไม่เกิน  $+2.5\%$

## 2.6 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้  
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544 : 11) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

มณฑารัตน์ ชูพินิจ (2540 : 12) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ความสำเร็จในการพยายามเข้าถึงความรู้ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกในรูปของคะแนนหรือเกรดเฉลี่ยสะสม ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการวัดหรือการทดสอบทั่วไป

พัฒนาพงษ์ สีกา (2551 : 32) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องจากการได้รับประสบการณ์ โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสามารถประเมินหรือวัดประมาณค่าได้จากการทดสอบ หรือการสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง

วุฒิชัย ดานะ (2553 : 32) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ระดับความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่างๆ โดยอาศัยเครื่องมือในการวัดผลหลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การศึกษาอบรม การฝึกฝน เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ ทำให้เกิดความสำเร็จ พัฒนาการหรือความทักษะสามารถในด้านต่างๆ

## 2.6.2 ลักษณะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Benjamin S. Bloom (อ้างใน ศิริชัย กาญจนวาสิ. 2544 : 161-162) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริงสิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้

### 2.6.2.1 ทักษะและเจตคติของผู้เรียนและระดับความรู้ตามแนวคิดของ Bloom

(1) ความรู้ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่างๆ ได้ เช่น คำจำกัดความสูตรต่างๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้

(2) ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความและสรุปความสำคัญได้

(3) การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ซึ่งเป็นหลักการทฤษฎีไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้

(4) การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยได้ เช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

(5) การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบหรือส่วนต่างๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

(6) การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการโดยใช้มาตรฐานที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

### 2.6.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามกลวิธีการเรียนรู้ของ Bloom

(1) จำแนกหรือแบ่งเนื้อหาออกเป็นชุดของหน่วยการเรียนย่อยๆ

(2) แสดงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนให้ชัดเจน

(3) ใช้วิธีสอนแบบเรียนเป็นกลุ่มปกติในแต่ละหน่วยการเรียน

(4) การทดสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ประเมินผลการเรียนและความก้าวหน้าของนักเรียนทุกๆ ครั้งที่จบแต่ละหน่วยการเรียน

(5) ใช้ผลการสอบเมื่อสิ้นสุดหน่วยการเรียน การส่งเสริมการเรียนการสอนสำหรับผู้ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้จะเป็นแรงเสริมให้อยากเรียนในหน่วยต่อไป ส่วนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นแนวที่ชี้ให้เห็นจุดบกพร่อง ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

(6) การแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียน จะมีวิธีการต่างๆ หลายรูปแบบ

(7) เมื่อผู้เรียนเรียนผ่านทุกหน่วยแล้วจะต้องทำแบบทดสอบเพื่อสรุปผลการเรียน ซึ่งจะนำผลการสอนครั้งนี้มาคิดคะแนน เพื่อดูผลสุดท้ายของการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ความรู้อย่างน้อยเพียงใด

## 2.6.3 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ของบุคคลว่าเรียนรู้และมีความสามารถเพียงใด ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิภา เมธาวิชัย (2535 : 25) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพต่างๆ ของผู้เรียนที่เรียนรู้อย่าง

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคนอื่นๆ (2544 : 44) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงจากโรงเรียนและที่บ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัดและทางบุคคลกับสังคม

สมบุรณ์ ดันยะ (2545 : 74) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถในเรื่องที่เรียนมาแล้วหรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

เยาวดี วิบูลย์ดี (2539 : 16-28) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการมักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถ จากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรมซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ ทักษะและสมรรถภาพ

#### 2.6.4 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545 : 95) ได้กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อันได้แก่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ซึ่งนักศึกษามีการเรียกชื่อแตกต่างกัน เช่นแบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์ โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแล้วว่าบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งได้แบ่งประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.6.4.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่สอน เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไป มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

(2) แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูกผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2.6.4.2 แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ และได้มาตรฐาน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นสามารถทดสอบโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หรือได้จากกระบวนการที่ไม่ต้องใช้แบบทดสอบ เช่น การสังเกต การตรวจการบ้านที่ได้รับมอบหมาย หรืออาจอยู่ในรูปของผลการเรียนหรือเกรดที่ได้จากการเรียนในรายวิชานั้นๆ จะพบว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้กันทั่วไปมักอยู่ในรูปแบบของคะแนนที่ได้จากการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 ความพึงพอใจ

### 2.7.1 ความหมาย

นักวิชาการได้ให้ความหมายของความพึงพอใจต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

ทวิพงษ์ หินคำ (2541 : 8) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่าเป็นความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถลดความตึงเครียดและตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อสิ่งนั้น

ธनिया ปัญญาแก้ว (2541 : 12) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจที่เกี่ยวกับลักษณะของงาน ปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่ความพอใจในงานที่ทำ ได้แก่ ความสำเร็จ การยกย่อง ลักษณะงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้า เมื่อปัจจัยเหล่านี้อยู่ต่ำกว่า จะทำให้เกิดความไม่พอใจในงานที่ทำ ถ้าหากงานให้ความก้าวหน้า ความท้าทาย ความรับผิดชอบ ความสำเร็จและการยกย่องแก่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว พวกเขาจะพอใจและมีแรงจูงใจในการทำงานเป็นอย่างมาก

วิทย์ เทียงบูรณธรรม (2541 : 754) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง ความพอใจ การทำให้พอใจ ความสนใจ ความสนใจ ความตั้งใจ ความสนใจ การชดเชย การเฝ้าระวัง การแก้แค้นสิ่งที่ชดเชย

วิรุฬ พรรณเทวี (2542 : 11) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่ง สิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดี จะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

กาญจนา อรุณสุขขุจี (2546 : 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

สรุป ความหมายของความพึงพอใจได้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

### 2.7.2 การวัดระดับความพึงพอใจ

วิธีการวัดความพึงพอใจ กระทำได้หลายวิธี (สาโรช ไสยสมบัติ. 2534 : 39) ดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันแพร่หลายวิธีหนึ่ง โดยการร้องขอหรือขอความร่วมมือ จากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้ เลือกตอบหรือเป็นคำตอบอิสระ โดยคำถามที่ถามอาจจะถามถึงความพึงพอใจในด้านต่างๆ ที่หน่วยงานกำลังให้บริการอยู่ เช่น ลักษณะของการให้บริการ สถานที่ให้บริการ บุคลากรที่ให้บริการ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีการสัมภาษณ์นับว่าเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง

3. การสังเกต เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการได้ โดยวิธีการสังเกตจากพฤติกรรมทั้งก่อนมารับบริการ ขณะรอรับบริการและหลังจากการได้รับ บริการแล้ว เช่น การสังเกตกิริยาท่าทาง การพูด สีหน้า และความถี่ของการมาขอรับบริการ เป็นต้น การวัดความพึงพอใจโดยวิธีนี้ ผู้วัดจะต้องกระทำอย่างจริงจังและมีแบบแผนที่แน่นอนจึงจะสามารถประเมินถึงระดับความ พึงพอใจของผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้อง

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

ธัญลักษณ์ เจริญพงศ์ธนกุล (บทคัดย่อ : 2557) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ห้อง 3 จำนวน 45 คน วิทยาลัยอาชีวศึกษาดุสิตพัฒนชยการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบทดสอบความพึงพอใจ การเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที่ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 84.50/87.76 นักศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยที่ตั้งไว้ที่ระดับค่านัยสำคัญ 0.05 และผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

พรสวรรค์ สองแคว (บทคัดย่อ : 2558) การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อ 1. สร้างและหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักขิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 2. ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักขิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดย 2.1 เพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 2.2 เพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน 2.3 เพื่อประเมินกระบวนการสร้างชิ้นงานของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1. ได้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักขิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.89$  และ  $S.D. = 0.88$ ) และมีประสิทธิภาพ 79.21/76.30 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 75/75 2. ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ พบว่า 2.1 นักเรียนตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม อธิบายผลการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และการงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงานตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2.2 นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน ( $\bar{X} = 16.38$ ,  $S.D. = 3.75$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 15.08$ ,  $S.D. = 3.64$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นัสนรินทร์ ปือชา (บทคัดย่อ : 2558) การวิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้นร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจัดอยู่ในระดับมาก

Eric, L., et al (บทคัดย่อ : 2011) ทำการศึกษาการบูรณาการความรู้ด้านวิศวกรรมสู่หลักสูตร K-6 การพัฒนาความสามารถในระบบสะเต็ม เนื่องจากการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดความรู้และทักษะด้านวิศวกรรม ถ้าเราดึงความสามารถด้านวิศวกรรมของนักเรียนออกมาได้จะทำให้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาไปได้รวดเร็วขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความรู้และทักษะด้านวิศวกรรมของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรสะเต็มศึกษา ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ โดยศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างทักษะพิเศษและตัวชี้วัดความสำเร็จทางวิศวกรรมที่พบในแนวคิดสะเต็มศึกษา จากนั้นเปรียบเทียบกับหลักสูตรของประเทศที่ใช้หลักสูตรสะเต็มศึกษาโดยทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียน รวมถึงการสังเกตการจัดการเรียนการสอนของประเทศนั้นๆ พบว่า วิศวกรรมศาสตร์เป็นความสามารถพิเศษที่พัฒนาได้ โดยควรเริ่มการพัฒนาในระดับ K-6 และสอนโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมจะทำให้เด็กนักเรียนมีทักษะที่ยั่งยืน เพราะสามารถนำความรู้มาปรับใช้ได้ทั้งปัจจุบันและอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sarah Danielle Schoettler (บทคัดย่อ : 2015) จัดทำขึ้นเพื่อใช้กับประเด็นที่ซับซ้อนของการศึกษาภาษาต่างประเทศ โดยมีความสนใจเป็นพิเศษในการนำภาษาเยอรมันมาเรียนในฐานะภาษาต่างประเทศ โดยใช้วิธีการเรียนแบบสะเต็ม ระบบ k-12 และบางกรณีใช้กับระบบ k-16 หลังจากค้นพบความต้องการในการปรับปรุงการเรียนแบบสะเต็ม ให้เข้ากับการสอนภาษา วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอทฤษฎีของการบูรณาการส่วนสำคัญของการเรียนภาษาต่างประเทศในห้องเรียน ทฤษฎีเหล่านี้ได้จัดเตรียมไว้ในบทเรียน หลักสูตรวิชาต่างๆ สุดท้ายแล้วเราต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและผลกระทบของการใช้วิธีการเรียนแบบสะเต็มให้ประสบความสำเร็จกับการสอนภาษาต่างประเทศ วิทยานิพนธ์นี้ได้นำทั้งวิธีการเรียนแบบหน่วยการเรียนรู้และการสนทนาแบบกลุ่มแล้วทำการวิจัย การเรียนแบบหน่วยการเรียนรู้จะมุ่งแก้ปัญหาและยกระดับการศึกษา ทิศทางการศึกษา แบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นจะทำให้การเรียนการสอนถูกเจาะลึกมากขึ้น เพื่อการเรียนและความสนใจของผู้เรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ให้บรรลุวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี รหัสวิชา 23101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

ผู้วิจัยได้ทำตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาทฤษฎีและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้

2.1.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น

2.1.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า

2.1.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า

2.1.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์

2.1.5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การต่อโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งาน

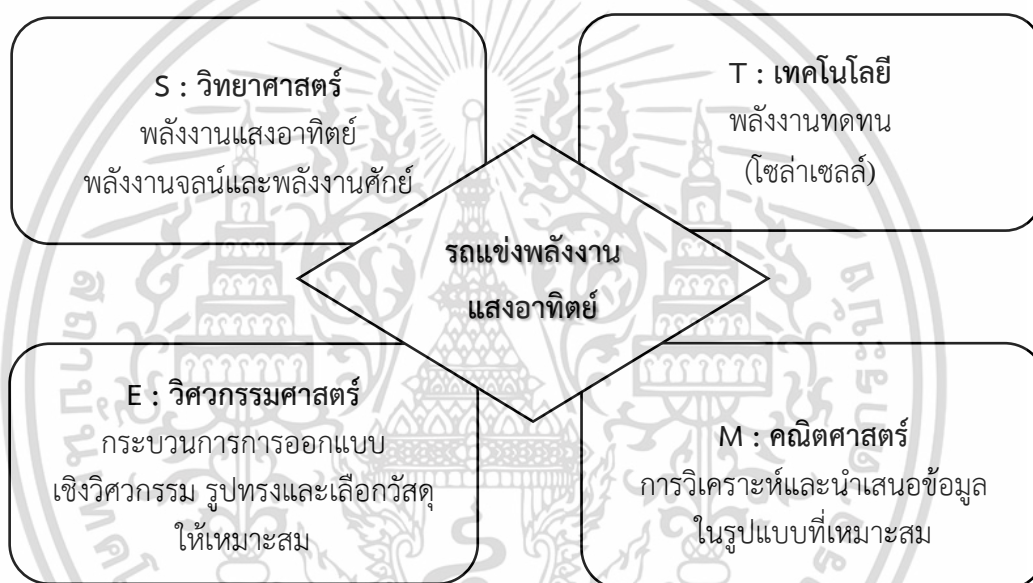
2.1.6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง กำหนดเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมผสานกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเป็นกิจกรรมการประยุกต์ใช้งานโซล่าเซลล์ เรื่อง รถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์

2.2.2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยการสร้างรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์นั้น นักเรียนต้องบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.2.3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) นักเรียนวางแผน กำหนดขั้นตอน ออกแบบรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์และนำผลงานดังกล่าว ร่วมแข่งขันความเร็วกับกลุ่มอื่น รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน

2.2.4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินผลรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์โดยพิจารณาจาก วัสดุ รูปทรง น้ำหนักและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อรถว่ามีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถอย่างไร เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ

2.2.5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินผลจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว นักเรียนนำเสนอผลลัพธ์หน้าชั้นเรียน โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

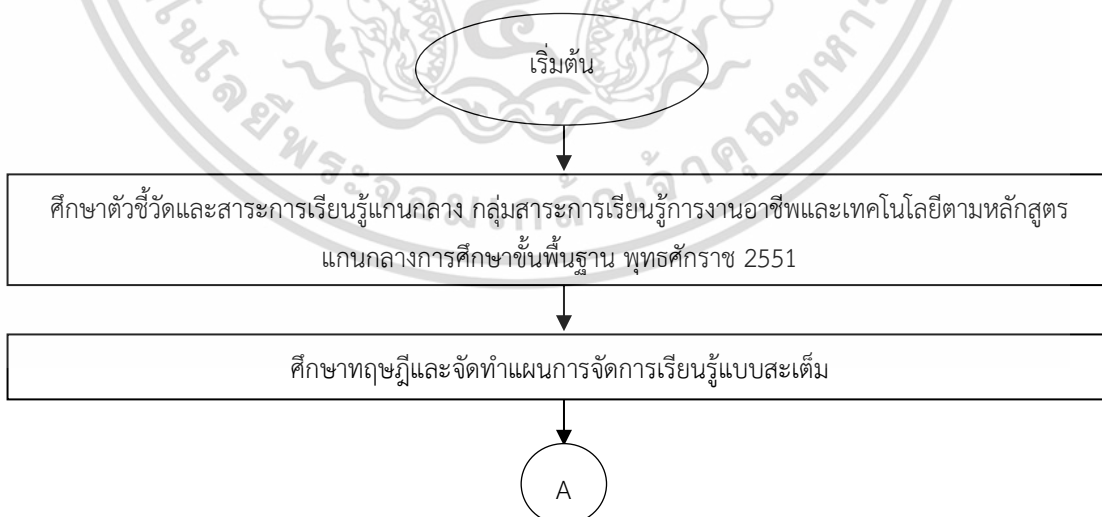
4. นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ประเมินคุณภาพ ความเหมาะสมของจุดประสงค์ เนื้อหา และข้อแนะนำ ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคำถาม 12 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 82-83)

คุณภาพดีมาก	ให้คะแนน 5
คุณภาพดี	ให้คะแนน 4
คุณภาพพอใช้	ให้คะแนน 3
คุณภาพควรปรับปรุง	ให้คะแนน 2
คุณภาพไม่ดี	ให้คะแนน 1

นำคะแนนที่ได้จากการประเมินระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าเฉลี่ย โดยเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 82-83)

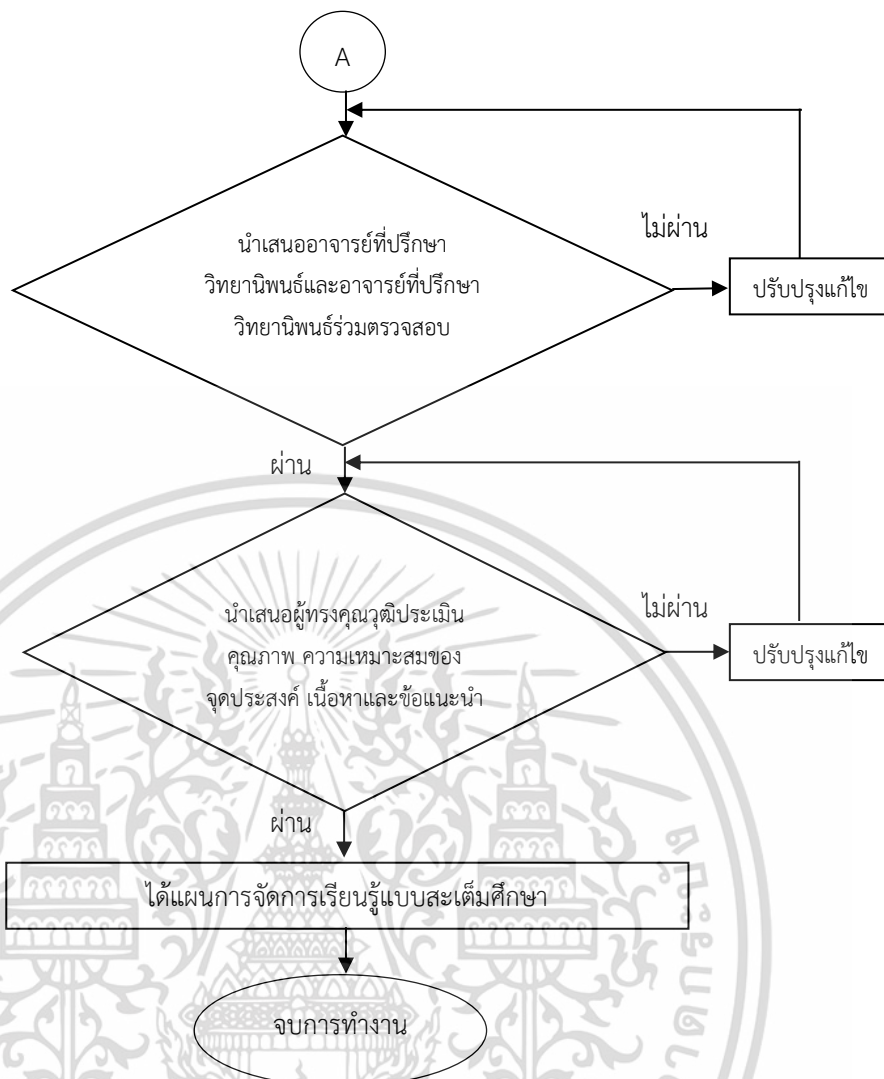
ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

5. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

### 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกำหนดรูปแบบของข้อสอบ
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยกำหนดเป็นทำยกิจกรรมๆ ละ 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน สำหรับแนวคำถามทางทฤษฎีและปฏิบัติจากผลการทดลอง ซึ่งมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว และคำตอบลวง 3 คำตอบ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 และข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อให้คะแนนเป็น 0
4. เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาพิจารณาข้อสอบเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC  $\geq 0.50$  โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบไม่สามารถวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรง จากผลการประเมิน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00

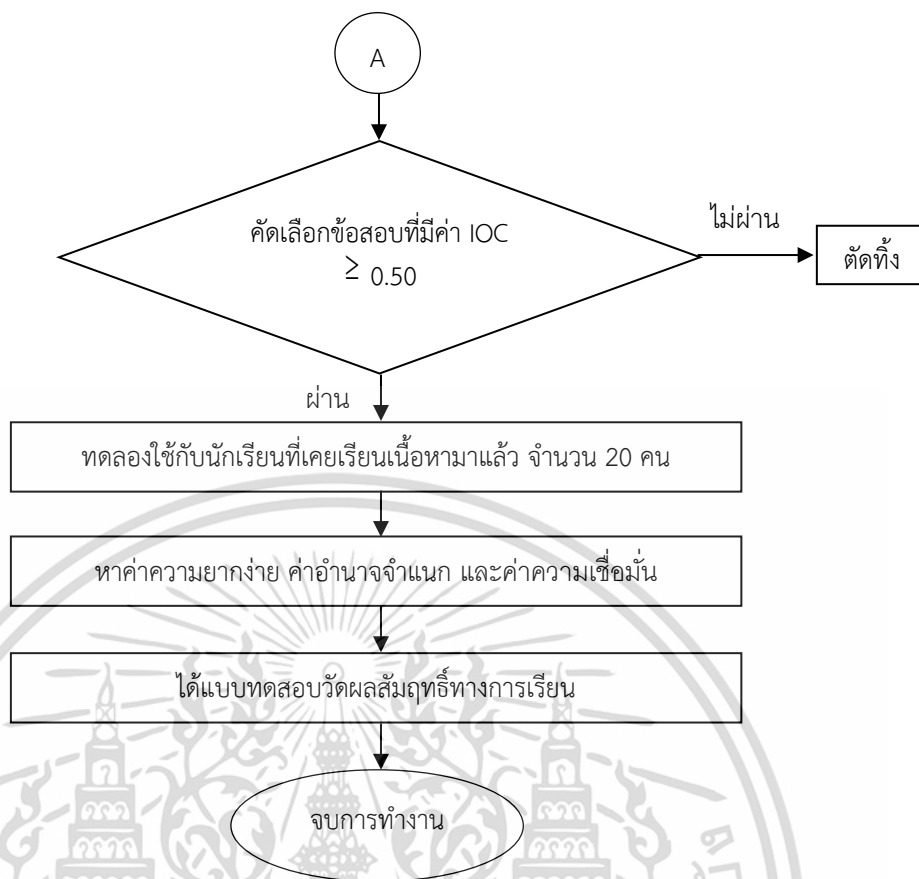
6. ทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหามาแล้ว จำนวน 20 คน เพื่อนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของข้อสอบ

7. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.35-0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.30 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

### 3.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

1. ศึกษาวัตถุประสงค์ของการวิจัย กำหนดหัวข้อประเด็น และตัวบ่งชี้ที่ต้องการถามตามวัตถุประสงค์
2. รวบรวมข้อความ สร้างข้อคำถามจากตัวบ่งชี้ที่กำหนด โดยพิจารณาแต่ละข้อคำถามว่ามีความเป็นปรนัยหรือความชัดเจนทางภาษา เหมาะที่จะใช้กับประชากรหรือผู้ให้ข้อมูลที่จะไปสอบถามหรือไม่ และกำหนดสเกลคำตอบที่เหมาะสม ลักษณะของแบบสอบถามที่มีคำถามแบบปลายปิด โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 100) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.51–5.00 หมายถึง พอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51–4.50 หมายถึง พอใจมาก

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51–3.50 หมายถึง พอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51–2.50 หมายถึง พอใจน้อย

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00–1.50 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อ

ตรวจสอบแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข
5. ได้แบบสอบถามความพึงพอใจ



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการทดลองใช้การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ มีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.3.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการวิจัยพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัยและนำเสนอรายละเอียดต่างๆ แก่ผู้ทรงคุณวุฒิด้วยตนเอง รวมทั้งเพื่อขอคำยืนยันในการตอบแบบประเมินคุณภาพ

3.3.2 ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ทรงคุณวุฒิและนำแผน

เอกสารนี้ เอกสารนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องแหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินคุณภาพ

3.3.3 ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการวิจัยพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องแหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

3.3.4 นิตหมายนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เพื่อจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มประชากร จำนวน 20 คน ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียด วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนในครั้งนี้ เกณฑ์การให้คะแนนการเรียน อธิบายทฤษฎีและสาธิตวิธีปฏิบัติ พร้อมคำแนะนำก่อนการทดลองทุกครั้ง เมื่อนักเรียนเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนปฏิบัติใบงาทำกิจกรรม และหลังจากเรียนครบ 6 หน่วยการเรียนรู้แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบวัดความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพและระดับความพึงพอใจ โดยใช้ระยะเวลาการสอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การหาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ด้วยแบบประเมินคุณภาพที่ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินแล้วมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิต้องมีค่าเฉลี่ย  $\geq 3.50$  หรือ จัดอยู่ในระดับดีขึ้นไปจึงถือว่ามีความคุณภาพ

3.4.2 การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก หรือ  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80

3.4.3 การวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยนำแบบประเมินความพึงพอใจให้นักเรียนประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินจากนักเรียนต้องมีค่าเฉลี่ย  $\geq 3.50$  ขึ้นไปจึงถือว่านักเรียนมีความพึงพอใจจัดอยู่ในระดับมาก

### 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.5.1 สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1.1 สูตรหาค่าเฉลี่ย (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2554 : 109) คือ

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

เมื่อ	$\bar{X}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนในชุดข้อมูล
	n	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.1.2 สูตรหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2554 : 140) คือ

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

เมื่อ	S	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum$	หมายถึง	ผลรวม
	X	หมายถึง	คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนในชุดข้อมูล  
 $n$  หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.1.3 ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 103) ดังนี้

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

เมื่อ  $\mu$  หมายถึง ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน  
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูล

3.5.1.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 103-104) ดังนี้

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

เมื่อ  $\sigma$  หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X^2$  หมายถึง คะแนนแต่ละตัว  
 $N$  หมายถึง จำนวนประชากร  
 $\sum$  หมายถึง แทนผลรวม

3.5.2 สูตรในการหาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาค่าความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

3.5.2.1 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัดคู่ประสงค์กับแบบทดสอบ IOC โดยใช้สูตร (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2554 : 106)

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง  
 $R$  หมายถึง คะแนนรายข้อตามดุลยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ  
 $\sum$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด  
 $N$  หมายถึง จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.2.2 ความยากง่าย ( $p$ ) และอำนาจจำแนก ( $r$ ) (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2554 : 207-209)

$$p = \frac{R_H + R_L}{2n}$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	$R_H$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	$R_L$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	$n$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน)

3.5.2.3 ความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (พรรณลีกิจวัฒน์. 2554 : 202) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{tt}$	หมายถึง	ค่าความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด
	$k$	หมายถึง	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$p$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	$S^2$	หมายถึง	คะแนนความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.5.3 สูตรการหาประสิทธิภาพของแผนการสอนแบบสะเต็ม ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยรงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 44-143)

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

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

เมื่อ	$E_1$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$E_2$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	$\sum F$	หมายถึง	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	$A$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	$B$	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	$N$	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลการประเมินหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

#### 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
1. ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.00	0.71	ดี
2. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.40	0.89	ดี
3. ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วย	4.20	0.45	ดี
4. ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.00	0.71	ดี
5. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	0.71	ดี
6. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.20	0.84	ดี
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.00	0.71	ดี
8. การเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
9. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4.60	0.55	ดีมาก
10. การจัดรูปแบบเนื้อหาเหมาะสม	4.20	0.84	ดี
11. รูปภาพประกอบเนื้อหาสื่อความหมายได้ชัดเจน	3.80	0.45	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
12. รูปภาพประกอบมีขนาดเหมาะสม	3.60	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.13	0.66	ดี

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.13, S = 0.66$ )

#### 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการ	นักเรียน (N=20)		ร้อยละเฉลี่ย	เกณฑ์
	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย		
คะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	40	32.95	82.37 (E <sub>1</sub> )	80
คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน	40	33.80	84.50 (E <sub>2</sub> )	80

จากตารางที่ 4.2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub>) เท่ากับ 82.37/84.50 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

#### 4.3 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	$\mu$	$\sigma$	ระดับ
1. การเตรียมการสอน (พิจารณาจากความพร้อมของสื่ออุปกรณ์ต่างๆ)	4.65	0.47	มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\mu$	$\sigma$	ระดับ
2. เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทันสมัย และน่าสนใจ	4.70	0.45	มากที่สุด
3. นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	4.45	0.58	มาก
4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ด้วยตนเอง	4.55	0.49	มากที่สุด
5. การให้ออกาสนักเรียนซักถามปัญหา	4.60	0.66	มากที่สุด
6. การส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม/ทีม	4.80	0.40	มากที่สุด
7. การส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มและรู้จัก วิพากษ์วิจารณ์	4.75	0.43	มากที่สุด
8. การยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไป ให้ ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน	4.55	0.66	มากที่สุด
9. การประยุกต์สิ่งที่สอนเข้ากับสภาพสังคมและ สิ่งแวดล้อม	4.55	0.66	มากที่สุด
10. การส่งเสริมให้ทดลอง/ทำงานในห้องปฏิบัติการ หรือนอกชั้นเรียนบ่อย ๆ	4.60	0.49	มากที่สุด
11. การจัดกิจกรรมให้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายนอก ห้องเรียน	4.50	0.50	มากที่สุด
12. นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า	4.55	0.66	มากที่สุด
13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน	4.5	0.59	มากที่สุด
14. การตั้งใจสอน ให้คำแนะนำนักเรียนในการทำ กิจกรรม	4.75	0.53	มากที่สุด
15. นักเรียนชอบเรียนวิชานี้	4.85	0.65	มากที่สุด
16. นักเรียนนำความรู้จากวิชานี้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้	4.75	0.69	มากที่สุด
17. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางใน การศึกษาต่อได้	5.00	0.00	มากที่สุด
18. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข สนุกสนาน	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงาน อาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจจัดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\mu = 4.67$ ,  $\sigma = 0.49$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และหาความพึงพอใจ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน แสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสรุปผลการวิจัย ดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน แสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

##### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และ การประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพหรือ  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80 ส่วนนักเรียนมีความ พึงพอใจจัดอยู่ในระดับมาก

##### 5.1.3 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี รหัสวิชา 23101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แก้ไขปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ บูรณาการความรู้และประสบการณ์จากกิจกรรม เกิดประโยชน์เชื่อมโยงสู่ชีวิตจริงและการทำงาน ประกอบด้วย 6 หน่วยการเรียนรู้ ละเอียด 2 ชั่วโมง ใช้เวลารวม 12 ชั่วโมง

2. แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และการประยุกต์ใช้งาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.35-0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.30 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

4. แบบประเมินความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 18 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

#### 5.1.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองที่โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้กับใช้ประชากร นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี รหัสวิชา 23101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โดยก่อนเริ่มเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยได้อธิบายรายละเอียด วัตถุประสงค์ของการเรียนการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ เสนอการให้คะแนนการเรียน จากนั้นเริ่มการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทีละหน่วยการเรียนรู้ แบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ร่วมกันทดลองใบงาน ครั้งละ 2 กลุ่ม ผู้วิจัยสังเกตกระบวนการทดลอง ความถูกต้องและความร่วมมือในกลุ่ม หลังจากนั้นนักเรียนสรุปผลนำเสนอหน้าชั้นเรียน เมื่อนักเรียนเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 40 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยนำผลคะแนนของใบงานการทดลองระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) ซึ่งกำหนดค่าไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 และให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจจำนวน 18 ข้อ จากนั้นนำผลคะแนนมาวิเคราะห์หาระดับความพึงพอใจ ซึ่งกำหนดอยู่ในระดับมากขึ้นไป

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาคุณภาพการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

3. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดอยู่ในระดับมากขึ้นไป ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.13, S = 0.66$ )

2. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 82.37/84.50 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80/80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\mu = 4.67, \sigma = 0.49$ ) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

## 5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

### 5.2.1 คุณภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การหาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.13, S = 0.66$ ) เนื่องจากการวางแผนและออกแบบหน่วยการเรียนรู้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ อัตราส่วนของการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มเรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งานเป็นวิทยาศาสตร์ร้อยละ 20 เทคโนโลยีร้อยละ 30 วิศวกรรมศาสตร์ร้อยละ 30 และคณิตศาสตร์ร้อยละ 20 การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสมและถูกต้อง ระดับความยากง่ายเหมาะสมกับอายุและระดับการศึกษาของนักเรียน ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง อีกทั้งการดำเนินเรื่องที่มีความต่อเนื่อง สอดคล้องกับผลการวิจัยของพรสวรรค์ สองแคว (บทคัดย่อ : 2559) ที่พบว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักขิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน จัดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.89$ , S.D. = 0.88)

### 5.2.2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.37/84.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือไม่ต่ำกว่า 80/80 ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผ่านการหาคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านซึ่งผลอยู่ในระดับดี ในส่วนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ผ่านการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน โดยข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35-0.70 คือ มีระดับง่าย ปานกลาง และยาก ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ดี ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.30 คือ มีระดับปานกลาง สูง ซึ่งนำไปใช้ได้ดี มีค่าความเชื่อถือได้ เท่ากับ 0.71 ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้ความเชื่อถือได้อยู่ในระดับสูงและสามารถนำไปใช้ได้ดี จากการที่นักเรียนได้เรียนในแต่ละหน่วยนั้น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองใบงาน โดยมีครูเป็นผู้สังเกตและให้คำชี้แนะ เมื่อนักเรียนบันทึกผลแล้วให้นักเรียนนำผลที่ได้มาร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้เกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของธัญลักษณ์ เจริญพงศ์ธนกุล (บทคัดย่อ : 2557) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 84.50/87.76

### 5.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนเฉลี่ย 4.67 คิดเป็นร้อยละ 93.44 จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยทำการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 18 ข้อ แบ่งระดับความพึงพอใจไว้ 5 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมแล้ว ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง ทำให้ได้ข้อคำถามที่กระชับ เหมาะสม เข้าใจง่าย ครอบคลุม ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยที่การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนจะได้นำความรู้ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) บูรณาการเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน เกิดการค้นคว้าอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ สามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น เมื่อนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ สรุปผลและนำเสนอหน้าชั้นเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม กล้าแสดงออก แสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น สอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น เมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาใช้จริงจึงทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับการวิจัยของนัสนรินทร์ บือชา (บทคัดย่อ : 2558) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจัดอยู่ในระดับมากที่สุด

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

การทดลองหากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไฟฟ้าเบื้องต้น การต่อเซลล์ไฟฟ้า และปริมาณทางไฟฟ้า ผู้สอนสามารถข้ามเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3 และเริ่มสอนเนื้อหาในหน่วยที่ 4-6 พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์ การต่อโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งาน และการประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์ ดังนั้น จึงควรมีการทดสอบก่อนเรียน เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความน่าเบื่อในการเรียนเนื้อหาเดิมที่ศึกษามาแล้ว

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน โดยการนำไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้เกิดแรงจูงใจใฝ่รู้

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. 2544. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์  
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.  
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา อรุณสุขรุจี. 2546. “ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์  
การเกษตรไชยปราการ จำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่.” ปรินญาศึกษาศาสตร์  
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. 2520. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ :  
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีพงษ์ หินคำ. 2541. “ความพึงพอใจของประชาชนต่อการบริหารงานสุขาภิบาลริมใต้ จังหวัด  
เชียงใหม่.” สาขาวิชาการเมืองและการปกครอง. รัฐศาสตรมหาบัณฑิต,  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธनिया ปัญญาแก้ว. 2541. “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในงานของข้าราชการครู ในจังหวัด  
เชียงใหม่.” รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธัญลักษณ์ เจริญพงศ์ธนกุล. 2557. **การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ STEM Education  
ร่วมกับการใช้ชุดสื่อโมเดล CHROMOSOME GAME เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทาง  
พันธุกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ ประยุกต์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น  
ปีที่ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษา ดุสิตพัฒนชยการ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
[http://pvca-ri.com/myfile/170116085741\\_1.pdf](http://pvca-ri.com/myfile/170116085741_1.pdf)
- นัสรินทร ปือชา. 2558. “ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อ  
การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิคม ชมพูลง. 2545. **วิธีการและขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นและทำหลักสูตรสถานศึกษา**.  
มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- นิภา เมธธาวิชัย. 2535. **การประเมินผลการเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ฝ่ายเอกสารตำรา  
สำนักส่งเสริมวิชาการ สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. 2557. “STEM Education กับการพัฒนาทักษะใน ศตวรรษที่ 21.” **วารสาร  
นักบริหาร**. 33(2) : 49-56.
- พรณิ ลีกิจวัฒน์. 2554. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรสวรรค์ สองแคว. 2559. “การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง รู้รักถิ่น ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิด  
สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 6.” ศึกษามหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- พัฒนพงษ์ สีกา. 2551. “การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นผลจากการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติ ปี การศึกษา 2548 ของจังหวัดอุดรดิตถ์.” ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผล. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. 2545. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แฮส ออฟ เคอร์มิสท์.
- ภาวิข ทองโรจน์. 2551. “10 อาการที่ทำให้ต้องผ่าตัดใหญ่การศึกษาไทย.” **มติชนรายวัน**. หน้า 7.
- ยศวีร์ สายฟ้า. 2555. **การเสริมสร้างวิทย์ เทคโนโลยี ศิลปะและคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.educathai.com/workshop\\_download\\_educathai\\_handout\\_download.php?id=60&page=4](http://www.educathai.com/workshop_download_educathai_handout_download.php?id=60&page=4)
- วารินทร์พร ฟันเฟื่องฟู. 2559. “สะเต็มศึกษา.” **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 15(3) : 198-203.
- วิทย์ เทียงบูรณธรรม. 2541. **ความพึงพอใจในการรับบริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- มณฑารัตน์ ชูพินิจ. 2540. “องค์ประกอบในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษา ปริญญาตรี สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.” **ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ วัดผลและวิจัยการศึกษา**. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วิจารณ์ พานิช. 2555. **กระแทะอุปสรรคครูไทย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.qlf.or.th/Mobile/Details?contentId=571>
- วิรุฬ พรรณเทวี. 2542. “ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวง มหาดไทยในอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน.” **คณะเกษตรศาสตร์**. วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วุฒิชัย ดานะ. 2553. “ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ การเรียนของนักศึกษาในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดเลย.” **ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา**. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. 2554. **ทฤษฎีการประเมิน**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557. **สะเต็มศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมบูรณ์ ตันยะ. 2545. **การประเมินทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- สาโรช ไสยสมบัติ. 2534. “การประเมินผลความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อการให้บริการของ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอเมือง จังหวัด ฉะเชิงเทรา.” **คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา**.
- สำลี รักสุทธี และคณะ. 2544. **เทคนิควิธีการพัฒนาหลักสูตรแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร : พัฒนาศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2545. **แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ. 2544. **การวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ก๊อปปี้แอนด์พริ้นท์.
- สุชาติ พันธุ์ชาติ. 2546. “ปัญหาการสอนของครูวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษา 4 ในจังหวัดเพชรบุรี.” การศึกษามหาบัณฑิต. ศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุพล วัณสินธุ์. 2536. “การจัดทำแผนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ.” **วารสารวิชาการ**. 43(8) : 5-6.
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. 2549. **การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- Eric, L.M., Rebecca, L.M., Michele, L.S., Daphne, D. and So yoon yoon. 2011. “Integrating engineering into K-6 curriculum: Developing talent in the STEM disciplines.” **Journal of Advanced Academics**. 22(4) : 639-658.
- KLCBright.com. 2560. **แผงโซลาร์เซลล์ เลือกแบบไหนดี**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.klcbright.com/solarcellpanel-mono-poly-thinfilm.php>
- LEONICS CO., LTD. 2560. **ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar\\_knowledge.php](http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php)
- Sarah Danielle Schoettler. 2015. **STEM Education in the Foreign Language Classroom with Special Attention to the L2 German Classroom**. Dissertations and Theses, Portland State University.
- Solar-Thailand. 2560. **Battery แบตเตอรี่สำหรับพลังงานทดแทน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.solar-thailand.com/TH/battery.asp>
- Techtron.co.th. 2560. **การประยุกต์ใช้งาน Solarcell**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.techtron.co.th/Solarcell\\_Application.htm](http://www.techtron.co.th/Solarcell_Application.htm)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ที่ได้ตรวจสอบ ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์จนทำให้ผู้วิจัยสามารถจัดทำเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการวิจัย

1. ผศ.ดร.พิเชษฐ พินิจ อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3. นางเกศินี สุทธิ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

4. ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ผศ.พิชญ์สินี มะโน อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพ**  
**การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงาน**  
**แสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ**  
**เทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	ปรับปรุง (2)	ไม่ดี (1)
1. ความครบถ้วนสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์					
3. ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยเหมาะสมกับเวลา					
4. ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
5. ความถูกต้องของเนื้อหา					
6. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน					
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
8. การเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสม					
9. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย					
10. การจัดรูปแบบเนื้อหาเหมาะสม (ปริมาณภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)					
11. รูปภาพประกอบเนื้อหาสื่อความหมายได้ชัดเจน					
12. รูปภาพประกอบมีขนาดเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 (.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้/นำไปใช้/ปร/โยชน์/กัน/การค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการประเมินคุณภาพการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ ข.1 ผลการประเมินคุณภาพการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน (ข้อที่)	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน
1	4	3	4	4	5	4.00	0.71
2	5	3	5	4	5	4.40	0.89
3	4	4	5	4	4	4.20	0.45
4	5	3	4	4	4	4.00	0.71
5	4	3	5	4	4	4.00	0.71
6	4	4	5	5	3	4.20	0.84
7	5	3	4	4	4	4.00	0.71
8	5	4	5	4	5	4.60	0.55
9	5	4	5	4	5	4.60	0.55
10	5	3	5	4	4	4.20	0.84
11	4	3	4	4	4	3.80	0.45
12	4	3	4	4	3	3.60	0.55
ค่าเฉลี่ยรวม						4.13	0.66

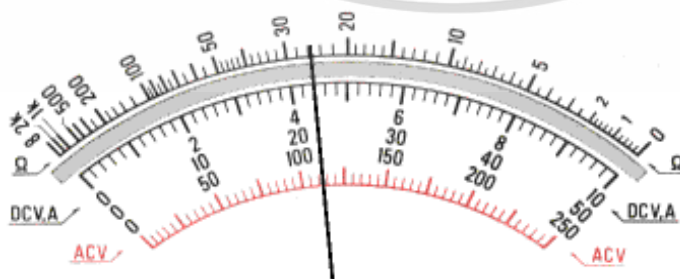
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด**

\*\*\*\*\*

- คำชี้แจง** 1. ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ  
 2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือการถูกไฟฟ้าดูด
  - ก. กระแสไฟฟ้าวู้ออกจากระบบ
  - ข. กระแสไฟฟ้าวู้อลงโครงอุปกรณ์
  - ค. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายมนุษย์ลงสู่ดิน
  - ง. สายไลน์กับสายนิวตรอนสัมผัสกัน
2. ข้อใดไม่ใช่วิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้า
  - ก. ใช้มือดึงตัวผู้โดนไฟดูดอย่างรวดเร็ว
  - ข. ต่อดำดินอุปกรณ์ไฟฟ้า
  - ค. สวมรองเท้ายางระหว่างปฏิบัติงาน
  - ง. ตัดวงจรไฟฟ้าก่อนปฏิบัติงาน
3. ไฟฟ้ากระแสแบ่งออกเป็น 2 ประเภท อะไรบ้าง
  - ก. ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้ากระแส
  - ข. ไฟฟ้ากระแสตรง ไฟฟ้าพลังงานทดแทน
  - ค. ไฟฟ้ากระแสตรง ไฟฟ้ากระแสสลับ
  - ง. ไฟฟ้ากระแสสลับ ไฟฟ้าพลังงานทดแทน
4. ไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนเป็นไฟฟ้าชนิดใด
  - ก. ไฟฟ้าสถิต
  - ข. ไฟฟ้ากระแสตรง
  - ค. ไฟฟ้ากระแสสลับ
  - ง. ไฟฟ้าพลังงานทดแทน
5. หากต้องการวัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย ควรใช้ย่านวัดใด
  - ก. โวลต์
  - ข. แอมป์
  - ค. โอห์ม
  - ง. วัดต์ – อัวร์
6. จากภาพจงอ่านค่า แรงดันไฟฟ้า โดยตั้งย่านวัดไว้ 50 โวลต์



- ก. 4.4 โวลต์
- ข. 22 โวลต์
- ค. 30 โวลต์
- ง. 42 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





23. โซลาร์เซลล์ผลิตจากสารชนิดใดมากที่สุด

ก. ซิลิคอน

ข. เจอร์เมเนียม

ค. ซีลีเนียม

ง. ตะกั่วเทลลูไรด์

24. จากภาพเป็นโซลาร์เซลล์ชนิดใด



ก. ชนิดฟิล์มบาง

ข. ชนิดฟิล์มหนา

ค. ชนิดโมโนคริสตัลไลน์

ง. ชนิดโพลีคริสตัลไลน์

25. โซลาร์เซลล์ชนิดใดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความคุ้มค่า

ก. ฟิล์มบาง

ข. ฟิล์มหนา

ค. โพลีคริสตัลไลน์

ง. โมโนคริสตัลไลน์

26. หากต้องการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ควรใช้วิธีการต่อแบบใด

ก. อนุกรม

ข. ขนาน

ค. ผสม

ง. คร่อม

27. หากต้องการเพิ่มกระแสไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ควรใช้วิธีการต่อแบบใด

ก. อนุกรม

ข. ขนาน

ค. ผสม

ง. คร่อม

28. การต่อแผงโซลาร์เซลล์ทั้งแบบขนานและอนุกรมมีค่าในข้อใดเท่ากัน

ก. แรงดันไฟฟ้า

ข. กระแสไฟฟ้า

ค. กำลังไฟฟ้า

ง. ความต้านทาน

29. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์สามารถรับแสงและได้ปริมาณไฟฟ้าที่มากที่สุด ควรหันไปทางทิศใด

ก. ทิศเหนือ

ข. ทิศใต้

ค. ทิศตะวันออก

ง. ทิศตะวันตก

30. จากข้อ 29 ควรทำมุมกี่องศากับพื้นโลก

ก. ขนานกับพื้นโลก

ข. 5-10 องศา

ค. 10-18 องศา

ง. 20-30 องศา

31. สภาพแสงในข้อใดที่ทำให้โซลาร์เซลล์สามารถสร้างพลังงานได้มากที่สุด

ก. แสงภายในห้องนอน

ข. แสงใต้ต้นไม้

ค. แสงบนสนามฟุตบอลกลางแจ้ง

ง. ทุกสภาพแสงได้พลังงานเท่ากันหมด



**แบบประเมินความพึงพอใจ**  
**การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**  
**เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน**  
**สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**  
**คำชี้แจง** ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้  
 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

กิจกรรม	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. การเตรียมการสอน (พิจารณาจากความพร้อมของสื่ออุปกรณ์ต่างๆ)					
2. เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทันสมัยและน่าสนใจ					
3. นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
5. การให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา					
6. การส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม/ทีม					
7. การส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มและรู้จักวิพากษ์วิจารณ์					
8. การยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไป ให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน					
9. การประยุกต์สิ่งที่สอนเข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม					
10. การส่งเสริมให้ทดลอง/ทำงานในห้องปฏิบัติการหรือนอกชั้นเรียนบ่อย ๆ					
11. การจัดกิจกรรมให้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน					
12. นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า					
13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน					
14. การตั้งใจสอน ให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรม					
15. นักเรียนชอบเรียนวิชานี้					
16. นักเรียนนำความรู้จากวิชานี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
17. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อได้					
18. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข สนุกสนาน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการประเมินความพึงพอใจ

ตารางที่ ข.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ข้อที่	นักเรียนคนที่																				รวม	เฉลี่ย $\mu$	ส่วนเบี่ยงเบน $\sigma$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	93	4.65	0.47
2	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	94	4.70	0.45
3	5	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	89	4.45	0.58
4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	91	4.55	0.49
5	5	5	5	4	5	5	3	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	92	4.60	0.66
6	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	96	4.80	0.40
7	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	95	4.75	0.43
8	5	3	4	5	5	5	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	91	4.55	0.66
9	5	4	3	5	5	4	4	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	91	4.55	0.66
10	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	92	4.60	0.48
11	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	90	4.50	0.50
12	5	5	3	4	5	5	4	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4	5	4	91	4.55	0.66
13	5	5	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	90	4.50	0.59
14	4	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	95	4.75	0.53
15	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	97	4.85	0.65
16	5	2	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	95	4.75	0.69
17	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100	5.00	0.00
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100	5.00	0.00
ค่าเฉลี่ยรวม																					93.4444	4.67222	0.499730895



## ภาคผนวก ค

### การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

1. การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนและค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 5)					ผลรวม ( $\Sigma R$ )	IOC = ( $\Sigma R$ )/n	สรุปผล
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1*	1	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
2*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3*	1	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
4*	2	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
5*	2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	3	1	-1	1	0	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
7	3	1	-1	1	0	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
8*	4	1	0	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้
9*	4	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
10*	4	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
11*	1	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
12*	2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13*	3	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
14*	5	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
15*	6	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
16*	7	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
17*	2	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
18*	3	1	0	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้
19	8	0	0	1	-1	-1	-1	-0.20	ใช้ไม่ได้
20	8	0	0	1	-1	-1	-1	-0.20	ใช้ไม่ได้
21*	2	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
22*	3	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
23*	1	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
24*	4	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
25	5	0	-1	1	-1	1	0	0.00	ใช้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	จุดประสงค์ การเรียนรู้	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 5)					ผลรวม ( $\Sigma R$ )	IOC = ( $\Sigma R$ )/n	สรุปผล
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
26	5	0	-1	1	-1	1	0	0.00	ใช้ไม่ได้
27*	6	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
28*	6	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
29	5	-1	0	1	-1	1	0	0.00	ใช้ไม่ได้
30	5	-1	0	1	-1	1	0	0.00	ใช้ไม่ได้
31	1	1	0	0	1	0	2	0.40	ใช้ไม่ได้
32*	1	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
33*	1	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
34*	2	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
35*	2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
36	3	1	0	1	0	-1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
37	3	1	0	1	0	-1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
38	3	1	0	1	0	-1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
39*	4	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
40*	4	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
41	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
42*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
43*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
44	2	0	0	1	-1	1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
45	3	1	-1	0	-1	1	0	0.00	ใช้ไม่ได้
46*	3	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
47*	3	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
48*	3	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
49*	4	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
50*	4	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	จุดประสงค์ การเรียนรู้	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 5)					ผลรวม ( $\Sigma R$ )	IOC = ( $\Sigma R$ )/n	สรุปผล
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
51*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
52*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
53*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54*	1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55*	2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56*	2	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
57*	2	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
58*	3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
59*	3	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
60*	3	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

หมายเหตุ \* ข้อสอบที่นำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ข้อที่ 1-10 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ข้อที่ 11-20 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ข้อที่ 21-30 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ข้อที่ 31-40 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ข้อที่ 41-50 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ข้อที่ 51-60 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมดจำนวน 60 ข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ข้อคำถามซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.50 ทั้งหมด 46 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ส่วนอีก 14 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยได้ตัดทิ้ง

## การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ตาราง ค.4 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	R <sub>H</sub>	R <sub>L</sub>	(p)	ระดับความยากง่าย	ความหมายค่าความยากง่าย (p)	(r)	ระดับอำนาจจำแนก	ความหมายค่าอำนาจจำแนก (r)
1*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
2*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
3	9	8	0.85	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้	0.10	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
4*	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
5*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
6	3	3	0.30	ยาก	ใช้ได้	0.00	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
7*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
8*	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
9*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
10*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
11*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
12*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
13*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
14*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
15*	6	3	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
16*	5	3	0.40	ยาก	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
17*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
18*	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
19*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
20*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
21*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
22*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
23*	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
24	9	9	0.90	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้	0.00	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
25*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.4 (ต่อ)

ข้อ	R <sub>H</sub>	R <sub>L</sub>	(p)	ระดับ ความยาก ง่าย	ความหมาย ค่าความ ยากง่าย (p)	(r)	ระดับ อำนาจ จำแนก	ความหมาย ค่าอำนาจ จำแนก (r)
26*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
27*	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
28*	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
29*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
30*	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
31*	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
32*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
33*	6	3	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
34*	5	3	0.40	ยาก	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
35*	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
36*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
37*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
38*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
39*	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
40	8	9	0.85	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้	-0.10	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
41*	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
42*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
43	4	5	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	-0.10	ต่ำ	ใช้ไม่ได้
44*	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
45*	8	6	0.70	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
46	7	8	0.75	ง่าย	ใช้ได้	-0.10	ต่ำ	ใช้ไม่ได้

หมายเหตุ \* ข้อสอบที่เลือกไปใช้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นและจัดทำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน ทั้งหมดจำนวน 46 ข้อ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ได้คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 40 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยค่าความยากง่ายระหว่าง 0.35-0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.30

### การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนและค่าความเชื่อถือได้ ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบ

ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์หาค่า ( $x$ ) และ  $x^2$

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ ( $x$ )	$x^2$
1	24	576
2	17	289
3	16	256
4	28	784
5	15	225
6	21	441
7	25	625
8	29	841
9	25	625
10	17	289
11	16	256
12	24	576
13	29	841
14	15	225
15	30	900
16	22	484
17	19	361
18	29	841
19	25	625
20	17	289
<b>รวม</b>	<b>443</b>	<b>10349</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์หาค่า  $\Sigma pq$ 

ข้อที่	p	q	pq
1	0.55	0.45	0.25
2	0.70	0.30	0.21
3	0.35	0.65	0.23
4	0.60	0.40	0.24
5	0.70	0.30	0.21
6	0.50	0.50	0.25
7	0.55	0.45	0.25
8	0.55	0.45	0.25
9	0.60	0.40	0.24
10	0.70	0.30	0.21
11	0.55	0.45	0.25
12	0.55	0.45	0.25
13	0.45	0.55	0.25
14	0.40	0.60	0.24
15	0.60	0.40	0.24
16	0.50	0.50	0.25
17	0.70	0.30	0.21
18	0.70	0.30	0.21
19	0.60	0.40	0.24
20	0.55	0.45	0.25
21	0.55	0.45	0.25
22	0.60	0.40	0.24
23	0.60	0.40	0.24
24	0.50	0.50	0.25
25	0.35	0.65	0.23
26	0.60	0.40	0.24
27	0.50	0.50	0.25
28	0.35	0.65	0.23
29	0.70	0.30	0.21
30	0.45	0.55	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq
31	0.40	0.60	0.24
32	0.50	0.50	0.25
33	0.70	0.30	0.21
34	0.60	0.40	0.24
35	0.60	0.40	0.24
36	0.50	0.50	0.25
37	0.35	0.65	0.23
38	0.60	0.40	0.24
39	0.60	0.40	0.24
40	0.70	0.30	0.21
$\Sigma pq$			8.52

การคำนวณหาค่าความแปรปรวน จากสูตร

$$\begin{aligned}
 s^2 &= \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{20(10,349) - (443)^2}{20(20-1)} \\
 &= \frac{10,731}{380} \\
 &= 28.239
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาค่าความเชื่อถือได้

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\} \\
 &= \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{8.52}{28.239} \right\} \\
 &= \frac{20}{19} (1 - 0.301) \\
 &= 1.025 (0.698) \\
 &= 0.715
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การหาประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตารางที่ ง.1 คะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของประชากรนักเรียน จำนวน 20 คน ในการหาประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

คนที่	คะแนนจากใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้						คะแนนระหว่างเรียนรวม 40	คะแนนหลังเรียน 40
	หน่วยที่ 1 6 คะแนน	หน่วยที่ 2 6 คะแนน	หน่วยที่ 3 6 คะแนน	หน่วยที่ 4 6 คะแนน	หน่วยที่ 5 6 คะแนน	หน่วยที่ 6 10 คะแนน		
1	6	5	6	5	5	8	35	36
2	5	5	5	5	5	9	34	30
3	4	4	6	5	5	8	32	31
4	4	5	5	5	4	8	31	34
5	5	5	5	5	5	8	33	31
6	6	4	6	5	4	8	33	37
7	4	4	5	5	4	8	30	33
8	5	4	5	5	5	8	32	37
9	5	5	5	5	4	9	33	35
10	4	5	5	5	4	8	31	34
11	6	5	5	5	5	9	35	32
12	4	5	5	5	5	9	33	36
13	6	5	5	5	4	9	34	35
14	5	5	5	5	4	9	33	33
15	5	5	6	5	5	8	34	32
16	5	5	6	5	4	9	34	36
17	5	5	5	5	5	9	34	34
18	5	4	5	5	4	8	31	33
19	5	5	5	5	5	8	33	34
20	6	5	5	5	4	9	34	33
รวม							659	676
เฉลี่ย $\mu$							32.95	33.80
ส่วนเบี่ยงเบน $\sigma$							1.36	1.96

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 = \frac{659}{40} \times 100 = 82.37$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 = \frac{676}{40} \times 100 = 84.50$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แผนการจัดการเรียนรู้

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน  
สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



แผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กำหนดการเรียนรู้

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 1 หน่วยกิต 2 ชม./สป.  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่	ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ชั่วโมงที่
1	1	<b>ไฟฟ้าเบื้องต้น</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า</li> <li>- ประเภทของไฟฟ้า</li> <li>- แหล่งกำเนิดไฟฟ้า</li> <li>- เครื่องมือวัดไฟฟ้า</li> </ul> <b>กิจกรรม</b> การวัดแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า	1-2
2	2	<b>การต่อเซลล์ไฟฟ้า</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การต่อเซลล์ไฟฟ้า</li> <li>- วงจรอนุกรม ขนานและผสม</li> </ul> <b>กิจกรรม</b> การต่อเซลล์ไฟฟ้า	3-4
3	3	<b>ปริมาณทางไฟฟ้า</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความต้านทาน (R)</li> <li>- แรงดันไฟฟ้า (V)</li> <li>- กระแสไฟฟ้า (I)</li> <li>- กำลังไฟฟ้า (W)</li> </ul> <b>กิจกรรม</b> ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า	5-6
4	4	<b>พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลก</li> <li>- หลักการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์</li> </ul> <b>กิจกรรม</b> ปริมาณแสงอาทิตย์มีผลอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์	7-8
5	5	<b>การต่อโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งาน</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การต่อวงจรโซลาร์เซลล์</li> <li>- การเพิ่มพื้นที่การรับแสง</li> </ul> <b>กิจกรรม</b> การต่อวงจรเพิ่มพื้นที่โมดูลโซลาร์เซลล์	9-10
6	6	<b>การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์</b> <p><b>กิจกรรม</b> รดแข่งพลังงานแสงอาทิตย์</p>	11-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

## ชื่อหน่วย ไฟฟ้าเบื้องต้น

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สอนครั้งที่ 1

เวลา 2 ชม. สัปดาห์ที่ 1

### 1. สารสำคัญ

ในการปฏิบัติงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน ความปลอดภัยนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดประโยชน์มากมายมหาศาล แต่ก็ย่อมมีโทษถ้าไม่รู้จักการใช้งานและการป้องกัน อันตรายที่เกิดขึ้นมักเกิดจากความประมาท ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ดังนั้นการที่จะช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดจากไฟฟ้าซึ่งจะทำให้เกิดความสูญเสีย จะต้องรู้ถึงการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ได้แก่ เกิดจากการเสียดสี การทำปฏิกิริยาทางเคมี ความร้อน แสงสว่าง แรงกดดัน สนามแม่เหล็ก เป็นต้น ซึ่งไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ

พลังงานไฟฟ้าไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องมีเครื่องมือวัดปริมาณทางไฟฟ้า เรียกว่า มัลติมิเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยย่านวัด โวลต์มิเตอร์ใช้วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

- 2.1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า
- 2.1.2 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
- 2.1.3 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจประเภทของไฟฟ้า
- 2.1.4 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้ามัลติมิเตอร์เบื้องต้น (โวลต์มิเตอร์)
- 2.1.5 เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

#### 2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 2.2.1 บอกเกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้ถูกต้อง
- 2.2.2 สามารถแยกประเภทของไฟฟ้าได้ถูกต้อง
- 2.2.3 อธิบายหลักการของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 แสดงวิธีการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้ามัลติมิเตอร์เบื้องต้น (โวลต์มิเตอร์) ได้ถูกต้อง

2.2.5 แสดงพฤติกรรมลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

### 3. สารการเรียนรู้

3.1 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า

3.1.1 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

3.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

3.2.1 การเสียดสี

3.2.2 การทำปฏิกิริยาทางเคมี

3.2.3 ความร้อน

3.2.4 แสงสว่าง

3.2.5 แรงกดดัน

3.2.6 สนามแม่เหล็ก

3.3 ประเภทของไฟฟ้า

3.3.1 ไฟฟ้ากระแสตรง

3.3.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ

3.4 เครื่องมือวัดไฟฟ้า (มัลติมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์)

### 4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสอนแบบบรรยาย อธิบายความสำคัญของไฟฟ้าและความปลอดภัยในการใช้งาน

2. ครูให้นักเรียนดูแหล่งกำเนิดไฟฟ้าประเภทต่างๆ ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปและนำมาใช้ประโยชน์ของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ขนาดต่างๆ (ถ่านนาฬิกา ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์)

3. กิจกรรมการวัดแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายและตั้งคำถาม จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ครูเตรียมให้ นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าแหล่งกำเนิดนั้นมีขนาดแรงดันเท่าไร และเหลือแรงดันเท่าไรที่สามารถใช้งานได้

4. ครูเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ

- แบตเตอรี่ ขนาดต่างๆ (มีทั้งแบบที่ใช้แล้ว และยังไม่ใช้งานคละกัน)

- มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

5. ให้ตัวแทนในกลุ่มออกมาเลือกแบตเตอรี่ 3 ก้อน จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ปัญหาที่ครูตั้งให้ โดยการเลือกอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ครูเตรียมให้ พร้อมทั้งบันทึกผลในแบบบันทึกการทำกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป
7. การทดสอบความรู้หลังเรียน

## 5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า และประเภทของไฟฟ้า
2. วีดิโอประกอบการสอน เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้าสองสว่างในงานต่างๆ
3. มัลติมิเตอร์ และอุปกรณ์การต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
4. แผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 1 ไฟฟ้าเบื้องต้น กิจกรรม การวัดหาค่าปริมาณทางไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า)
5. ใบงาน

## 6. การวัดผลประเมินผล

- 6.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล
  - 6.1.1 แบบทดสอบหลังเรียน
- 6.2 วิธีวัดผลประเมินผล
  - 6.2.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
- 6.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผล
  - 6.3.1 นักเรียนแต่ละคนสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป

## แบบประเมินระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

### เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น

กลุ่มที่.....

รายการ	คะแนน
1. ความถูกต้อง (2 คะแนน)	
2. ความร่วมมือในกลุ่ม (2 คะแนน)	
3. การสรุปผล นำเสนอ (2 คะแนน)	
รวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบบันทึกการทำกิจกรรม**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้าเบื้องต้น**  
**กิจกรรม การวัดแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า**  
 ชื่อกลุ่ม..... ครั้งที่.....

ชื่อ..... สกุล.....

ที่	ชนิด	รูปภาพ	ค่าแรงดันที่วัดได้ (V)
1			
2			
3			

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

### ชื่อหน่วย การต่อเซลล์ไฟฟ้า

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สอนครั้งที่ 2

เวลา 2 ชม. สัปดาห์ที่ 2

#### 1. สาระสำคัญ

การเชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าเพื่อการใช้งาน แบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Battery Connection) การต่อแบบนี้จะดูเหมือนคนยืนเรียงหน้ากระดานแล้วจับมือกัน ซึ่งจะให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือโวลต์เพิ่มแต่กระแสไฟฟ้าจะเท่าเดิม เช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 130 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก ต่ออนุกรมกัน ผลคือในระบบจะมีแรงดันไฟฟ้ารวม 24 โวลต์ แต่ยังคงมีกระแสไฟฟ้าที่ 130 แอมแปร์

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Battery Connection) การต่อแบบนี้จะดูเหมือนคนยืนต่อแถวซื้อของ เอาไฟจากแบตเตอรี่ขั้วบวกมารวมกัน และเอาไฟจากแบตเตอรี่ขั้วลบมารวมกัน ซึ่งจะให้ค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์เท่าเดิม เช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 130 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก ต่อขนานกัน ผลคือ ในระบบจะมีกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นรวมกันเป็น 260 แอมแปร์ แต่คงมีแรงดันที่ 12 โวลต์

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม (Mix Battery Connection) การต่อแบตเตอรี่แบบนี้จะผสมผสานระหว่างการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานเข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถออกแบบได้เลยว่าการให้แบตเตอรี่จ่ายไฟเท่าไร หรือต้องการให้ชุดแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้ากี่โวลต์

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

2.1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจประเภทการต่อเซลล์ไฟฟ้าเบื้องต้น

2.1.2 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าเบื้องต้น

2.1.3 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าเบื้องต้น

2.1.4 เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับ

ขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

##### 2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.1 บอกรูปภาพของการต่อเซลล์ไฟฟ้าเบื้องต้นได้ถูกต้อง

2.2.2 อธิบายคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง

2.2.3 อธิบายคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ถูกต้อง

2.2.4 อธิบายคุณสมบัติของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมได้ถูกต้อง

2.2.5 สามารถต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 สามารถต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ถูกต้อง

2.2.7 สามารถต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมได้ถูกต้อง

2.2.8 แสดงวิธีการคำนวณค่าปริมาณทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง

2.2.9 แสดงพฤติกรรมลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

### 3. สารการเรียนรู้

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

### 4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. อธิบาย เรื่อง การนำเซลล์ไฟฟ้าไปใช้งานในรูปแบบต่างๆ พานักเรียนเดินชมห้องแบตเตอรี่ที่เก็บพลังงานที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ของโรงเรียน

2. ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ที่นำมาใช้ประโยชน์ของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน เช่น ระบบไฟฟ้าส่องสว่างของโถง ระบายไฟฟ้าส่องสว่างบนท้องถนนที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

3. กิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้า ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย และตั้งคำถามจากอุปกรณ์ เครื่องมือที่ครูเตรียมให้ นักเรียนจะใช้วิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าอย่างไรให้หลอดไฟส่องสว่าง

4. ครูเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ

- แบตเตอรี่ ขนาด 1.5 V จำนวน 3 ก้อน
- หลอดไฟ LED ขนาด 10 มม. 1 ดวง
- สายไฟฟ้าสำหรับเชื่อมต่อวงจร

6. ให้ตัวแทนในกลุ่มออกมาจับอุปกรณ์ เครื่องมือที่ครูเตรียมให้ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ปัญหาที่ครูตั้งให้ พร้อมทั้งบันทึกผลในแบบบันทึกการทำกิจกรรม

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป

8. การทดสอบความรู้หลังเรียน

### 5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ห้องแบตเตอรี่ที่เก็บพลังงานที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ของโรงเรียน
2. ใบความรู้ เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่างๆ
3. อุปกรณ์การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ หลอดไฟ สายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า กิจกรรม การวัดหาค่าปริมาณทางไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า)
5. ใบงาน

## 6. การวัดผลประเมินผล

### 6.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล

#### 6.1.1 แบบทดสอบหลังเรียน

### 6.2 วิธีวัดผลประเมินผล

#### 6.2.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

### 6.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

#### 6.3.1 นักเรียนแต่ละคนสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า

กลุ่มที่.....

รายการ	คะแนน
1. ความถูกต้อง (2 คะแนน)	
2. ความร่วมมือในกลุ่ม (2 คะแนน)	
3. การสรุปผล นำเสนอ (2 คะแนน)	
รวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบบันทึกการทำกิจกรรม**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า**  
**กิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้า**  
 ชื่อกลุ่ม..... ครั้งที่.....

ชื่อ..... สกุด.....

ที่	แบบการต่อวงจร	รูปภาพการต่อวงจร	ผลการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า
1			
2			
3			

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

### ชื่อหน่วย ปริมาณทางไฟฟ้า

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สอนครั้งที่ 3

เวลา 2 ชม. สัปดาห์ที่ 3

#### 1. สารสำคัญ

กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าคือแอมมิเตอร์ มีหน่วยเป็น แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าหรือความต่างศักย์ ระดับของปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากจุด 2 จุด ซึ่งวัดได้ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ มีหน่วยเป็น โวลต์ ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึง สมบัติของลวดตัวนำที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า วัดได้ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่าโอห์มมิเตอร์ มีหน่วยเป็น โอห์ม กำลังไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้า ใช้ในเวลา 1 วินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้ามีมาก ความต่างศักย์ก็จะมากขึ้นและความต้านทานไฟฟ้าจะลดน้อยลง

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

- 2.1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความต้านทาน (R)
- 2.1.2 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้า (E)
- 2.1.3 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า (I)
- 2.1.4 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้า (P)
- 2.1.5 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจความสัมพันธ์ปริมาณทางไฟฟ้า
- 2.1.6 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้ามัลติมิเตอร์ในการวัดหาค่า

ปริมาณทางไฟฟ้า

##### 2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 2.2.1 บอกความหมาย ชื่อหน่วยของความต้านทาน ( $\Omega$ ) ได้ถูกต้อง
- 2.2.2 บอกความหมาย ชื่อหน่วยของแรงดันไฟฟ้า (V) ได้ถูกต้อง
- 2.2.3 บอกความหมาย ชื่อหน่วยของกระแสไฟฟ้า (A) ได้ถูกต้อง
- 2.2.4 บอกความหมาย ชื่อหน่วยของกำลังไฟฟ้า (W) ได้ถูกต้อง
- 2.2.5 แสดงวิธีการคำนวณ หาค่าความสัมพันธ์ปริมาณทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง
- 2.2.6 ใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้ามัลติมิเตอร์วัดหาค่าปริมาณทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. สารการเรียนรู้

1. ความต้านทาน (R)
2. แรงดันไฟฟ้า (V)
3. กำลังไฟฟ้า (W)
4. เครื่องมือวัดไฟฟ้า

### 4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูให้นักเรียน ค่าปริมาณทางไฟฟ้าที่ติดอยู่บนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า พร้อมถามว่าค่าตัวเลขและอักษรที่เห็นนั้น มีความหมายและความสำคัญอย่างไร
2. ครูอธิบายข้อมูลในโปรแกรมนำเสนอเกี่ยวกับค่าปริมาณทางไฟฟ้า พร้อมยกตัวอย่างกฎของโอห์มในการหาค่าปริมาณทางไฟฟ้า
3. กิจกรรมความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายและตั้งคำถาม จากใบงานและค่าตัวต้านทานที่แตกต่างกัน มีผลอย่างไรกับปริมาณทางไฟฟ้าในวงจร
4. ครูเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ
  - แบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ 1 ก้อน
  - ตัวต้านทานค่าต่างๆ
  - สายไฟสำหรับต่อวงจร
  - มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง
5. ให้ตัวแทนในกลุ่มออกมาจับแบตเตอรี่ 1 ก้อน และเลือกตัวต้านทานกลุ่มละ 4 ตัว จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันต่อวงจร วัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าพร้อมทั้งบันทึกผลในแบบบันทึกการทำกิจกรรม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป
7. การทดสอบความรู้หลังเรียน

### 5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. โปรแกรมนำเสนอข้อมูล เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า
2. มัลติมิเตอร์ และอุปกรณ์การต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. แผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 2 ปริมาณทางไฟฟ้า กิจกรรม ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า
4. ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. การวัดผลประเมินผล

### 6.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล

#### 6.1.1 แบบทดสอบหลังเรียน

### 6.2 วิธีวัดผลประเมินผล

#### 6.2.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

### 6.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

#### 6.3.1 นักเรียนแต่ละคนสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

### เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า

กลุ่มที่.....

รายการ	คะแนน
1. ความถูกต้อง (2 คะแนน)	
2. ความร่วมมือในกลุ่ม (2 คะแนน)	
3. การสรุปผล นำเสนอ (2 คะแนน)	
รวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบบันทึกการทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณทางไฟฟ้า

กิจกรรม ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า

ชื่อกลุ่ม..... ครั้งที่.....

ชื่อ..... สกูล.....

1. ให้นักเรียนต่อวงจรตามภาพ



2. ให้นักเรียนวัดและคำนวณหาค่าปริมาณทางไฟฟ้า พร้อมบันทึกผลลงในตาราง

ที่	แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (E)	ค่าความต้านทาน (R)	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (I)	ค่ากำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้ (P)
1	1.5 V	1 K $\Omega$		
		5 K $\Omega$		
		10 K $\Omega$		
2	3 V	1 K $\Omega$		
		5 K $\Omega$		
		10 K $\Omega$		

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ชื่อหน่วย พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สอนครั้งที่ 4

เวลา 2 ชม. สัปดาห์ที่ 4

### 1. สารสำคัญ

ดวงอาทิตย์ให้พลังงานจำนวนมหาศาล อยู่ห่างจากโลกของเรา 149,680,000 กิโลเมตร พลังงานจากดวงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เป็นพลังงานสะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ อันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ โซลาร์เซลล์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เนื่องจากสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง

โฟโตวอลเทอิกเซลล์ (Photovoltaic cell) หรือ PV cell หรือ โดยทั่วไปนิยมเรียกว่าเซลล์สุริยะ หรือ โซลาร์เซลล์ (Solar cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนรังสีอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งเป็นธาตุที่มีอยู่มากมายบนโลก นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางสองแผ่นประกบกัน แผ่นหนึ่งเป็นชนิดประจุบวก (Positive type หรือ P-type) อีกแผ่นเป็นประจุลบ (Negative type หรือ N-type) เมื่อมีรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีอาทิตย์ซึ่งมีอนุภาคของพลังงานที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้สารกึ่งตัวนำทำให้อิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำหลุดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (Atom) เกิดเป็นอิเล็กตรอนประจุลบและโฮล (Hole) ประจุบวกบริเวณรอยต่อพีเอ็น (P-N junction) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนซึ่งเมื่อเคลื่อนที่ครบวงจรก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าตรง ชนิดของโซลาร์เซลล์ แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

1. โซลาร์เซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)
2. โซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)
3. โซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

2.1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์

2.1.2 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของโซลาร์เซลล์และคุณสมบัติของโซลาร์เซลล์แต่ละชนิด

2.1.3 เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 2.2.1 บอกประโยชน์และหน้าที่ของพลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้อง
- 2.2.2 อธิบายโครงสร้างของโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้อง
- 2.2.3 อธิบายหลักการทำงานของโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้อง
- 2.2.4 บอกชนิดและคุณสมบัติของโซลาร์เซลล์แต่ละชนิดได้ถูกต้อง
- 2.2.5 แสดงพฤติกรรมลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

## 3. สารการเรียนรู้

- 3.1 พลังงานแสงอาทิตย์
- 3.2 แผงโซลาร์เซลล์
  - 3.2.1 หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์
  - 3.2.2 ชนิดของโซลาร์เซลล์

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสอนแบบบรรยาย เกี่ยวกับประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์
2. ครูให้นักเรียนดูแผงโซลาร์เซลล์แต่ละชนิด จากรูปภาพและโปรแกรมนำเสนอ
3. กิจกรรม ปริมาณแสงอาทิตย์มีผลอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายและตั้งคำถาม นักเรียนคิดว่าพื้นที่ของแผงโซลาร์เซลล์มีผลหรือไม่กับปริมาณแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์
4. ครูเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ
  - แผงโซลาร์เซลล์ 1 แผง (6 V, 100 mA, 0.6 W)
  - มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง
5. ให้นักเรียนในกลุ่มออกมาเลือกแผงโซลาร์เซลล์กลุ่มละ 1 แผง จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกัน วิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ปัญหาที่ครูตั้งให้ พร้อมทั้งบันทึกผลในแบบบันทึกการทำกิจกรรม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป
7. การทดสอบความรู้หลังเรียน

## 5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด
2. มัลติมิเตอร์ และอุปกรณ์การต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. แผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์และโซล่าเซลล์ กิจกรรม ปริมาณแสงอาทิตย์มีผลอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์
4. ใบงาน

## 6. การวัดผลประเมินผล

- 6.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล
  - 6.1.1 แบบทดสอบหลังเรียน
- 6.2 วิธีวัดผลประเมินผล
  - 6.2.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
- 6.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผล
  - 6.3.1 นักเรียนแต่ละคนสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

### เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์

กลุ่มที่.....

รายการ	คะแนน
1. ความถูกต้อง (2 คะแนน)	
2. ความร่วมมือในกลุ่ม (2 คะแนน)	
3. การสรุปผล นำเสนอ (2 คะแนน)	
รวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





## แบบบันทึกการทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์เซลล์

กิจกรรม ปริมาณแสงอาทิตย์มีผลอย่างไรกับแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์

ชื่อกลุ่ม..... ครั้งที่.....

ชื่อ..... สกุล.....

ที่	ปริมาณพื้นที่ที่รับแสง ของแผงโซลาร์เซลล์	รูปภาพแผงโซลาร์เซลล์	ค่าแรงดันไฟฟ้า ที่วัดได้ (V)
1	1/4		
2	2/4		
3	3/4		
4	4/4		

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

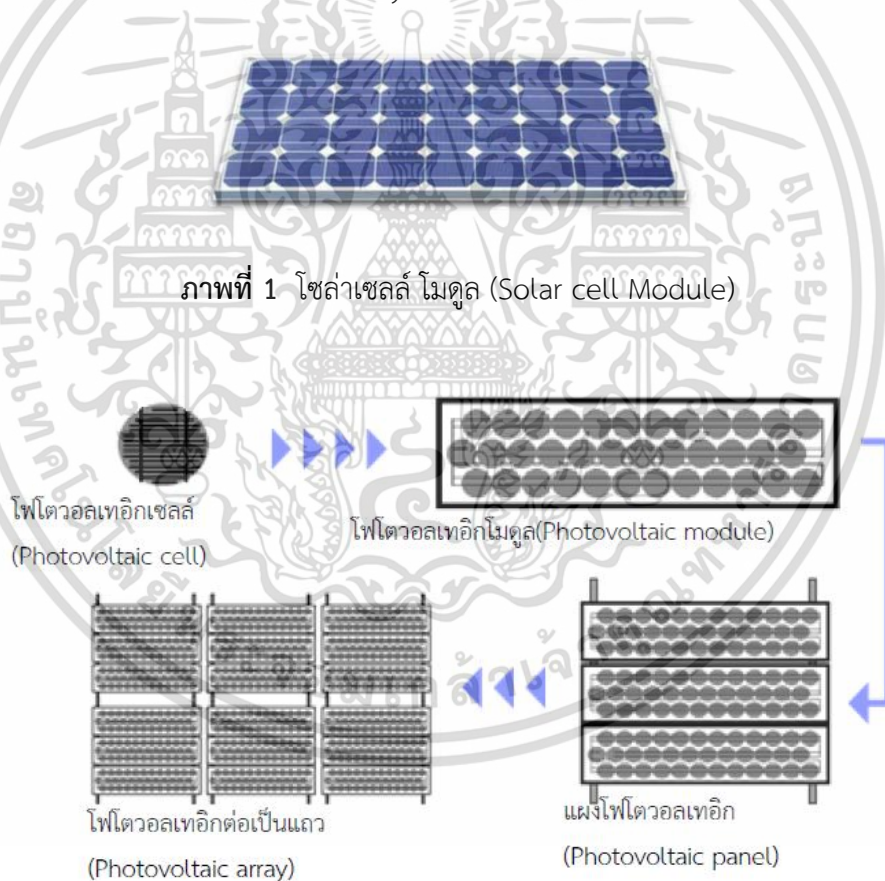
### ชื่อหน่วย การต่อโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งาน

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สอนครั้งที่ 5

เวลา 2 ชม. สัปดาห์ที่ 5

#### 1. สารสำคัญ

โซลาร์เซลล์ (Solar cell) 1 เซลล์ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 1-2 วัตต์ ดังนั้นถ้าต้องการไฟฟ้ามากขึ้นก็ต้องนำหลายเซลล์มาต่อเรียงกันเป็นโมดูล (Module) ดังภาพที่ 1 และถ้าต้องการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นไปอีกก็ต้องนำหลายโมดูลเซลล์มาต่อเรียงกันเป็นแผง (Panel) และถ้าต้องการไฟฟ้ามากๆ ก็นำหลายแผงมาต่อกันเป็นแถว (Array) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 โซลาร์เซลล์ โมดูล (Solar cell Module)

ภาพที่ 2 โซลาร์เซลล์ (Solar cell) ที่ต่อจากเซลล์มาเป็นแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

### 2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

2.1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจคุณสมบัติของการต่อโซลล่าเซลล์แบบอนุกรม ขนาน และผสม

2.1.2 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจวิธีคำนวณค่าปริมาณทางไฟฟ้า

2.1.3 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์เพื่อใช้งาน

2.1.4 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับพลังงานโซลล่าเซลล์

2.1.5 เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

### 2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.1 อธิบายคุณสมบัติของการต่อโซลล่าเซลล์แบบอนุกรม ขนาน และผสมได้ถูกต้อง

2.2.2 แสดงวิธีคำนวณค่าปริมาณทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง

2.2.3 สามารถติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์เพื่อใช้งานได้ถูกต้อง

2.2.4 สามารถเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้ากับพลังงานโซลล่าเซลล์ได้ถูกต้อง

2.2.5 แสดงพฤติกรรมลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

## 3. สารการเรียนรู้

1. การต่อโซลล่าเซลล์เพื่อใช้งาน
2. การต่อวงจรเพิ่มพื้นที่โมดูลโซลล่าเซลล์

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสอนแบบบรรยาย
2. ครูพานักเรียนเดินดูแผงโซลล่าเซลล์ของโรงเรียนที่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 3 ตารางเมตร จำนวน 2 แผง

3. กิจกรรม การต่อวงจรเพิ่มพื้นที่โมดูลโซลล่าเซลล์ ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย และตั้งคำถาม จากกิจกรรมที่ผ่านมา นักเรียนสรุปได้ว่า ขนาดของแผงโซลล่าเซลล์ มีผลต่อปริมาณของแรงดันไฟฟ้า ขนาดใหญ่ทำให้ได้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มากกว่าขนาดเล็ก หากต้องการเพิ่มพื้นที่โดยการนำแผงโซลล่าเซลล์มาต่อกัน จะใช้วิธีการต่อวงจรแบบใด

### 4. ครูเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ

- แผงโซลล่าเซลล์ 3 แผง
- มัลติมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ให้ตัวแทนในกลุ่มออกมาอุปกรณ์ เครื่องมือที่ครูเตรียมให้ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ปัญหาที่ครูตั้งให้ พร้อมทั้งบันทึกผลในแบบบันทึกการทำกิจกรรม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป
7. การทดสอบความรู้หลังเรียน

## 5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ระบบโซล่าเซลล์ของโรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด
2. มัลติมิเตอร์ และอุปกรณ์การต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. แผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 4 การต่อโซล่าเซลล์เพื่อใช้งาน กิจกรรม การต่อวงจรเพิ่มพื้นที่โมดูลโซล่าเซลล์
4. ใบงาน

## 6. การวัดผลประเมินผล

- 6.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล
  - 6.1.1 แบบทดสอบหลังเรียน
- 6.2 วิธีวัดผลประเมินผล
  - 6.2.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
- 6.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผล
  - 6.3.1 นักเรียนแต่ละคนสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การต่อโซล่าเซลล์เพื่อใช้งาน

กลุ่มที่.....

รายการ	คะแนน
1. ความถูกต้อง (2 คะแนน)	
2. ความร่วมมือในกลุ่ม (2 คะแนน)	
3. การสรุปผล นำเสนอ (2 คะแนน)	
รวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบบันทึกการทำกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การต่อโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งาน

กิจกรรม การต่อวงจรเพิ่มพื้นที่โมดูลโซลาร์เซลล์

ชื่อกลุ่ม..... ครั้งที่.....

ชื่อ..... สกุล.....

ที่	แบบการต่อ วงจร	รูปภาพการต่อวงจร	ค่าแรงดัน ที่วัดได้ (V)	ค่ากำลังไฟฟ้า ที่คำนวณได้ (P)
1				
2				
3				

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

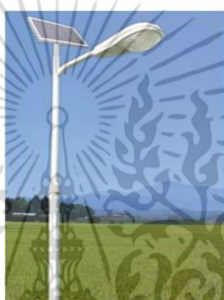
### ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์

รหัสวิชา 23101 ชื่อวิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี สอนครั้งที่ 6

เวลา 2 ชม. สัปดาห์ที่ 6

#### 1. สารสำคัญ

##### 1.1 การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์



ภาพที่ 1 โซลาร์เซลล์สำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง



ภาพที่ 2 โซลาร์เซลล์สำหรับรถยนต์



ภาพที่ 3 โซลาร์เซลล์สำหรับดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 โซล่าเซลล์สำหรับเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือ

## 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

### 2.1 จุดประสงค์ทั่วไป

- 2.1.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างของรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.1.2 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ ส่วนประกอบ ของรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.1.3 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์ไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

## 2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.1 ออกแบบโครงสร้างของรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์ได้

2.2.2 สามารถเลือกอุปกรณ์ ส่วนประกอบของรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์ได้

2.2.3 บอกการนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากโซลาร์เซลล์ไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆ

2.2.4 แสดงพฤติกรรมลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีลำดับขั้นตอนในการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

## 3.สาระการเรียนรู้

1. การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์สำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง
2. การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์สำหรับรถยนต์
3. การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์สำหรับดาวเทียม
4. การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์สำหรับเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือ

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสอนแบบบรรยาย
2. วิธีโอประกอบการยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์
3. ครูแบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 5 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ครูให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ และหาแนวทางประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์ (รถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์) และจัดการแก้ไขปัญหาตามกระบวนการวิศวกรรม

### 4. ครูเตรียมวัสดุ อุปกรณ์พื้นฐาน

- แผงโซลาร์เซลล์ 1 แผง (6 V, 100 mA, 0.6 W)
- มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว พร้อมสายไฟฟ้า
- ถ่านชาร์จ 2 ก้อน
- ไตโอด 1 ตัว

5. ครูให้นักเรียนร่วมกันเสนอความคิด ออกแบบโครงสร้างรถ วางแผนการดำเนินการ

6. นักเรียนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น แต่หากวัสดุอุปกรณ์บางอย่างไม่สามารถหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป ครูจะเป็นผู้เตรียมให้

7. จากนั้นร่วมกันปฏิบัติงานตามแผนที่ได้วางไว้ พร้อมทั้งบันทึกผลในแบบบันทึกการทำ

กิจกรรม

8. นักเรียนทำการทดลอง พร้อมนำเสนอผลการดำเนินกิจกรรม

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. วีดิโอประกอบการยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานโซล่าเซลล์
2. อุปกรณ์ เครื่องมือ สำหรับการประยุกต์ใช้งานโซล่าเซลล์
3. แผนการจัดการเรียนแบบเพิ่มเติมศึกษา เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ชื่อหน่วย การประยุกต์ใช้งานโซล่าเซลล์ (รถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์)
4. แบบทดสอบหลังเรียน

## 6. การวัดผลประเมินผล

- 6.1 เครื่องมือวัดผลประเมินผล
  - 6.1.1 แบบทดสอบหลังเรียน
  - 6.1.2 แบบทดสอบวัดความพึงใจ
- 6.2 วิธีวัดผลประเมินผล
  - 6.2.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
  - 6.2.2 ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดความพึงใจ
- 6.3 เกณฑ์การวัดผลประเมินผล
  - 6.3.1 นักเรียนแต่ละคนสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป
  - 6.3.2 นักเรียนแต่ละคนมีความพึงพอใจในระดับมาก

## แบบประเมินระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง การประยุกต์ใช้งานโซล่าเซลล์

กลุ่มที่.....

รายการ	คะแนน
1. การออกแบบ (วัสดุมีความแข็งแรง, ความคิดสร้างสรรค์)	
2. ความร่วมมือในกลุ่ม	
3. การแก้ไขปัญหา	
4. ผลการแข่งขัน	
5. การนำเสนอ	
รวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 2. วัตถุประสงค์

.....

.....

.....

.....

.....

## 3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

## 4. วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....

## 5. วิธีการดำเนินงาน

- 5.1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify the problem)
- 5.2 รวบรวมข้อมูล (Information gathering)
- 5.3 เลือกวิธีการ (selection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and making)



ภาพการออกแบบรถแข่งพลังงานแสงอาทิตย์

## 5.5 ทดสอบ (Testing)

## 5.5.1 รูปทรงรถ

กลุ่ม.....	กลุ่ม.....	กลุ่ม.....	กลุ่ม.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.5.2 ให้นำกรรณ

กลุ่ม.....	กลุ่ม.....	กลุ่ม.....	กลุ่ม.....

## 5.5.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อรถ

กลุ่ม.....	กลุ่ม.....	กลุ่ม.....	กลุ่ม.....

## 5.6 ปรับปรุงแก้ไข (Modification and improvement)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 5.7 ประเมินผล (Assessment)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสีแพร ธรรมนาม
วัน-เดือน-ปีเกิด	29 มกราคม 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดพิจิตร
ที่อยู่ปัจจุบัน	โรงเรียนตะพานหิน เลขที่ 221 ต.ตะพานหิน อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร 66110
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยชุมชนพิจิตร ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2554-2558 อาจารย์พิเศษ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยชุมชนพิจิตร พ.ศ.2558-2560 ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด จ.ตาก พ.ศ.2560-ปัจจุบัน ครูผู้ช่วย โรงเรียนตะพานหิน จ.พิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสีแพร ธรรมนาม
วัน-เดือน-ปีเกิด	29 มกราคม 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดพิจิตร
ที่อยู่ปัจจุบัน	โรงเรียนตะพานหิน เลขที่ 221 ต.ตะพานหิน อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร 66110
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยชุมชนพิจิตร ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2554-2558 อาจารย์พิเศษ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยชุมชนพิจิตร พ.ศ.2558-2560 ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านห้วยปลาหลด จ.ตาก พ.ศ.2560-ปัจจุบัน ครูผู้ช่วย โรงเรียนตะพานหิน จ.พิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้