

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน
ผสมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE EFFECTS OF STEM EDUCATION LEARNING MANAGEMENT
THROUGH A COMBINATION OF PROJECT-BASED LEARNING AND
THE ENGINEERING DESIGN PROCESS IN THE SCIENCE SUBJECT
OF SECONDARY 2 (GRADE 8) STUDENTS

อรรถวิทย์ สุปัตติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

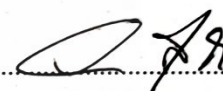
ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน
ผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

อรรณวิทย์ สุปัตติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัย ขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้น งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมาเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

This thesis consists of research materials conducted at Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi and hence the copyright owner. I hereby certify that the thesis does not contain any forms of plagiarism.


.....
(..นายอรรณวิทย์ สุปัตติ..)



COPYRIGHT © 2023

FACULTY OF TECHNICAL EDUCATIONAL

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน
ผสมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

The Effects of STEM Education Learning Management through
a Combination of Project-Based Learning and the Engineering
Design Process in the Science Subject of Secondary 2 (Grade 8)
Students

ชื่อ - นามสกุล

นายอรรถวิทย์ สุปัติ

สาขาวิชา

การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจริมไธสง, ค.ด.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

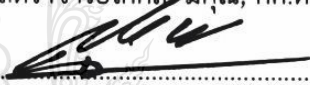
อาจารย์พรภิรมย์ หลงทรัพย์, ประ.ด.

ปีการศึกษา

2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์โกศล มีคุณ, กศ.ด.)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ด.)

 กรรมการ
(อาจารย์สายพิน สิริรักษ์, ค.ด.)

 กรรมการ
(อาจารย์พรภิรมย์ หลงทรัพย์, ประ.ด.)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจริมไธสง, ค.ด.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

 คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล, ค.อ.ม.)
วันที่...28...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ. 2565...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ชื่อ – นามสกุล	นายอรรถวิทย์ สุปัติ
สาขาวิชา	การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สริน เจริมไธสง, ค.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พรภรณ์ หลงทรัพย์, ป.ด.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Thesis Title	The Effects of STEM Education Learning Management Through a Combination of Project-Based Learning and the Engineering Design Process in the Science Subject of Secondary 2 (Grade 8) Students
Name - Surname	Mr. Attawit Supatti
Program	Curriculum Development and Instructional Innovation
Thesis Advisor	Assistant Professor Rossarin Jermtaisong, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Mr. Pornpirom Lhongsap, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research aimed to: 1) study the level of scientific process skills in the Science subject of the Secondary 2 (Grade 8) students, 2) compare the scientific process skills of the Secondary 2 students studying the STEM Education learning management through the combination of project-based learning and the engineering design process with the criteria of 70% out of the full score, and 3) compare the scientific process skills of the Secondary 2 students before and after studying the STEM Education learning management through the combination of project-based learning and the engineering design process.

The research samples were 30 Secondary 2 students studying in semester 1 of the academic year 2020 at Sa Kaeo school, Sa Kaeo province, selected by cluster random sampling. The research instruments consisted of learning management plans based on STEM Education through the combination of project-based learning and the engineering design process, and scientific process skills tests. The statistics used to analyze the data were mean percentage, standard deviations, and t-test.

The research findings were as follows: 1) the scientific process skills in the Science subject of the Secondary 2 students were at a high level, 2) the scientific process skills of the Secondary 2 students studying the STEM Education learning management through the combination of project-based learning and the engineering design process were higher than the 70 percent criteria with statistical significance at the .05 level, and 3) the scientific process skills of the Secondary 2 students after studying the STEM Education learning management through the combination of project-based were higher than those before learning with statistical significance at the .05 level.

Keywords: STEM Education, engineering design process, science process skills

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์และเอาใจใส่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจริมโธสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.พรภิรมย์ หลงทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง รวมทั้งให้คำแนะนำองค์ความรู้แนวทางในการศึกษาค้นคว้ามาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โกศล มีคุณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพร บุญส่ง ดร.สายพิน สีหรัักษ์ ดร.พรภิรมย์ หลงทรัพย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รสริน เจริมโธสง ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้ความกรุณาชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม พันธุ์ไสว ดร.บุญรอด ชาตียนนท์ ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ ดร.สายัณห์ ผุควัฒน์ และ อาจารย์รจนา เทียนจันทร์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้เสียสละเวลาในการตรวจสอบเพื่อพัฒนาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย อีกทั้งยังให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภูริพันธ์ เลิศโอภาส และคณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้นำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบพระคุณผู้อำนวยการและครูโรงเรียนสระแก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึง และผู้ที่มีได้เอื้อนนามในที่นี้ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในการสนับสนุนให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ และขอขอบคุณประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นกตเวทิตาคุณแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอน้อมคารวะแด่ผู้เขียนตำราวิชาการทุกท่านที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาใช้อ้างอิงในวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

อรรณวิทย์ สุปัตติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(9)
บทที่ 1 บทนำ.....	10
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	10
1.2 คำถามวิจัย.....	10
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	12
1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....	12
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	13
1.6 ตัวแปรที่ศึกษา.....	13
1.7 คำจำกัดความในการวิจัย.....	14
1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	14
1.9 ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	16
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	20
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน.....	25
2.4 การจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	29
2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	31
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
3.1 แบบแผนการวิจัย.....	40
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	40
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	41
3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย.....	41
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	47
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
3.7 สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	51
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม.....	52
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการการออกแบบ เชิงวิศวกรรม.....	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	55
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย.....	56
5.3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก.....	65
- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย.....	66
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	67
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	104
ประวัติผู้เขียน.....	119

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว.....	18
ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์.....	24
ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และตัวบ่งชี้การเกิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (competency indicator).....	31
ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest - Posttest Design).....	40
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกับ การออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	42
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	52
ตารางที่ 4.2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	52
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลานกระบวนการ การออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP) ²	53
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน ผลานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP) ²	49

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	14
ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน.....	26
ภาพที่ 2.2 โมเดลจรรยาบรรณแห่งการเรียนรู้แบบ PBL.....	28
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกับ การออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	44



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นและสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรม เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความสะดวกสบาย ปัจจุบันเป็นยุคข้อมูลข่าวสาร ยุคโลกไร้พรมแดน แม้อาศัยอยู่ที่บ้านก็สามารถเรียนรู้ได้ทั่วโลก ข้อมูลข่าวสารต่างๆ แพร่ขยายไปอย่างรวดเร็ว การรับรู้ข่าวสารต้องวิเคราะห์ให้ดี การได้มาซึ่งความรู้จึงต้องเน้นที่การแสวงหาความรู้ ต้องมีทักษะกระบวนการต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (มัสยา แสนสม, 2552, น.1) วิทยาศาสตร์จึงเป็นสื่อกลางที่จำเป็นในการพัฒนาคน เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับทุกคน ทุกบทบาท และหน้าที่การทำงานต่างๆ ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งวิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาวิธีคิดรวมไปถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการคิดอย่างมีระบบระเบียบและเป็นขั้นตอน ดังนั้น จึงต้องมีการพัฒนาคนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552, น.92) จากความสำคัญดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ดังนั้นทุกประเทศจึงให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงกำหนดให้มีกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่ต้องเรียน โดยต้องการให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะสำคัญที่ช่วยในการสร้างองค์ความรู้และค้นคว้า ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาหลากหลายรูปแบบ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกๆ ขั้นตอน มีการปฏิบัติที่หลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้บรรลุตามความมุ่งหวังดังกล่าว การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหรือเครื่องมือที่สำคัญที่จะนำมาซึ่งความรู้ หรือการแก้ปัญหา (Roadrangka, 2001, p.21) ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น.96) ระบุว่า เป็นความพยายามในการใช้กระบวนการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาผ่านการสังเกต การตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ความรู้ และกระบวนการมีการถ่ายทอดอย่างต่อเนื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา การแก้ปัญหา การค้นคว้า และการค้นหาคำรู้ใหม่ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540, น.14-19) ซึ่งวิธีการหรือความสามารถเหล่านี้เป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ (Padilla, 1990 อ้างถึงใน จรรยา ตาสา และ ผนวรา สีสี่, 2560, น.345) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะทางวิชาชีพ

ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนขยายแนวคิดและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ได้อย่างมีเหตุผล รวมถึงเป็นการสะสมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องและสร้างสมประสบการณ์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในเวลานั้น และจากการทดลองด้วยตนเองด้วย (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2011, pp.67-68) โดยสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับการศึกษาปฐมวัย และทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ สำหรับมัธยมศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำมาใช้แสวงหาความรู้ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในทุกระดับ

สะเต็มศึกษาจัดเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมกันอย่างมาก โดยเป็นกาบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและประกอบอาชีพในอนาคต (สสวท., 2558, น.3) การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นแนวทางหนึ่งตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถส่งเสริมผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเรียนรู้จากการเลือกในสิ่งที่สนใจตามความถนัดและความสามารถ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้เรียนมาประยุกต์ในการปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินการทุกขั้นตอนของการเรียน ตั้งแต่การวางแผน การเรียนรู้ การออกแบบการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ ประยุกต์ใช้ผลผลิต และการประเมินผลงาน โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้จัดการเรียนรู้ (ทิศนา แชนณี, 2551, น.125) ดัง Wurdinger and others (2007, อ้างถึงใน ภูวสิทธิ์ บุญศรี, 2562, น.13) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดและศักยภาพการแก้ปัญหา โดยที่ผู้เรียนช่วยกันคิดและร่วมแรงทำงาน เริ่มจากช่วยกันจำแนกหัวข้อปัญหา การพัฒนาแผน การทดสอบเพื่อพิสูจน์ความคิดของกลุ่ม และการสะท้อนความคิดหลังจากที่ได้ปฏิบัติแล้ว นอกจากนี้การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะเป็นวิธีการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิต โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (National Research Council (NRC), 2009) เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาเพื่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่ใช้ในการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอนจากสถานการณ์ที่พบเห็น เพื่อทำการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (สุธิดา การ์มี, 2560, ออนไลน์) จึงอาจกล่าวได้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถือเป็นแกนหลักในสะเต็มศึกษา หากไม่มีการทำงานผ่านกระบวนการนี้ การบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ก็คงเป็นการบูรณาการแต่เพียงด้านเนื้อหาเหมือนที่เคยจัดการเรียนการสอนกันทั่วไป (ภัสราไพ จ้อยเจริญ และ ปณัฐรณ จารุชัยวัฒน์, 2562, น.114)

จากความสำคัญข้างต้นนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 คำถามการวิจัย

- 1.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับใด
- 1.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
- 1.2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่อย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ ดังนี้
- 1.3.1 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 - 1.3.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
 - 1.3.3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.4 สมมติฐานการวิจัย

- 1.4.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับดีขึ้น
- 1.4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

1.4.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 476 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 30 คน

1.5.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 4 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บทนำพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานน้ำกับการใช้ประโยชน์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานลมกับการใช้ประโยชน์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์

1.5.3 ขอบเขตด้านระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยผู้วิจัยทำการสอนเอง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ตามตารางปกติที่โรงเรียนจัดสอน

1.6 ตัวแปรที่ศึกษา

1.6.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.6.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skill)

1.7 คำจำกัดความในการวิจัย

1.7.1 แนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเป็นการเรียนรู้ในชีวิตและปฏิบัติจริง จากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดแบบมี วิจารณ์ญาณ รู้จักแก้ปัญหาและใช้โครงงานเป็นฐาน

1.7.2 การจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโครงงาน หมายถึง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้จากกระบวนการ ทำโครงการ โดยยึดหลักที่ว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีโอกาสได้ค้นคว้าในสิ่งที่ซับซ้อน ทำทหาย หรือเป็นประเด็นปัญหาย่งยากที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

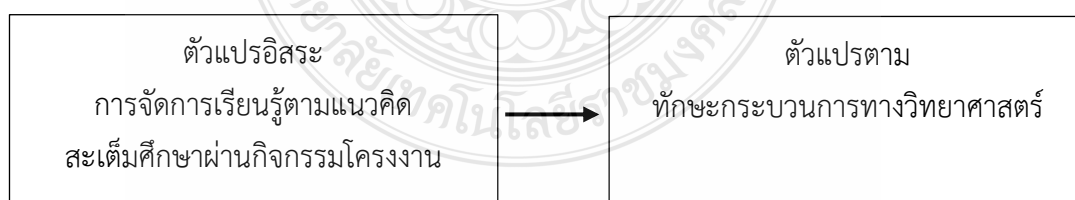
1.7.3 การออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด และ ปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

1.7.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการให้ผู้เรียนเกิดการปฏิบัติจริง จากการทำ โครงงานและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน 4) การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ 5) ตรวจสอบผลงาน รวมถึงการประเมินผลและปรับปรุงผลงาน และ 6) การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา

1.7.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความสามารถในการใช้ กระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมอง โดยเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและ วัดด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน 2) ทักษะ การควบคุมตัวแปร 3) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป 4) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และ 5) ทักษะการทดลอง

1.7.6 นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่กำลังเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอ เมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว

1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.9 ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย

1.9.1 ได้นวัตกรรมจัดการการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม กับนักเรียนในศตวรรษที่ 21

1.9.2 ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้มีการได้ศึกษาเอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

- 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 2.1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 หลักสูตรสถานศึกษา
- 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 2.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 2.2.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
 - 2.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
 - 2.3.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
 - 2.3.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- 2.4 การจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรม
 - 2.4.1 การออกแบบเชิงวิศวกรรม
 - 2.4.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในสังคมโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลจากความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ เกิดเป็นนวัตกรรมและเทคโนโลยีขึ้น รวมถึงวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย

และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

สาระที่ 4 แรงแและเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนตัมการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 8 สาระสำคัญ แต่สาระที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีจำนวน 5 สาระ โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ลงมือปฏิบัติจริง และสอดคล้องระดับชั้น

2.1.2 หลักสูตรสถานศึกษา

โรงเรียนสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนครูทั้งสิ้น 201 คน มีจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2563 จำนวนทั้งสิ้น 2,905 คน

2.1.2.1 วิสัยทัศน์

โรงเรียนสระแก้วเป็นแหล่งเรียนรู้คู่ชุมชน พัฒนาการศึกษามีคุณภาพ รักษาความเป็นไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน โรงเรียนมาตรฐานสากล บนวิถีพอเพียง ภายในปี พ.ศ. 2564

2.1.2.2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรโรงเรียนสระแก้ว พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากล ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว

กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน (ชั่วโมงต่อปี)			
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4-6
รายวิชาพื้นฐาน				
ภาษาไทย	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
คณิตศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี				
- วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	-	-	-	40 (1 นก.)
- วิทยาศาสตร์กายภาพ	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	80 (2 นก.)
- วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	-	-	-	40 (1 นก.)
เทคโนโลยี	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	40 (1 นก.)
(การออกแบบและเทคโนโลยี)				
- เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	120 (3 นก.)
สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม				
- ประวัติศาสตร์	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	80 (2 นก.)
- ศาสนา, วัฒนธรรม				
- เศรษฐศาสตร์	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	160 (4 นก.)
- ภูมิศาสตร์				
สุขศึกษาและพลศึกษา	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ศิลปะ	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	120 (3 นก.)
การงานอาชีพ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ภาษาต่างประเทศ	140 (3.5 นก.)	140 (3.5 นก.)	140 (3.5 นก.)	240 (6 นก.)
รวมเวลาเรียน				
(รายวิชาพื้นฐาน)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	1,640 (41 นก.)
รายวิชาเพิ่มเติม				
หน้าที่พลเมือง	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	80 (2 นก.)

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว (ต่อ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน (ชั่วโมงต่อปี)			
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4-6
จุดเน้นสถานศึกษา/แผนการเรียน	220 (5.5 นก.)	160 (4 นก.)	240 (6 นก.)	ประมาณ 1,580 (39.5 นก.)
การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	-	80 (2 นก.)	-	80 (2 นก.)
ภาษาต่างประเทศภาษาที่ 2	20 (0.5 นก.)	-	-	20 (0.5 นก.)
เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	40 (1 นก.)	120 (3 นก.)
รวมเวลาเรียน (รายวิชาเพิ่มเติม)	320 (8 นก.)	320 (8 นก.)	320 (8 นก.)	2000 (50 นก.)
รวมเวลาทั้งสิ้น	1,200 (30 นก.)	1,200 (30 นก.)	1,200 (30 นก.)	ประมาณ 3,640 (91 นก.)
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน				
กิจกรรมแนะแนว	36	36	36	180
กิจกรรมนักเรียน				
- ลูกเสือ - เนตรนารี	35	35	35	-
- ชุมนุม	34	34	34	120
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์	15	15	15	60
รวมเวลาเรียน (กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน)	120	120	120	360
รวมเวลาเรียนทั้งหมด (ชั่วโมงต่อปี)	1,320 (ชั่วโมงต่อปี)	1,320 (ชั่วโมงต่อปี)	1,320 (ชั่วโมงต่อปี)	ประมาณ 4,000 (ชั่วโมงต่อปี)

2.1.2.3 คำอธิบายรายวิชาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

คำอธิบายรายวิชา พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

ว20210 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง ตรวจสอบ เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ของพลังงานดังกล่าว และการนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน และตระหนักในบทบาทและผลกระทบของพลังงานเหล่านั้นที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชา พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

- 1) อธิบายความสำคัญของพลังงานทดแทน
- 2) อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวลและพลังงานนิวเคลียร์ ไปใช้ประโยชน์

3) อธิบายการใช้ประโยชน์ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์ ในประเทศไทย

4) อธิบายข้อดีและข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และแนวทางการพัฒนาของ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ปัจจุบันเราต้องเตรียมความพร้อมในการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการพัฒนาในด้านเทคโนโลยี และนวัตกรรมที่ส่งผลต่อความก้าวหน้าในทุกๆ ด้าน เพื่อสร้างชีวิตให้มีศักยภาพในการดำรงชีวิตและเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในการพัฒนาประเทศต่อไปสำหรับแนวทางการศึกษาที่เหมาะสมกับโลกยุคปัจจุบัน และโลกอนาคตที่ต่างประเทศกำลังให้ความสนใจนั้น คือ การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าในแต่ละวันของเราไม่ว่าจะเป็นการคมนาคม การทำงาน สภาพสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ ตลอดจนประเพณีวัฒนธรรมต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมทั้งสิ้น การศึกษาประเภทนี้ล้วนทำให้เราสามารถพัฒนาตนเองได้ในอนาคต อยากเรียนรู้และลงมือทำด้วยตนเอง เปลี่ยนการเรียนแบบเดิมๆ ที่เน้นการท่องจำไปสู่การลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง และเป็นที่มาของคำว่า “สะเต็มศึกษา” ที่กำลังอยู่ในความสนใจของนักการศึกษาในปัจจุบันนี้

“สะเต็มศึกษา” จึงหมายถึง การที่เราสามารถนำความรู้รวมถึงทักษะและประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานได้ในอนาคต เพราะจะทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ได้เป็นอย่างดี จึงมีความพยายามนำการเรียนรู้ลักษณะนี้มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อบูรณาการ ทั้งแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมของประเทศไทยเรา

2.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นทางปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่เน้นกระบวนการปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมต่างๆ ที่กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน นำไปสู่การแก้ปัญหา หรือการสร้างนวัตกรรม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย การระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินการ ทดสอบและปรับปรุง และนำเสนอการดำเนินงาน เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ เพื่อเน้นให้สามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในการดำเนินชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

กล่าวคือ STEM Education คือ การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำธรรมชาติและวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสอดประสานกันอย่างลงตัว เพื่อนำความรู้ทุกสาขามาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้จากครูผู้สอนหลายๆ สาขามาร่วมมือกัน เนื่องจากในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านใน

การทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกหรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Dejarnette, 2012, pp.77-84).

ทั้งนี้ STEM Education เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิด และลักษณะ ดังนี้ (ธวัช ชิตตระการ, 2555 และ รักษาพล ธนานวงศ์, 2556, น.15-20)

1) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา คือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำธรรมชาติเป็นจุดเด่น และใช้วิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกัน นั่นคือ

(1) วิทยาศาสตร์ (S) คือ ความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้ครูใช้กระบวนการสืบเสาะและกิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ในระดับที่สูงขึ้นจะทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากต้องมีการออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุม ทั้งเนื้อหาที่แน่นจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในเพิ่มเติมศึกษาจะทำให้ให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นอยากที่จะเรียนรู้ เนื่องจากมีความรู้สึกล้าหาญและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน

(2) เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการ ทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมีได้หมายถึง คอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ ซึ่งอาจจะรวมถึงการเรียนรู้เทคโนโลยี และนวัตกรรม รวมถึงวิธีการหรือกระบวนการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหล่านี้

(3) วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษา โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในส่วนของ STEM Education เราจะให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดแบบวิศวกรรม หรือที่เรียกว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในทุกระดับชั้น จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

(4) คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ประการแรก คือ กระบวนการคิด เป็นการเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การบอกรูปร่างและคุณสมบัติ และการจัดแบบรูป ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เป็นการใชภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารในการถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการสุดท้าย คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูงของผู้เรียน จากกิจกรรมการเล่นของเด็ก หรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2) เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในหลายประเทศได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้นำ STEM Education มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใด

ก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย นอกจาก STEM Education จะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงานการเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- (1) ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- (2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ
- (3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ ตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ในปัจจุบันได้มีบูรณาการศาสตร์อื่นเข้าไปประกอบ เพื่อให้การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษานั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษา STEAM Education ที่มีการนำศิลปะ (A) เข้ามาบูรณาการ ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดแนวความคิดที่เป็นรูปธรรม หรือประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการได้ปลดปล่อยจินตนาการของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรี และการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ ทั้งในด้านการใช้งานรวมทั้งยังมีความสวยงามอีกด้วย

สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineer: E) เป็นรูปแบบให้การจัดการเรียนการสอนเพื่อบ่มเพาะให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม หรือการทำโครงการที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวนี้นี้จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะการสื่อสาร โดยทักษะเหล่านี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมีความสามารถนำความรู้แบบองค์รวมมาใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ สสวท. นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการ เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อน

ของเนื้อหาวิชาต่างๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ ได้ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย และเรียนตามความสนใจของแต่ละบุคคลเพิ่มมากขึ้น (ตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง, 2563, น.24-25)

การบูรณาการสามารถทำได้หลายอย่าง เช่น การบูรณาการเนื้อหา การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) การบูรณาการเนื้อหา เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาของสาระต่างๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระให้เป็นเรื่องเดียวกัน โดยการกำหนดหัวข้อแล้วผสมผสานด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องด้วยทักษะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามเป้าหมาย

2) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่างๆ ของครูผู้สอนที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้มาผนวกเข้าด้วยกัน หรือการจัดให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการแสวงหาความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อในการศึกษา แล้ววิเคราะห์เนื้อหาและวิธีการสอนของหัวข้อนั้นๆ

3) การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่เน้นเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นสำคัญ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อในการศึกษาแล้วหาเป้าหมาย จากนั้นก็ผสมผสานเนื้อหาต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับหัวข้อที่จะศึกษาเข้าด้วยกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน จากที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาหรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน

จะเห็นได้ว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการเรียนรู้ในชีวิตและปฏิบัติจริง โดยบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดแบบมีวิจารณญาณ รู้จักแก้ปัญหาและใช้โครงงานเป็นฐาน

2.2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

รูปแบบการบูรณาการเลือกได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้

- 1) จัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนเข้ามามีบทบาทในการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด
- 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือทำงานกลุ่มด้วยตัวเอง
- 3) สร้างประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน
- 4) สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก
- 5) ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ถือว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ พร้อมไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ทั้งนี้ได้มีการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ศาสตร์อื่นๆ ที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึง และสามารถจัดการเรียนรู้ในรูปแบบบูรณาการกันได้อย่างลงตัว เพราะเป็นศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Research Council: NRC) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบจัดการเรียนรู้ รวมถึงแนวปฏิบัติของผู้เรียนระหว่างศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	กำหนดปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา
พัฒนาและใช้โมเดล	พัฒนาและใช้โมเดล		ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับความแม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยในการคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล พยายามหาวิธีการและใช้โครงการในการแก้ปัญหา
สร้างคำอธิบาย	สร้างคำอธิบาย		สร้างข้อโต้แย้งและสามารถอภิปรายการให้เหตุผลของผู้อื่น
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี โดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการเหตุผล
ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ประเมินและสื่อสารแนวคิด		

ที่มา: Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics, p.38.

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผล และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในศตวรรษที่ 21 นี้ หรือจะสรุปได้ว่า จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ชีวิตได้ในสังคมอย่างปกติสุข

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

นักวิชาการจำนวนมากมีการใช้คำที่หลากหลายจากความหมายของ Project based learning คือ การเรียนการสอนแบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การสอนแบบโครงงาน แต่การวิจัยในครั้งนี้ใช้คำว่า การเรียนรู้ที่ยึดโครงงานเป็นฐาน โดยนักวิชาการแต่ละท่านได้ให้ความหมายคำว่า โครงงานไว้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ดังนี้

Lenschow (1996) (อ้างถึงใน วราภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์, 2551, น.4) กล่าวว่า การเรียนแบบโครงงาน หมายถึง การช่วยกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มด้วยการปฏิบัติจริง อันนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แสวงหาข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านั้น โดยยกตัวอย่างจากการนำเหตุการณ์ พายุที่พัดกระหน่ำอย่างรุนแรงเป็นเวลา 5 วัน และส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 5 ราย และบาดเจ็บอีกเป็นจำนวนมาก มาสู่การทำโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระยะยาวได้ โดยโครงงานดังกล่าวนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของมาตราส่วนในการวัดความรุนแรง และช่วงเวลาของการเกิดพายุ อันจะนำมาสู่การปรับปรุงการพยากรณ์เหตุการณ์และสภาพอากาศที่เป็นไปได้ในฤดูหนาว นอกจากนี้ยังสามารถพยากรณ์ถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากพายุไซโคลน และกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในฤดูหนาว

Scott W., Slough and John O. Milam (2013, p.15) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบใช้โครงงานว่า ในกระบวนการเรียนรู้แบบ PBL เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกและทดลองทำในสิ่งที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเองโดยผ่านกิจกรรมโครงงาน เป็นการฝึกฝนตนเองโดยเรียนรู้จากประสบการณ์และความผิดพลาด ทั้งนี้ผลที่ได้คือ ผู้เรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

KM CHIL (2015, p.42) กล่าวถึง การเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่งที่เป็นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในลักษณะของการศึกษาสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยครูเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ให้ความรู้ (teacher) เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide) ทำหน้าที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม กระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงงานสำเร็จลุล่วง

ทิสนา เขมมณี (2551, น.27) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงหลักการพัฒนาการคิดของ บลูม (Bloom) ทั้ง 6 ชั้น กล่าวคือ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) การประเมินค่า (Evaluation) และยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ ตั้งแต่ การวางแผนการเรียนรู้ การออกแบบการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้ผลผลิต และการประเมินผลงานโดยครูผู้จัดการเรียนรู้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข (2553, น.59) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูอาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษาความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่นั้น ทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน

นภสร ยลสุริยัน (2563, น.18) การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัดและสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน หมายถึง เป็นวิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการทำโครงการ และจะยังมีส่วนสำคัญเมื่อมีงานวิจัยมาสนับสนุนด้วย ทั้งนี้โดยยึดหลักที่ว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีโอกาสได้ค้นคว้าในสิ่งที่ซับซ้อน ทำหาย หรือเป็นประเด็นปัญหาที่ยากที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

2.3.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

การเรียนรู้ด้วยโครงการเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่ผู้เรียนเหมือนกับการทำงานในชีวิตจริง เพื่อเปิดโอกาสให้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง วิธีการแก้ปัญหา และวิธีการหาความรู้ความจริงอย่างมีเหตุผล ได้ทำการทดลองได้พิสูจน์สิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง รู้จักการวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง และการประเมินตนเอง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าด้วยตัวเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง และการสังเกตจากผู้รู้ โดยกิจกรรมกลุ่ม จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ เขียนกระบวนการ และได้ผลงานแบบรูปธรรม นอกจากนี้ยังเน้นการเรียนรู้ที่ได้รับประสบการณ์ตรง ได้พัฒนาทักษะต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับหลักพัฒนาการตามลำดับขั้นความรู้ความคิดของ บลูม จึงถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ดุชนิ โยเหลา และคณะ (2557, น.19-20) แนวคิดที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน

1) ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานในการทำโครงการก่อนการเรียนรู้ ขั้นตอนสำคัญต่างๆ ทุกกระบวนการ เนื่องจากในกระบวนการทำโครงการ ทุกขั้นตอนมีความสำคัญ ดังนั้น ผู้เรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงการไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงการจริง ในขั้นแสวงหาความรู้เพื่อดำเนินงาน

2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่สามารถดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจไปพร้อมๆ กัน รวมถึงต้องมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรมร่วมกันโดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่มีความเชื่อมโยงกับบริบทของพื้นที่ สถานศึกษา และชุมชน

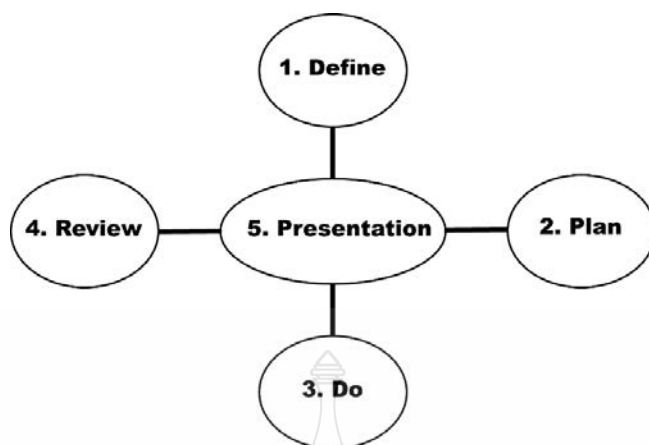
3) ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้นๆ เรียบร้อยแล้ว โดยครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมบรรยากาศการเรียนรู้ และคอยช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

4) ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ลงมือทำโครงการตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ โดยในแต่ละขั้นตอน ครูสามารถให้คำแนะนำได้ตามความเหมาะสม เพื่อให้กระบวนการแสวงหาความรู้เกิดที่ตัวผู้เรียนจริงๆ ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้ที่ยั่งยืนที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแบบกลุ่ม

5) ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูและนักเรียนสรุปการเรียนรู้ร่วมกัน เน้นประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือโครงการเป็นหลัก มากกว่าผลสำเร็จของโครงการ กระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาคำตอบของปัญหา รวมถึงแนวทางการแก้ไขด้วยตัวเอง เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการนำเสนอ

6) ขั้นนำเสนอผลงาน เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการเรียนรู้ของนักเรียน เริ่มตั้งแต่ความสำคัญของปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา การดำเนินงาน ผลของการดำเนินงาน สรุปผล และสามารถอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงผลที่ได้ไปสู่องค์ความรู้ที่เรียนในศาสตร์ต่างๆ อย่างถูกต้อง

วิจารณ์ พานิช (2555, น.16) กล่าวว่า เครื่องมือของการเรียนรู้อย่างมีพลัง คือ จักรยานแห่งการเรียนรู้ ซึ่งมีวงล้อ ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ Define, Plan, Do, และ Review วงล้อมี 2 วง วงหนึ่งเป็นของนักเรียน อีกวงหนึ่งเป็นของครู หลักสำคัญคือ วงล้อจักรยานแห่งการเรียนรู้ของนักเรียนกับครูต้องไปด้วยกันอย่างสอดคล้องเชื่อมโยงกัน “จักรยาน” นี้คือ โมเดลการเรียนรู้แบบ PBL นั่นเองโดยจะมีชิ้นอื่นๆ มาประกอบเข้าเป็น จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL และจะต้องมี “พื้นถนน” ที่มี “ความลาดเอียง” เป็นส่วนประกอบของการเรียนรู้ที่จะกล่าวถึงภายหลัง หากจะให้การเรียนรู้มีพลัง จดจำไปจนวันตาย ต้องเรียนโดยลงมือทำเป็นโครงการ ร่วมมือกันทำเป็นทีม ทำกับปัญหาที่อยู่ในชีวิตจริง ในแต่ละชิ้นส่วนของวงล้อมีการเรียนรู้เล็กๆ อยู่เต็มไปหมด ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โมเดลจํการยานแห่งการเรยนรู้แบบ PBL

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น.1) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรยนรู้แบบโครงการ มีดังนี้

1) ช้่นนำเสนอ หมายถึง ช้่นที่จะให้ผู้เรยนศีกษาไปความรู้ กำหนดและศีกษาสถานการณหรือเทคนิคการตั้งคำถามเกยวกับสาระการเรยนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรยนรู้แต่ละแผน

2) ช้่นวางแผน หมายถึง ช้่นที่วางแผนร่วมกันของผู้เรยน โดยการระดมความคิดอภิปรายข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3) ช้่นปฏิบัติ หมายถึง ช้่นที่ผู้เรยนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4) ช้่นประเมินผล หมายถึง ช้่นที่มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงจากการประเมินจากครูผู้สอนและผู้เรยน ตามจุดประสงค์การเรยนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรยนรู้

สรุปได้ว่า การจัดการเรยนรู้แบบโครงการเป็นฐาน มีลักษณะการเรยนรู้ที่เน้นผู้เรยนเป็นสำคัญ โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดปัญหา (Define) 2) วางแผน (Plan) 3) การลงมือทำ (do) 4) ทบทวนการเรยนรู้ (Review) และ 5) นำเสนอ (Presentation)

2.3.3 ประโยชน์ของการจัดการเรยนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

เสาวลักษณ์ วรครบุรี (2559, น.7) ได้มีการรวบรวมและรายงานว่ามีผลงานวิจัยเพิ่มมากขึ้นที่รับรองว่าการเรยนรู้ด้วยโครงการจะให้นักเรยนมีส่วนร่วม ลดการขาดเรยนเพิ่มทักษะในการเรยนรู้แบบร่วมมือและช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรยน (George Lucas Educational Foundation, 2001, ออนไลน์) จากงานวิจัยดังกล่าวมีนักวิชาการได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรยนรู้แบบโครงการไว้ ดังนี้

บุบผา เรืองรอง (2556, ออนไลน์) กล่าวว่า การจัดการสอนแบบโครงการเป็นที่สนใจของนักการศึกษาจึงได้นำไปใช้และวิจัย สรุปถึงประโยชน์ที่มีต่อเด็ก ดังนี้

1) เด็กจะเห็นคุณค่าของตนเอง เป็นแนวทางให้เด็กพึ่งพาตนเองได้

2) ส่งเสริมให้เด็กมีโอกาสที่จะประยุกต์ใช้ทักษะที่มีอยู่

3) เด็กเกิดแรงจูงใจภายในและความสามารถที่เกิดจากตัวเด็กเองในงานและกิจกรรมที่ทำ

4) เด็กรู้จักตัดสินใจว่าควรทำอะไร และผู้ใหญ่ยอมรับในความต้องการของเด็ก
5) เด็กสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างมีความสุข สนุกสนานเพราะเด็กได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจ รู้จักประยุกต์ใช้ความรู้

- 6) ส่งเสริมให้เด็กมีวิธีการทำงานอย่างมีแบบแผน
- 7) สามารถนำรูปแบบการสืบค้นความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง
- 8) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนและครอบครัว

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2545) (อ้างถึงใน นกสร ยลสุริยัน, 2563, น.102) ได้อธิบายประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ ดังนี้

1) เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเองอย่างละเอียดรอบคอบ อย่างเป็นระบบ

- 2) ผู้เรียนรู้จักวิธีการแสวงหาข้อมูล สร้างองค์ความรู้ และสรุปความรู้ได้ด้วยตัวเอง
- 3) ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา มีทักษะกระบวนการในการทำงาน
- 4) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ ทักษะการเคลื่อนไหวทางกาย
- 5) ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- 6) ผู้เรียนได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย
- 7) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ มีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน
- 8) ผู้เรียนได้ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงาน เช่น การสังเกต การจดบันทึกข้อมูล

การเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ความรับผิดชอบ ความซื่อตรง ความเอาใจใส่ ความขยันหมั่นเพียรในการทำงาน รู้จักทำงานอย่างมีระบบ ทำงานอย่างมีแผน

9) ฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล รู้จักพึ่งพาตนเอง ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

10) ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำความรู้ ความคิด หรือแนวทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาชีวิต หรือในสถานการณ์อื่นๆ ได้

สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบโครงงานจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้ เนื่องจากเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงาน มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยตนเอง ส่งเสริมกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตของผู้เรียนต่อไป

2.4 การจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.4.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการแก้ปัญหาเพื่อสนองความต้องการ โดยเริ่มจากการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข หลังจากนั้นทำการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข วางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ หรือเป็นวิธีการในการสร้างชิ้นงานแล้วนำไปทดสอบ หากมีข้อบกพร่องก็ให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ ส่วนในตอนสุดท้ายจะดำเนินการประเมินผล ดังนั้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจึงประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ (สุธิดา การมี, 2560, น.23-25)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจในปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และดำเนินการด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งคำถามกับตัวเองว่า ทำไม เพราะอะไร ซึ่งจะนำไปสู่การหาคำตอบของคำถาม หรือปัญหานั้นๆ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ และแนวทางการแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม หรือข้อสงสัยที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่มากพอในการออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น สืบค้นจากบทความที่เกี่ยวข้อง สื่อสิ่งพิมพ์ หรือในอินเทอร์เน็ต หรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์และสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการโดยวิธีการแก้ปัญหาอาจมีได้มากกว่า 1 วิธี หลังจากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่างๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องและการนำไปใช้ได้บนบริบทของสภาพแวดล้อมและองค์ประกอบนั้นๆ ดังนั้น วิธีการที่จะอยู่ในกรอบแนวคิดของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการในการพิจารณาและตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นตอนออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 โดยในขั้นนี้ช่วยในการสื่อสารแนวคิดผ่านวิธีการร่างภาพหรืออธิบาย

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นตอนของการวางลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ และลงมือสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการตรวจสอบและประเมินชิ้นงาน ว่าสามารถใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร และควรปรับปรุงแก้ไขในส่วนใดและอย่างไร แล้วจึงดำเนินการแก้ไขปรับปรุงจนสอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมา

จากข้างต้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนนั้น หากนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนจะสามารถดำเนินการโดยที่ผู้สอนสามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำขั้นที่ 1 ระบุปัญหามาไว้ส่วนของขั้นนำ ซึ่งจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น สำหรับในขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 6 ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อาจจะนำมาไว้ในส่วนของขั้นพัฒนาผู้เรียน ส่วนในขั้นสรุปของการเรียนจะเป็นการสรุปร่วมกันถึงองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่นๆ ที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

สรุปได้ว่า การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของเยาวชน จะช่วยให้เด็กได้ฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไปจนเกิดมุมมองใหม่ๆ ในการแก้ปัญหานั้นๆ ได้อย่างครบถ้วน

และถูกต้องจนนำไปสู่การพัฒนาสินค้าหรือวิธีการในเชิงธุรกิจ และเป็นการเพิ่มความสามารถทางปัญญาของเด็กไทย ซึ่งเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต

2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.2) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นความพยายามในการใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา โดยแก้ปัญหาผ่านการสังเกต การสำรวจ การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ และมีการถ่ายทอดตลอดเวลา

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544, น.1) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลองและการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ

วรพงษ์ กาแก้ว (2548, น.8) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้นเราสามารถสรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละขั้นว่า หมายถึงอะไร และสามารถตรวจสอบหรือสังเกตได้ว่าบุคคลมีความสามารถที่แสดงถึงทักษะด้านนั้นๆ ได้จากตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน		
1. การสังเกต	การสังเกต หมายถึง การใช้วิธีรวบรวมสัมผัสต่างๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็น ได้ยิน ดมกลิ่น รับรส และสัมผัสวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูล รายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต จำแนกลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวม	- ระบุและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน - อธิบายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้ - อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน		
1. การสังเกต	ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูล ลักษณะเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง ลักษณะต่างๆ ของสิ่งที่ศึกษา	- ระบุและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพ ด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกัน - อธิบายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการกะประมาณได้ - อธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้
2. การวัด	การวัด หมายถึง การเลือกและใช้ เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ เหมาะสมและถูกต้อง โดยบอกหน่วยเสมอ	- เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด - บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ - บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง - วัดปริมาณต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง - ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้
3. การจำแนกประเภท	การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษานั้นเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็น ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา	- เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ - บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้ - เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุมีลักษณะเป็นสามมิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติและความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งของวัตถุในเวลาต่างๆ กัน	- ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้ - วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้ - บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้ - บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้ - บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุใดๆ ได้ - บอกทิศทางที่สัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับวัตถุอื่นได้

ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา		- บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ - บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้ - บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้
5. การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ	การใช้ตัวเลข หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ	- สามารถนับจำนวนสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ - บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีคำนวณได้
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูลหมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ ที่สามารถแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจแสดงในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจรกราฟ สมการ การเขียน และการบรรยาย	- เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม - บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้ - ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้ - จัดรูปข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น - บรรยายลักษณะของสิ่งใดๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทัดรัดทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ - บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึงการเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้นๆ	- อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
8. การทำนาย หรือการพยากรณ์	การทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบล่วงหน้าก่อนทดลอง โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว การพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลที่สามารถแสดงเป็นตารางหรือกราฟได้ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่ศึกษา และการพยากรณ์ภายนอกของข้อมูลที่ศึกษา	- การพยากรณ์ทั่วไป: ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ - การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ (1) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของ ข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ (2) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง		
9. การตั้ง สมมติฐาน	การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยการใช้การสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ส่วนใหญ่เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิด ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้	- หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม
10. การกำหนด นิยามเชิง ปฏิบัติการ	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้	- กำหนดความหมายและขอบเขตของคำศัพท์หรือตัวแปรต่างๆ ที่สามารถสังเกตและวัดได้

ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปรเกิน (extraneous variable) ที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไปตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามด้วยตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน กัน จึงจะทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้	- ชี้นำและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม (control variable) ได้
12. การทดลอง	เพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทักษะนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่ (1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งต้องมีการกำหนดและควบคุมตัวแปรและเลือกใช้อุปกรณ์หรือสารเคมีต่างๆ ที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม (2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือทำปฏิบัติการทดลองจริง (3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกตสำรวจ วัด หรือวิธีอื่นๆ	- กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ - วางแผนการทดลอง โดยระบุขั้นตอน อุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีที่ต้องใช้ได้ - ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ได้จนสำเร็จ - บันทึกผลการทดลองที่ได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง

ตารางที่ 2.3 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะ	ความหมาย	ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว
13. การตีความ หมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ใน บางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการ อื่นๆ ด้วย	- แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ - ทดลองและเปรียบเทียบกับข้อมูลของ ผู้อื่นได้เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูล ที่ได้

จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผสมระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ ช่วยให้ผู้เรียนมีแนวความคิดเพิ่มเติมจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ (small idea) ใช้เหตุผลเชื่อมข้อมูลอธิบายภาพรวมของปรากฏการณ์ใดๆ ด้วยกัน อีกทั้งใช้วิธีการต่างๆ เพื่อทดสอบแนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสะสมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องและเพิ่มประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในเวลานั้น รวมถึงจากการทดลองด้วยตนเองด้วย การเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งปัจจุบันได้บรรจุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วทุกภูมิภาคของโลก

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะแกน (Core skill) ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) และช่วยพัฒนาทักษะในการสื่อสาร (Communicating skill) ความคิดเชิงวิจารณ์ (Critical Thinking) และทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) จากหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้ในช่วงเวลานั้นๆ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

สิริวรรณ ไกรระเสน (2554) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เกมส์วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองบัว จังหวัดลำพูน จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้เกมส์วิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) อัตราพัฒนาทักษะในระหว่างเรียนเพิ่มขึ้นทุกทักษะโดยเฉลี่ย 4.20 คะแนนต่อครั้งจากคะแนนเดิม 36 คะแนน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้เกมส์วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

จินตนา คำสอนจิก (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการสอนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้การ์ตูนอนิเมชันเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนโรงเรียนห้วยขาแข้งวิทยาคม จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ของกลุ่มตัวอย่าง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงอาจกล่าวได้ว่า ชุดการสอนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้การ์ตูนอนิเมชันสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฑามาศ เรือนกำ (2553) ได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรม จำนวน 35 คน ผลการศึกษาพบว่า ได้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ชุด ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ได้ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 90.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การผ่านที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 60

จิราภรณ์ น้อยน้ำใส (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับนิมิตชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง และนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ หลังเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เบญจกาญจน์ ไส่ละม้าย (2559) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ศึกษาในรายวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาปฐมวัย ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการโดยการใช้ไอซีที กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาศึกษาปฐมวัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 3 หมู่เรียนที่ 2 จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการโดยการใช้ไอซีที จำนวน 20 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เว็บไซต์รายวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาปฐมวัย แบบประเมินชิ้นงานโครงการของนักศึกษา แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการโดยการใช้ไอซีที นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งผลการทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนโดยเฉลี่ย 4.60 และหลังการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการโดยการใช้ไอซีที พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 9.74 ส่งผลให้ผลความต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมีความเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศัญญาพร สุดแสนฉุน (2559) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปุ๋ย กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ปุ๋ย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์นักเรียนโดยรวมหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ
สะเต็มศึกษา เรื่อง ปู่ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวก

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เวด (Wade, 1995) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาของนักเรียน ระดับเกรด 9 โดยใช้วิธีสอน 3 วิธี ได้แก่ การสอน
แบบปกติ การสอนโดยใช้การทดลองและการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า เจตคติ
ต่อวิชาชีพวิทยาสำหรับกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การทดลองกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่
ได้รับการสอนแบบปกติ

รอต และ รอยเชาอีวรี (Roth & Roychoudhury, 1993) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา 157 คน โดยแบ่งเป็น
กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเกรด 11 จำนวน 48 คน ซึ่งได้รับการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มที่ 2
เป็นนักเรียนเกรด 12 จำนวน 29 คน ซึ่งได้รับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับสูง กลุ่มที่ 3 เป็นเกรด 8 จำนวน
80 คน ซึ่งได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยกลุ่มนักเรียนจากกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มเป็น
ศูนย์กลางในการเรียนมีการฝึกให้ปฏิบัติการทดลองในห้องแล็บได้อย่างอิสระเหมือนกัน เครื่องมือที่ใช้คือ
วิธีการสังเกตโดยตรงจากวิดีโอเทป การสัมภาษณ์ และบันทึกผลการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน
ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ทอมป์สัน (Thompson, 1992) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7
ถึงเกรด 10 จำนวน 8 คน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เมื่อสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความ
เข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการไม่เข้าใจในความหมายทาง
วิทยาศาสตร์กับความรู้สึกระงัดจากสามัญสำนึก เป็นผลจากการสอนโดยไม่เน้นให้ลงมือปฏิบัติจริง
หรือไม่มีการฝึกอบรบเพิ่มเติม จากรายงานการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงนั้น มีผลทำให้
เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการสอนที่ไม่เน้นให้นักเรียนได้รับการฝึกทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ไมเคิล พาติลลา (Michael J. Padilla, 1990) ได้ศึกษาการเรียนการสอนแบบบูรณาการ
พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของระดับมัธยมศึกษาสามารถเรียนรู้ได้โดยนักเรียน
และผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดให้ด้วยการใช้กิจกรรมต่างๆ ผู้เรียนที่ใช้กิจกรรมเสริมต่างๆ ช่วยมีทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

ซันยอง ฮาน และคณะ (Sunyoung Han, et al., 2014) ในโครงการศึกษาครั้งนี้ได้
ดำเนินการให้ครู 92 คน ที่เข้าร่วมโครงการได้เรียนรู้ผ่านโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งผลงานเนื้อหาวิธีการทาง
เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการเปรียบเทียบกับครูอีก 5 คนที่สอน
ตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ครูที่เข้าร่วมโครงการดังกล่าว สามารถอธิบายและบูรณาการศาสตร์ต่างๆ
เข้าด้วยกันในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนครูอีกห้าคนไม่สามารถบูรณาการและเชื่อมโยง
ความสัมพันธ์ของศาสตร์อื่นๆ ได้

ฉีเจ่อ และคณะ (Shi-Jer Lou, et al., 2014) ได้ทำการศึกษานักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการ PBL ที่เน้นกิจกรรม STEM และบูรณาการเข้ากับหลักการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่า วิธีการดังกล่าวจะสามารถเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

ทาติ และคณะ (T. Tati, et al., 2017) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบสะเต็มว่าเป็นการมุ่งเน้นที่การพัฒนาและการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จากกรณีศึกษาที่จัดให้มีโครงงานเรื่องพลังงาน โดยให้นักเรียนได้ออกแบบเรือจำลอง โดยจัดให้มีการศึกษาแบบการบูรณาการความรู้แบบ สะเต็ม ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญ

พาร์โน และคณะ (Parno, et al., 2020) ได้กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในหกหัวข้อของฟิลิสส์ศึกษาซึ่งเกี่ยวกับการดำเนินโครงการตามเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ได้มีการทดลอง ทักษะการแก้โจทย์หัวข้อการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในอินโดนีเซีย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกระบวนการดังกล่าวมีทักษะในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและรูปแบบโครงงานเป็นฐานสามารถในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนหลายด้าน เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาโดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) วิธีดำเนินการวิจัย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design)

Pre-Test	Treatment	Post-Test
Q ₁	X	Q ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- | | | |
|----------------|-----|---|
| O ₁ | คือ | การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง |
| O ₂ | คือ | การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง |
| X | คือ | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม |

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 476 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรม โครงการผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเนื้อหาสาระ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บทนำพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานน้ำการใช้ประโยชน์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานลมการใช้ประโยชน์
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 แผน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว

2) ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โครงการเป็นฐาน การออกแบบเชิงวิศวกรรม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐาน ผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม

แนวคิดโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)	แนวคิดสะเต็มศึกษาศึกษาผ่าน โครงงานเป็นฐานผสานกับการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP) ²	แนวคิดการออกแบบ เชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)
1. กำหนดปัญหา (Define) การทำให้สมาชิกในทีมงาน รวมทั้งครูมีความชัดเจนว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงงาน คืออะไร และเพื่อให้เกิดการ เรียนรู้เรื่องอะไร	1. การทำความเข้าใจปัญหา (Defined Problem: D) การทำความเข้าใจปัญหาและ กำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา	1. การทำความเข้าใจปัญหา (Problem Identification) ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของ ปัญหา
2. วางแผน (Plan) การวางแผนการทำงานใน โครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนีทีไล่ในการทำ หน้าที่ได้ๆ รวมทั้งเตรียมเครื่อง อำนวยความสะดวกในการทำ โครงการของนักเรียน	2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิด (Related Information Search: I) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาและประเมิน ความเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทาง ในการตัดสินใจ	2. การรวบรวมข้อมูลและ แนวคิด (Related Information Search) การรวบรวมข้อมูลและ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการ ตัดสินใจ
3. การลงมือทำ (do) นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม โครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตน ตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้ง ร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และการวางแผนการทำงาน (Plan and Solution Design: P) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและ การวางแผนการทำงาน โดย อาศัยหลักการบูรณาการ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิง วิศวกรรมศาสตร์	3. การประยุกต์ใช้ข้อมูล (Solution Design) การประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบการ ทำงานหรือวิธีในการแก้ไข ปัญหาทำงานหรือวิธีในการ แก้ไขปัญหา

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ต่อ)

แนวคิดโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)	แนวคิดสะเต็มศึกษาศึกษาผ่าน โครงงานเป็นฐานผสานกับการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP) ²	แนวคิดการออกแบบ เชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)
4. ทบทวนการเรียนรู้ (Review) ที่นักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่า โครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรม แต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง	4. การลงมือทำและพัฒนา (Do and Development: D) การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ รวมถึงการพัฒนาผลงานเพื่อให้สามารถใช้ใน การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4. การกำหนดขั้นตอนและลงมือปฏิบัติ (Plan and Development) กำหนดลำดับขั้นตอนหรือวิธีการในการสร้างชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ไข ปัญหา
5. นำเสนอ (Presentation) เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการ ทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เราเข้าใจ	5. ตรวจสอบ ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement: I) ตรวจสอบผลงาน รวมถึงการ ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน เพื่อให้ได้ข้อสรุปของผลงานที่มี ประสิทธิภาพดีที่สุด	5. ตรวจสอบ ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ทดสอบและประเมินชิ้นงาน หรือวิธีการ โดยผลที่ได้ อาจนำมาสู่การปรับปรุงและพัฒนาต่อไป
	6. การนำเสนอ แนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา (Presentation) การนำเสนอแนวคิด ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน รวมถึง ปัญหาและแนวทางการแก้ไข จนถึงบทสรุปของการทำงาน	6. การนำเสนอ (Presentation) การนำเสนอแนวคิด ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน สร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ไข ปัญหา

จากการสังเคราะห์ดังกล่าว สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Defined Problem: D) การทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

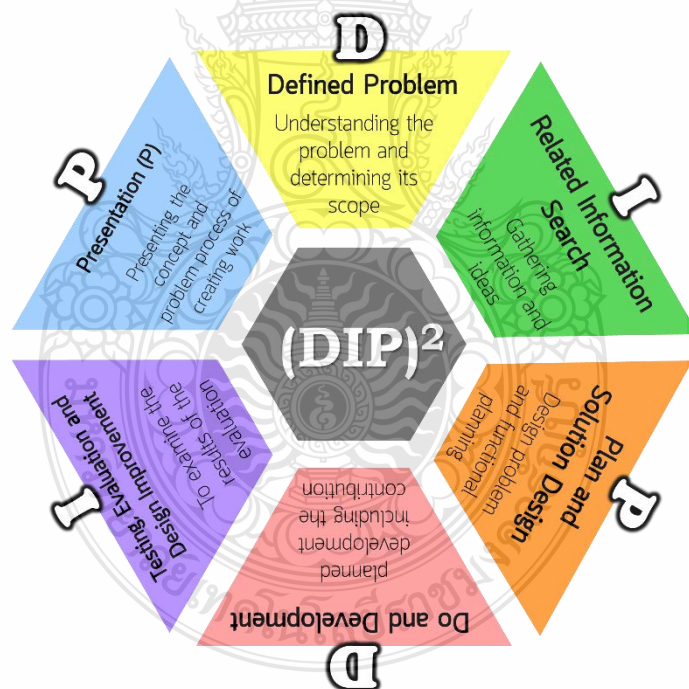
ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิด (Related Information Search: I) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน (Plan and Solution Design: P) โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การลงมือทำและพัฒนา (Do and Development: D) การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ รวมถึงการพัฒนาผลงานเพื่อให้สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบ ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement: I) ตรวจสอบผลงาน รวมถึงการประเมินผลและปรับปรุงผลงานเพื่อให้ได้ข้อสรุปของผลงานที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา (Presentation: P) การนำเสนอแนวคิด ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน รวมถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขจนถึงบทสรุปของการทำงาน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 ชั่วโมง ประกอบด้วย 4 เรื่อง ได้แก่

- (1) พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
- (2) พลังงานน้ำกับการใช้ประโยชน์
- (3) พลังงานลมกับการใช้ประโยชน์
- (4) พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่าน โครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สื่อ แหล่งการเรียนรู้ และการวัดและการ ประเมินผล

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและการวัดผลประเมินผล

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง ความเหมาะสม และความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์กำหนด คะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- | | |
|------------|--|
| +1 หมายถึง | แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| 0 หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| -1 หมายถึง | แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้ |

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าดัชนีความ สอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1

6) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

3.4.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในเก็บข้อมูล

3.4.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ การวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการ

2) วิเคราะห์เนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

3) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ทั้งหมด 1 ฉบับ จำนวน 50 ข้อ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- (1) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) จำนวน 10 ข้อ
- (2) ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) จำนวน 10 ข้อ
- (3) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป (Interpreting data) จำนวน 10 ข้อ
- (4) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

จำนวน 10 ข้อ

- (5) ทักษะการทดลอง (Experimenting) จำนวน 10 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โครงสร้าง ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของตัวเลือก ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษาและพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สูตร IOC (Index of Objective Congruence) เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

6) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

7) นำคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและนำไปวิเคราะห์ โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์ได้จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.35–0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.40–0.80

8) นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของ Kuder Richardson Formular 20 (KR-20) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

9) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3.2 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเทียบกับเกณฑ์เป็นรายข้อในแต่ละด้านและแปรความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	มาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	น้อย
ค่าเฉลี่ย	0.00 - 1.50	น้อยที่สุด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน จากนั้นดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

3.5.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง

3.5.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.6.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3.6.1.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

3.6.1.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

3.6.2 การวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.6.2.1 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเทียบกับเกณฑ์

3.6.2.2 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one-sample test for the mean)

3.6.2.3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม
โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test independent)

3.7 สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

3.7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.7.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน ร้อยละ
	F	แทน ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.7.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน จำนวนคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ	SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม
	$\sum x^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละกลุ่มยกกำลังสอง
	n	แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

3.7.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.7.2.2 ค่าความยากง่าย โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.7.2.3 ค่าอำนาจการจำแนก โดยใช้สูตร ดังนี้

$$r = \frac{R_U - R_L}{N/2} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{R_U - R_L}{R_U}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_U แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.7.2.4 ค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{St} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 K แทน จำนวนข้อสอบ
 S_i^2 แทน เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
 S_t^2 แทน เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ t

3.7.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเทียบกับเกณฑ์

3.7.3.2 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลสอบกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one-sample test for the mean) โดยมีสูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
F แทน ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.7.2.4 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลสอบกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยการทดสอบค่าที (t-test dependent) โดยมีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n - 1)}}$$

เมื่อ D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
n แทน จำนวนคู่
Df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ (N-1)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP)² โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบไปด้วย 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยผู้วิจัยทำการสอนเอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บข้อมูลตามแผนการดำเนินงาน และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	($\bar{X}$)	SD	ระดับ
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3.97	0.60	มาก
ทักษะการควบคุมตัวแปร	3.86	0.66	มาก
ทักษะการตีความและลงข้อสรุป	3.58	0.65	มาก
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3.56	0.71	มาก
ทักษะการทดลอง	3.33	0.74	ปานกลาง
รวม	3.66	0.67	มาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมมีคะแนนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.66$, $SD=0.67$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากทั้งหมด 4 ด้าน โดยทักษะการตั้งสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X}=3.97$, $SD=0.60$) รองลงมา ทักษะการควบคุมตัวแปร ($\bar{X}=3.86$, $SD=0.66$) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป ($\bar{X}=3.58$, $SD=0.65$) และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ($\bar{X}=3.56$, $SD=0.71$) ตามลำดับ และมีทักษะการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.33$, $SD=0.74$) สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 4.2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP)²

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)	ร้อยละ	เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (30)	ร้อยละ
1	23	76.67	16	19	63.33
2	19	63.33	17	21	70.00
3	23	76.67	18	20	66.67

ตารางที่ 4.2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการ
การออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP)² (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (30)	ร้อยละ	เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (30)	ร้อยละ
4	20	66.67	19	18	60.00
5	19	63.33	20	24	80.00
6	19	63.33	21	23	76.67
7	23	76.67	22	23	76.67
8	18	60.00	23	25	83.33
9	21	70.00	24	22	73.33
10	21	70.00	25	26	86.67
11	24	80.00	26	24	80.00
12	22	73.33	27	25	83.33
13	20	66.67	28	24	80.00
14	23	76.67	29	25	83.33
15	18	60.00	30	26	86.67
$\bar{X}$	21.93		SD		2.45
ร้อยละ	73.11				

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93 คะแนน ($\bar{X}=21.93$, $SD=2.45$) คิดเป็นร้อยละ 73.11 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม
(DIP)²

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนน เต็ม	เกณฑ์ ร้อยละ 70	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig
30	30	21	21.93	2.45	1.95	29	0.000

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93 ($\bar{X}=21.93$, $SD=2.45$) เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเกณฑ์กับคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงการเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงการผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงการผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP)²

การจัดการเรียนรู้ โดยวิธี (DIP) ²	n	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	30	10.80	2.01	25.53	29	0.000
หลังเรียน	30	21.93	2.45			

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 แสดงว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงการผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการทดสอบพบว่าหลังเรียน ($\bar{X}=21.93$, $SD=2.45$) สูงวก่อนเรียน ($\bar{X}=10.80$, $SD=2.01$) สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงการผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงวก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (DIP)² โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบไปด้วย 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยผู้วิจัยทำการสอนเอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

5.1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมมีคะแนนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.66$, $SD=0.67$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

5.1.2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93 คะแนน ($\bar{X}=21.93$, $SD=2.45$) คิดเป็นร้อยละ 73.11 ของคะแนนเต็ม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

5.1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการทดสอบพบว่า หลังเรียน ($\bar{X}=21.93$, $SD=2.45$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=10.80$, $SD=2.01$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลสํานักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

5.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลสํานักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้จากโครงงานที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาทำโครงงาน ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน วางแผนการแสวงหาความรู้ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการสรุปผล รวมทั้งการมีการผลสํานักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาเพื่อการสร้างสรรคสิ่งใหม่ และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่ใช้ในการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอนจากสถานการณ์ที่พบเห็น เพื่อทำการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง ดังนั้นนักเรียนที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบของสะเต็มศึกษาผ่านการทำโครงงานที่ต้องแก้ปัญหาโดยกระบวนการปฏิบัติจริง จะทำให้มีองค์ความรู้ที่แท้จริง ที่เกิดจากกระบวนการทำงานกลุ่มร่วมกัน เกิดการพัฒนากระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ขั้นตอนที่ได้เรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิภา ตรีแจ่มจันทร์ (2562) ที่พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ในทิศทางเดียวกับผลการวิจัยของ จรรย์สมร เหลืองสมานกุล (2557) ที่พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง ดังนั้น นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลสํานักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จึงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

5.2.2 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลสํานักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลสํานักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อทำโครงงานสร้างสรรค์ชิ้นงานที่เป็นนวัตกรรม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เด็กเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและจากแหล่งเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา (Defined Problem: D) ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นในขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ (Related Information Search: I) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ

ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน (Plan and Solution Design: P) หลังจากนั้นนักเรียนจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 4 การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ (Do and Development: D) เป็นการลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ รวมถึงการพัฒนาผลงานเพื่อให้สามารถใช้ในการแก้ปัญหาและทำการตรวจสอบผลงาน ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบผลงาน ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement: I) และในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา (Presentation: P) นักเรียนจะได้สรุปการเรียนรู้โดยการนำเสนอแนวคิด ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุวรรณ เสียงไพเราะ (2554) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีประสิทธิภาพในการเสริมความเข้าใจและเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนเฉลี่ย 17.40 คิดเป็นร้อยละ 58 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 22.68 คิดเป็น ร้อยละ 75.6 โดยมีคะแนนความก้าวหน้าทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ย 5.28 คิดเป็นร้อยละ 13.19

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการส่งเสริมและสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ทำให้เกิดความรู้วางแผนในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการนั่นเอง

5.2.3 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยบูรณาการและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นับตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา กำหนดขอบเขตของการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และการวางแผนการทำงาน โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ การตรวจสอบผลงาน ประเมินผล ปรับปรุงผลงาน และการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้ง 6 ขั้นตอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะหลายด้าน โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการปฏิบัติจริง และ

ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม ส่งผลให้การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าก่อนเรียน

5.3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยบูรณาการและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นับตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหากำหนดขอบเขตของการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และการวางแผนการทำงาน โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ การตรวจสอบผลงาน ประเมินผล ปรับปรุงผลงาน และการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการให้ลงมือปฏิบัติการทำโครงงาน ดังนั้น ในการทำโครงงานต้องให้ผู้เรียนมีการบริหารจัดการเวลาเพื่อให้สามารถทำโครงงานได้ตามเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมให้เรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง การแบ่งหน้าที่ภายในสมาชิกในกลุ่ม การสร้างแนวคิด และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างอิสระภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผลงานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านอื่นๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิด

5.3.2.3 ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิค และกระบวนการอื่นๆ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (ตุลาคม-ธันวาคม 2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-348.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). คู่มือหนังสือกิจกรรมวิทยาศาสตร์กายภาพ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับ
มัธยมศึกษาที่ 1-3. กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชน
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุสุมา พันธุ์ไพล. (2553). ผลของการสอนโดยใช้ของเล่น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- จรรยาสมร เหลืองสมานกุล. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะทาง
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- จรรยาสมร เหลืองสมานกุล. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- จรรยา ดาสา และ ผนวรา สีที. (2560). การเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก
ปฐมวัย ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ. *Journal of Education
Naresuan University*, 19(3), 343-355.
- จารุวรรณ เสี่ยงไพเราะ. (2554). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
โดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐานเรื่องพอลิเมอร์ธรรมชาติ. การประชุม
วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- _____. (2554). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
พอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี).
- จินตนา คำสอนจิก. (2553). การพัฒนาชุดการสอนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้การ์ตูน
อนิเมชั่นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- จิราภรณ์ น้อยน้ำใส. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้
เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับโมเมนต์ชีววิทยา
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่มีผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- จิราภา เตือดขุนทด. (2554). การพัฒนาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ชั้นอนุบาลปีที่ 3 (รายงานวิจัยในชั้นเรียน). ชลบุรี: โรงเรียนเทศบาล 2 วัดกลางห่มมาวาส.
- จุฑามาศ เรือนกำ. (2553). การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- ชวนชื่น โชติไธสง. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กับการสอนปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- ดุขฎิ โยเหลา และคณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชนจากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.
- ตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).
- ทีศนา แชนมณี. (2551). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนภรณ์ ก้องเสียง. (2558). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้: กรณีศึกษาโรงเรียนปราโมทย์วิทยา รามอินทรา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- ธีรชัย ปุณณโชติ. (2531). การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภสร ยลสุริยัน. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- _____. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- นฤมล ฉิมงาม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- นิภา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ทำโครงการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- นิภา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ทำโครงการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ .
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- บุปผา เรืองรอง. (2556). โครงการ/การสอนแบบโครงการ (Project Approach). สืบค้นจาก
<http://taamkru.com/th/%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99/>
- เบญจกานาญจน์ ไสละม้าย. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัยโดยผ่านการจัด
ประสบการณ์ การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องอาชีพในท้องถิ่นจังหวัดสงขลา. วารสาร
วิทยบริการ, 26(2), 104-110.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2553). การสอนคิดด้วยโครงการ: การเรียนการสอนแบบ
บูรณาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัสราไพ จ้อยเจริญ และ ปณัฐธณ์ จารุชัยนิวัฒน์, (2562). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับ
เด็กอนุบาล. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม, 9(3),
114-121.
- ภูวสิทธิ์ บุญศรี. (2561). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อ
ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโป่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 1.
สืบค้นจาก http://www.ska2.go.th/reis/data/research/25620911_132558_553
- มัทยา แสนสม. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้างวิทย์เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model.
สืบค้นจาก http://www.educathai.com/workshop_download_handout_page4
- รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). รายงานการสรุปการอบรมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. สืบค้นจาก
<http://secondsci.ipst.ac.th>.
- วรพงษ์ กาแก้ว. (2548). การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอบพพระ จังหวัดตาก. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
โทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วรารณ ตระกูลสถิตย์. (2551). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ. กรุงเทพฯ: เอ็ม ไอ ทีพรีนติ้ง.
- วัชรกร ศรีสุพัฒน์ และ ดุจดเดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ดินในท้องถิ่นของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(3), 192-205.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ใน ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ตาต้า พับลิเคชั่น.
- ศัญญาพร สุดแสนอุณ. (2559). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2548). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิทธิพล อาจอินทร์. (เมษายน-มิถุนายน 2554) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร 5 ปี. *วารสารวิจัย มข.* 1, 1-16.
- สิริวรรณ ใจกระแสน. (2554). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองบัว จังหวัดลำพูน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช).
- สุทธิดา จำรัส. (2559). สะเต็มศึกษาบนเส้นทางวิชาการรับใช้สังคม: จุดเปลี่ยนการเรียนรู้สู่อนาคต. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(3), 34-47.
- สุธิดา การมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. *นิตยสาร สสวท.*, 46(209), 23-27.
- สุธิดา การมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. สืบค้นจาก <http://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving1/>
- เสาวลักษณ์ วรรณบุรี. (2557). โปรแกรมพัฒนาการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นเป็นฐานสำหรับห้องเรียนศตวรรษที่ 21 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาจุฬารามราชวิทยาลัย).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- อรัญญา โชคสวัสดิ์. (2550). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงกิจกรรมโครงการเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโรงเรียนบ้านป่าน ระดับช่วงชั้นที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- KM CHIL-PBL. (2015). **Project-based Learning**. Retrieved from : <http://www.vcharkarn.com/vcafe/202304>
- National Research Council (NRC). (2009). **Learning science in informal environments: People, places, and pursuits**. Washington, DC: National Academies Press.
- Padilla, M. J. (1986). **The Science Process Skills**. Research Matters to the Science Teacher.
- Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 127-152.
- Rotrangka, W. (2001). **Science teaching to accentuate the process skill (2nd ed.)**. Bangkok: Institute of Academic Development. [in Thai]
- Selcuk, G. S., & Erol, M. (2007). The Effects of Gender and Grade Levels on Turkish Physics Teacher Candidates' Problem Solving Strategies. *Journal of Turkish Science Education*, 14(1), 92-100.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2011). **Framework and manual for early childhood science learning**. Retrieved from : <http://earlychildhood.ipst.ac.th/wpcontent/uploads/sites/25/2014/09/Science-Framework-for-ECE.pdf>
- Thompson, Jeffrey Roland. (1992). **Secondary School Students understanding of Science Process: An Interview study**. (Masters thesis, Memorial University of Newfoundland).
- Wade, Wilna Jean. (1995). **The Effects of Traditional Instruction Laboratory Experiences and Computer – Assisted. Instruction on Ninth – Grade Biology Students Science Process Skills Achievement**. (Proquest – Dissertation Abstracts, 56(03), 816).
- Zimmerman, D. C. (2010). **Project Based Learning for Life Skill Building in 12th Grade Social Studies Classrooms: A Case Study**. Online Submission.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม พันธุ์ไธสง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัทยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรอด ขาดิยานนท์ รองผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. ดร.แสงรุ้ง พูลสุวรรณ ผู้อำนวยการสำนักวิจัย พัฒนา และวางแผนงาน
วิชาการ
บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
4. ดร.สายัณห์ ผุดวัฒน์ อาจารย์ ประจำภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. อาจารย์รจนา เทียนจันทร์ ศึกษานิเทศชำนาญการ
ผู้อำนวยการกลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผล
การจัดการศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปราชญ์บุรี
นครนายก



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โทร. ๐-๒๕๕๔-๕๗๑๓

ที่ อว ๐๖๕๔.๐๒/๑ จ ๒ ๗

วันที่ ๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม พันธุ์ไธสง

เนื่องด้วย นายอรรถวิทย์ สุปัติ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงการผานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สริน เจริญไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นายอรรถวิทย์ สุปัติ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๘๒๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.บุญรอด ขาดิยานนท์

เนื่องด้วย นายอรรถวิทย์ สุปิตติ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมโสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นายอรรถวิทย์ สุปิตติ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๕๔ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๕๐๔๔

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๘๒๓



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ

เนื่องด้วย นายอรรถวิทย์ สุปิตติ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน
ผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒
โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสนิ เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้
ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นายอรรถวิทย์ สุปิตติ
เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๕๙ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๕๐๔๙

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๘๒๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สายันท์ ผุดวิวัฒน์

เนื่องด้วย นายอรรถวิทย์ สุปัตติ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน
ผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒
โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สริน เจริมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้
ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นายอรรถวิทย์ สุปัตติ
เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๕๔ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๕๐๔๔

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๘๒๓



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๕๑๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางรจนา เทียนจันทร์

เนื่องด้วย นายอรรถวิทย์ สุปัตติ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน
ผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒
โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมโสม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้
ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นายอรรถวิทย์ สุปัตติ
เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๕๔ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๕๐๔๔

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงาน
กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงาน
ทดแทนกับการใช้ประโยชน์ จำนวน 4 แผน
- แบบประเมินทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

แผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงาน

ผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

หน่วยที่ 1 เรื่อง บทนำพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

รหัสวิชา ว20210

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เวลา 4 คาบ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. สาระสำคัญ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน และเป็นปัจจัยพื้นฐานของการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคมขนส่ง แหล่งพลังงานหลักในปัจจุบันที่นำมาใช้ผลิตไฟฟ้าและใช้ในการคมนาคมขนส่ง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันดิบ ซึ่งแหล่งพลังงานดังกล่าวเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้เวลาในการเกิดหลายล้านปีและเป็นแหล่งพลังงานที่กำลังจะหมดไปในอนาคต ทำให้ทั่วโลกต้องมีการจัดหาและนำแหล่งพลังงานอื่นๆ ในธรรมชาติมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลักที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่กำลังจะหมดไปหรือที่ประสบปัญหาการขาดแคลน

แหล่งพลังงานที่นำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน มีทั้งแหล่งพลังงานสิ้นเปลือง เช่น เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ และแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น น้ำ ลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล โดยมีการนำแหล่งพลังงานทดแทนดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ทั้งการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนและการเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งการเลือกใช้ชนิดของแหล่งพลังงานทดแทนในแต่ละพื้นที่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ

2. ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	คณิตศาสตร์ (M)
ทดลอง อภิปราย และเขียนสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนและการนำไปใช้ประโยชน์	สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม	มีความรู้ความสามารถในการวางแผนและการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และการหาพื้นที่รูปเรขาคณิตในการแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้โจทย์ปัญหา

3. สารการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	คณิตศาสตร์ (M)
- กฎการอนุรักษ์พลังงานหมายถึงพลังงานรวมของวัตถุไม่สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่ง ไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ของวัตถุมีการถ่ายโอนพลังงานระหว่างกันได้ในทำนองเดียวกัน พลังงาน รวมของระบบอาจเปลี่ยนจาก พลังงานหนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่งได้ เช่น พลังงานกลเป็น พลังงาน ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงาน ความร้อน พลังงานเคมีเป็น พลังงานแสง	- การสืบค้นข้อมูลเพื่อค้นหาความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการสร้างงานให้มีประสิทธิภาพ - การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธี การต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไกและการควบคุม ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ - การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณา ปัจจัยในด้านต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว	- การออกแบบหรือกระบวนการถ่ายทอดความคิดและกำหนดแบบของชิ้นส่วนผลงานให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดโดยอาศัยหลักวิทยาศาสตร์ - การสร้างสิ่งของเครื่องมือ หรือใช้วิธีการตามกระบวนการวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ สามารถย้อนกลับ มาแก้ไขได้ง่าย	- การนำเสนอข้อมูลแบบแผนภูมิแท่ง เป็นการนำเสนอที่ใช้แผนภูมิที่แสดงด้วยแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสูง หรือความยาวของแท่งแทนปริมาณของข้อมูล แผนภูมิแท่งนิยมใช้ในการนำเสนอเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล แผนภูมิแท่งมีหลายแบบ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 4.1 นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องพลังงานทดแทน (K)
 - 4.1.1 นักเรียนบอกความหมายของพลังงานทดแทนได้
 - 4.1.2 นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของพลังงานทดแทนได้
 - 4.1.3 นักเรียนอธิบายการทำงานของพลังงานทดแทนได้
- 4.2 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (P)
 - 4.2.1 นักเรียนสามารถออกแบบผังการทำงานของพลังงานทดแทนได้
 - 4.2.2 นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้
 - 4.2.3 นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้
- 4.3 นักเรียนเห็นความสำคัญของพลังงานทดแทน (A)
 - 4.3.1 นักเรียนแสดงความคิดเห็นถึงความสำคัญของพลังงานทดแทน

5. จุดเน้นการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

- 5.1 ด้านความสามารถและทักษะ
 - 5.1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง
 - 5.1.2 ทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม
 - 5.1.3 ทักษะกระบวนการการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

5.2 ด้านคุณลักษณะเฉพาะช่วงวัย

5.2.1 ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

6.1 ความสามารถในการสื่อสาร

6.2 ความสามารถในการคิด

6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

6.4 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ความสามารถในการทำงานเป็นทีม

8. หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ผู้เรียนได้เรียนรู้หลักคิด และฝึกปฏิบัติตามหลัก 3 ห่วง 2 เงื่อนไข ดังนี้

ความพอประมาณ

- นักเรียนเข้ากลุ่มตามความสามารถ แบ่งหน้าที่ในการทำงาน
- ใช้แหล่งเรียนรู้และสื่อต่างๆ ได้อย่างคุ้มค่า เหมาะสมเกิดประโยชน์สูงสุด มีเหตุผล
- สามารถเลือกปฏิบัติกิจกรรมได้สำเร็จ
- ทำกิจกรรมกลุ่มตามหลักประชาธิปไตย
- ร่วมอภิปรายในประเด็นที่กำหนดอย่างมีเหตุผลมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี
- วางแผนในการทำงานจนสำเร็จ
- สามารถสืบค้นข้อมูลจากสื่อที่มีความน่าเชื่อถือได้
- ทำงานร่วมกับเพื่อนๆ ได้อย่างมีความสุข

9. การบูรณาการ

- วิทยาศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

- เทคโนโลยี เรื่อง การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย

- วิศวกรรมศาสตร์ เรื่อง กระบวนการออกแบบชิ้นงานที่สร้างสรรค์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

- คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้โจทย์ปัญหา

10. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (DIP) ²	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้
ขั้นที่ 1 Defined Problem (D) การทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา	1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพลังงานจากในชีวิตประจำวันของนักเรียน 1.2 ครูตั้งคำถามถึงแหล่งพลังงานทดแทนพร้อมทั้งร่วมกันดู VDO วิดีทัศน์ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เพื่อนำไปสู่สถานการณ์ของปัญหา 1.3 ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 1 : “หากแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในปัจจุบันกำลังจะหมดไป นักเรียนคิดว่า จะสามารถนำพลังงานทดแทนชนิดใดมาใช้ได้” โดยให้นักเรียนเขียนเรียงลำดับความสำคัญจาก มากไปน้อย พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ	20 นาที
ขั้นที่ 2 Related Information Search (I) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ	2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม (คละ เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 5-6 คน และร่วมกันตั้งชื่อกลุ่มตามชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่ชื่นชอบ 2.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ 2.3 ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด “นักเรียนคิดว่า พลังงานทดแทนที่นำมาใช้ มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร” หลังจากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอความคิดเห็น 2.4 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปแนวความคิดที่ได้จากแต่ละกลุ่มก่อนดำเนินการในขั้นตอนต่อไป	30 นาที

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (DIP) ²	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา ที่ใช้
ขั้นที่ 3 Plan and Solution Design (P) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน	3.1 ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 2 : “นักเรียนเป็นหัวหน้าหมู่บ้านสายรุ้ง ซึ่งเป็นที่สงบเงียบท่ามกลางผู้คน ไม่มีไฟฟ้า และน้ำปะปาใช้ ธรรมชาติโดยรอบอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำจากน้ำตกใกล้หมู่บ้าน ลมแรงตลอดทั้งปี อากาศดี แต่จัดในตอนกลางวัน” ให้นักเรียนเขียนผังหมู่บ้านจำลองที่ใช้พลังงานทดแทน ทั้งพลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ในการขับเคลื่อนกลไกต่างๆ ของหมู่บ้านสายรุ้งอย่างเป็นระบบ	10 นาที
ขั้นที่ 4 Do and Development (D) การลงมือทำตามแผนและการพัฒนาผลงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการออกแบบหมู่บ้านสายรุ้งลงในกระดาษโฟลชาร์ต 4.2 แต่ละกลุ่มนำเสนอผังเมืองของหมู่บ้านสายรุ้งในหัวข้อ “หมู่บ้านสายรุ้ง” (แนวคิด) ในขั้นนี้ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์อย่างเดียว เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดได้อย่างอิสระ	40 นาที
ขั้นที่ 5 Testing, Evaluation and Design Improvement (I) ตรวจสอบผลงาน ประเมินผล และปรับปรุงผลงาน	5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มซักถามถึงผังเมืองหมู่บ้านสายรุ้งของกลุ่มที่นำเสนอ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้กลุ่มที่นำเสนอได้อธิบาย เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในชั้นเรียน (แนวคิด) ครูคอยควบคุมไม่ให้เกิดการซักถามออกนอกประเด็นที่เราอยาก让孩子们ได้เรียนรู้ 5.2 แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายมา ประเมินผลงานของตนเองเพื่อปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาผลงานให้ดีขึ้น	50 นาที
ขั้นที่ 6 Presentation (P) การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน	6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลของการดำเนินงานในหัวข้อ ดังต่อไปนี้ 1) ความสำคัญของปัญหา 2) แนวทางการดำเนินงาน 3) ผลของการดำเนินงาน 4) สรุปและอภิปรายผล	50 นาที

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (DIP) ²	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา ที่ใช้
	5) ข้อเสนอแนะต่อผลงานที่สร้างขึ้น ในรูปแบบของ power point โดยอาจทำ เป็น VDO, VTR หรือสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ ชนิดอื่นๆ ประกอบการนำเสนอ 6.2 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ จากกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ดังต่อไปนี้ 1) ข้อความที่นักเรียนได้รับจากหน่วยการ เรียนรู้ 2) ประโยชน์ที่ได้รับจากหน่วยการเรียนรู้	

11. สื่อการเรียนการสอน

1. แบบบันทึกกิจกรรมสำหรับสถานการณ์ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
2. แบบบันทึกกิจกรรมสำหรับปฏิบัติการทดลอง เรื่อง หมูบ้านสายรุ้งพลังงานที่ยั่งยืน
3. สื่อการสอน PowerPoint และ เอกสารประกอบการสอน
4. วิดีทัศน์ เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ เข้าถึงได้จาก
 - https://www.youtube.com/watch?v=p9-R_wU9WZc
 - https://www.youtube.com/watch?v=g_qKh_RRIAw

12. การประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด ประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้			
1. นักเรียนมีความรู้ รวมถึงสามารถสืบค้น ข้อมูลและกำหนด ขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้าง ชิ้นงานหรือวิธีการ ในการแก้ปัญหา	- การตอบคำถามใน ชั้นเรียน - การตรวจ ใบรายงาน ผลการทำกิจกรรม 1.1 - การตรวจ ใบรายงาน ผลการทำกิจกรรม 1.2	- คำถามในชั้นเรียน - ใบรายงานผลการทำ กิจกรรม 1.1 - ใบรายงานผลการทำ กิจกรรม 1.2	- ตอบคำถามได้ถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัดประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
2. นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานโดยกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	- การตรวจ ใบรายงานผลการทำกิจกรรม 1.3	- ใบรายงานผลการทำกิจกรรม 1.3	- ออกแบบชิ้นงานได้
3. นักเรียนสามารถนำเสนอแผนการดำเนินงานในรูปแบบที่เหมาะสม และเข้าใจง่าย	- การนำเสนอผังของหมู่บ้านสายรุ้งต้นแบบพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน	- กระดาษฟลิปชาร์ต - แบบประเมินทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์	- อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆของแบบจำลองได้ชัดเจน
4. นักเรียนสามารถเขียนผังของหมู่บ้านสายรุ้ง และวิเคราะห์ผลจากการดำเนินกิจกรรม	- การตรวจ ใบรายงานผลการทำกิจกรรม 1.3 - ประเมินทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์	- ใบรายงานผลการทำกิจกรรม 1.3 - แบบประเมินทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์	- อธิบายการดำเนินงานได้ - เสนอปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาได้ - ประเมินผ่านระดับพอใช้ขึ้นไป

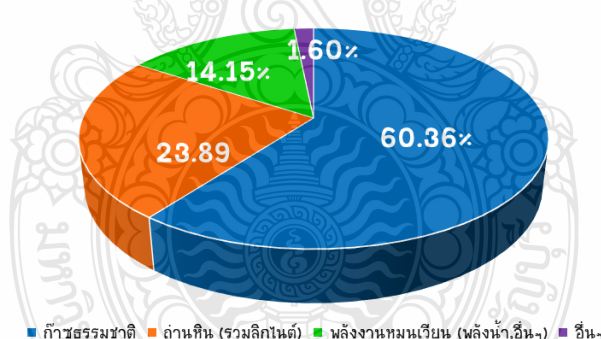
ใบความรู้ที่ 1 พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

พลังงานทดแทนคืออะไร

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่า **พลังงานสิ้นเปลือง** ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้นและพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า **พลังงานหมุนเวียน** ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเฉพาะพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียน ได้แก่พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์

ในปัจจุบันพลังงานทดแทนเหล่านี้ กำลังได้รับความสนใจที่เป็นอย่างมากเป็นผลมาจากพลังงานหลักที่นำมาใช้ผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานของการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคมขนส่ง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบ ซึ่งแหล่งพลังงานดังกล่าวเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้เวลาในการเกิดหลายล้านปีและเป็นแหล่งพลังงานที่กำลังจะหมดไปในอนาคต ทำให้ทั่วโลกต้องมีการจัดหาและนำแหล่งพลังงานอื่นๆ ในธรรมชาติมาใช้ทดแทน

สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าในระบบของ กฟผ. ปี 2561



จากข้อมูลสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานกระแสไฟฟ้าในระบบของ กฟผ. ปี 2561 จะเห็นได้ว่า พลังงานทดแทนประเภทพลังงานหมุนเวียนมีการนำมาใช้มากถึง ร้อยละ 14.15 ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นจากปีที่ผ่านมาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะ เมื่อเทียบกับปี 2556 พบว่า สัดส่วนของการนำพลังงานหมุนเวียนมาผลิตไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นถึง 3.82% (ปี 2556 สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า 10.33%) ซึ่งพลังงานหมุนเวียนที่เราจะทำการศึกษาจะประกอบไปด้วย **พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์**

1. พลังงานน้ำ

น้ำ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและหมุนเวียนใช้ได้อย่างไม่มีวันหยุดและถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสรรพชีวิตในโลกนี้ นอกจากการอุปโภคและบริโภคน้ำ การใช้ประโยชน์จากน้ำมานานแล้ว เช่น การคมนาคมขนส่ง การเดินทาง การประมง หรือการชลประทานเพื่อการเกษตร เป็นต้น รวมถึงการที่จะต้องแลกกับการทำลายธรรมชาติ ป่าไม้ และที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าอีกด้วย น้ำฝนตกสู่พื้นโลก บางส่วนถูกกักเก็บโดยธรรมชาติในที่สูง หรือไหลซึมลงสู่พื้นดิน หรือไหลลงสู่แม่น้ำ "อ่างเก็บน้ำ" หรือเขื่อน ฝาย

ประเภทของพลังงานน้ำ

1. **พลังงานน้ำตกหรือจากเขื่อน** เป็นพลังงานที่เกิดจากการแปลงรูปของพลังงานศักย์ของน้ำซึ่งอยู่ในที่สูงกว่า ไหลตกลงสู่เบื้องล่าง กลายเป็นพลังงานจลน์ มาจากธรรมชาติเราเรียกว่า พลังงานน้ำตก แต่ถ้ามาจากแหล่งธรรมชาติเราเรียกว่า พลังงานน้ำตก

2. **พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง** เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างมวลดวงจันทร์และโลก สามารถทำนายช่วงเวลาที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้อย่างแม่นยำ การขึ้นลงของน้ำเกิดจากอิทธิพลของพลังงานจลน์แลพลังงานศักย์จากการเคลื่อนที่ของโลกและดวงจันทร์

3. **พลังงานคลื่นทะเล** เกิดจากการพัดพาของน้ำ จัดเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเกิดจากการที่มีลมพัดพื้นผิวของทะเลหรือมหาสมุทร การเคลื่อนที่ของคลื่นจะมีลักษณะเป็นคลื่นขายน



ศักยภาพพลังงานน้ำในประเทศไทย

ประเทศไทยมีปริมาณน้ำที่สามารถใช้หมุนเวียนภายในประเทศรายปีค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ จะเห็นว่า ศักยภาพของพลังงานน้ำของประเทศไทยถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ แต่ก็ไม่นับเป็นปัญหาในการใช้น้ำ เพราะเป็นเพียงการนำพลังงานจากน้ำมาใช้แต่ไม่ได้นำน้ำมาทำลายเพราะน้ำก็ยังไหลเวียนต่อไปนั่นเอง

ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

แหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ คือ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบ่งตามลักษณะการบังคับน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า มี 4 แบบ คือ

1. โรงไฟฟ้าแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี จะผลิตไฟฟ้าโดยการใช้พื้นที่ไหลตามธรรมชาติของลำน้ำ หากน้ำมีปริมาณมากเกินไปกว่าที่โรงไฟฟ้าจะรับได้ก็ต้องทิ้งไป ส่วนใหญ่โรงไฟฟ้าแบบนี้จะอาศัยติดตั้งอยู่กับเขื่อนผันน้ำชลประทานซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี เช่น โรงไฟฟ้าที่เขื่อนผันน้ำเจ้าพระยา

2. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก จะสามารถควบคุมผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ได้ดีกว่า โรงไฟฟ้าแบบนี้ไหลผ่านตลอดปี และโรงไฟฟ้าขนาดเล็กบ้านสันติ จังหวัดยะลา
3. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝนและสามารถนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ เพราะสามารถควบคุมการใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าเสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงตลอดทั้งปี
4. โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับ สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำลงมา แล้วกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก เช่น เวลาเที่ยงคืนนำไปสะสมไว้ในรูปของการเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อที่จะสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้ง

2. พลังงานลม

ลม เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลมเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเอง ซึ่งในบางครั้งแรงที่เกิดจากลมทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยพังทลาย ต้นไม้หักโค่นลง สิ่งของวัตถุต่างๆ ล้มหรือปลิวลอยไปตามลม ฯลฯ ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไปไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและสามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น

ลม มีสาเหตุหลักของการเกิดลม คือ ดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มายังโลก แต่ละตำแหน่งหรือพื้นที่ต่างๆ บนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนไม่เท่ากันการซึมซับดูดความร้อนได้ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศในแต่ละตำแหน่ง



ประเภทของพลังงานลม

ลม สามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามภูมิประเทศ ตามความเร็วของการเคลื่อนที่หรือตามช่วงเวลาของวัน หรือตามพื้นที่ตั้งของโลก ฯลฯ โดยในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดของลมที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปเป็นประจำ ได้แก่

1.1 ลมประจำปี เป็นลมที่พัดประจำปี มี 3 ประเภท คือ ลมสินค้า ลมฝ่ายตะวันตก และลมข้าวโลก เนื่องจากความแตกต่างของพื้นผิวโลกได้รับความร้อนและคายความร้อนจากดวงอาทิตย์ต่างกัน ทำให้เกิดความกดอากาศไม่เท่ากันบนพื้นผิวโลก บริเวณที่มีมวลอากาศน้อย เรียกว่า หย่อมความกดอากาศต่ำ บริเวณที่มีมวลอากาศมากเรียกว่า หย่อมความกดอากาศสูง

1.2 ลมประจำฤดู ได้แก่ มรสุมฤดูร้อน และมรสุมฤดูหนาว รวมถึงยังมีลมประเภทฤดูกาล เช่น ลมมรสุมเป็นการหมุนเวียนส่วนหนึ่งของลมที่พัดตามฤดูกาล คือ ลมประจำฤดู เป็นลมประจำทิศและสม่ำเสมอ คำว่า มรสุม มาจากภาษาอาหรับ แปลว่า ฤดูกาล สาเหตุการเกิดก็เป็นประเภทเดียวกับลมบก ลมทะเลที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของพื้นดิน และพื้นน้ำ ในฤดูหนาวอุณหภูมิของพื้นดิน เย็นกว่าอุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทร อากาศเหนือพื้นน้ำจึงมีอุณหภูมิสูงกว่า และลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อากาศเหนือทวีปซึ่งเย็นกว่าไหลไปแทนที่

ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3 ลมประจำเวลาหรือลมเฉื่อย จะพัดในช่วงเวลาหนึ่งในรอบวัน ได้แก่ ลมบก ลมทะเล และลมภูเขา กับลมหุบเขา

1.4 ลมประจำถิ่น เกิดในท้องถิ่นใดๆ โดยเฉพาะ ลมว่าว พัดบริเวณอ่าวไทย ช่วงฤดูร้อน ฯลฯ

1.5 ลมแปรปรวนหรือลมพายุ คือ ลมที่เกิดจากอากาศแปรปรวน มี 2 ชนิด ได้แก่

- 1) พายุฝนฟ้าคะนอง
- 2) พายุหมุนเขตร้อน

พลังงานลมในประเทศไทย

ประเทศไทยตามรายงานการศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พบว่า ศักยภาพพลังงานลมทั่วประเทศมีค่า 44 เทอราวัตต์ชั่วโมงต่อปี และพบว่า แหล่งศักยภาพพลังงานที่ดีของประเทศไทยมีกำลังลมเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ระดับ 3 หรือมีความเร็วลมเฉลี่ย 6.4 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป ที่ระดับความสูง 50 เมตร โดยเฉพาะในแถบภาคใต้ชายฝั่งทะเลตะวันออกตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ อันเกิดจากอิทธิพลของลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงปลายเดือนมีนาคม ดังนั้น การใช้พลังงานลมมาผลิต กระแสไฟฟ้าในประเทศไทยจึงยังมีอัตราส่วนที่น้อยมากๆ เมื่อเทียบกับพลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ

3. พลังงานแสงอาทิตย์

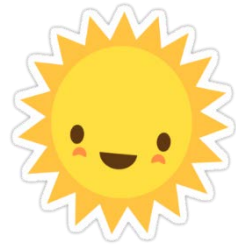
พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ พลังงานนี้เป็นต้นกำเนิดของวัฏจักรของสิ่งมีชีวิตในโลก ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำและธาตุต่างๆ เช่น คาร์บอน รวมถึงพลังงานแสงอาทิตย์ จัดเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง ปราศจากมลพิษ อีกทั้งเกิดใหม่ได้ไม่สิ้นสุด และยังเป็น ต้นกำเนิดของพลังงานน้ำ (จากการทำให้น้ำเป็นไอและลอยตัวขึ้นสู่พลังงานน้ำที่ตกกลับลงมาถูกนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า)

การนำแสงอาทิตย์มาใช้ในการด้านพลังงานนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ

- 1) การนำแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานความร้อน
- 2) การนำแสงอาทิตย์มาผลิตกระแสไฟฟ้า

ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์กันมาอย่างแพร่หลาย ทั้งเพื่อใช้ในบ้านที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์หรือแม้กระทั่งโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งหลักๆ ในรูปแบบของการนำแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นพลังงานทดแทน มีลักษณะคือ

- 1) เทคโนโลยีเพื่อการผลิตไฟฟ้า
- 2) เทคโนโลยีเพื่อผลิตความร้อน



การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในประเทศไทย

ในประเทศไทย มีรายงานการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้ามากกว่า 30 ปี หากแต่การใช้ยังมีในแวดวงที่จำกัด แต่การใช้ได้แพร่หลายมากขึ้นในทศวรรษต่อมา โดยมุ่งเน้นไปที่ในภาคครัวเรือนในเขตชนบทที่ระบบสายส่งของการไฟฟ้ายังไม่ถึงเป็นส่วนใหญ่ก่อน

ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในประเทศไทย จัดได้ว่าเป็นหนึ่งในการใช้พลังงานหมุนเวียนที่มีอัตราการเติบโตสูงที่สุด โดยในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2555 ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) สรุปได้ว่า ประเทศไทยมีกำลังผลิตไฟฟ้าติดตั้งที่ผลิตได้สูงสุดจากแสงอาทิตย์อยู่ที่ 100.69 เมกะวัตต์พีค

การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ซึ่งเป็นปีที่หน่วยงานแพทย์อาสาสมัคร กระทรวงสาธารณสุข ใช้เซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการติดตั้งวิทยุสื่อสารระหว่างสถานที่ทำงานในชนบทห่างไกลกับสถานีอนามัยหรือโรงพยาบาลในเมือง เพื่อส่งข้อมูลผลการตรวจโรคหรือขอข้อมูลผลการวินิจฉัยโรคพร้อมคำแนะนำต่างๆ ข้อมูล ณ เดือนมกราคมปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีการติดตั้งการใช้งานระบบไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 100,691.173 กิโลวัตต์ ส่วนใหญ่จะเป็นการส่งเสริมการใช้งานในพื้นที่ที่เสร็จแล้วยังเข้าไม่ถึง โดยกิจกรรมที่ภาครัฐนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งานมากที่สุด ได้แก่ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์รองลงมาเป็นระบบผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายระบบประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ระบบสื่อสารโทรคมนาคม และระบบสูบน้ำตามลำดับ



กิจกรรมที่ 1.1 พลังงานทดแทน

สถานการณ์ : “พลังงานเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก โลกของเราขับเคลื่อนไปได้ด้วยพลังงาน โดยมีการใช้พลังงานหลากหลายประเภทด้วยกัน แต่พลังงานบางอย่างก็มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงต้องมีการค้นหาและใช้พลังงานทดแทน”

คำสั่ง : จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามตามหัวข้อต่อไปนี้

1 พลังงานทดแทนคืออะไร?

2 พลังงานทดแทนมีอะไรบ้าง

3 ประโยชน์ของพลังงานทดแทน

4 ในท้องถิ่นของนักเรียนมีแหล่ง
พลังงานชนิดใดบ้าง

5 พลังงานทดแทนมีความสำคัญต่อนักเรียนอย่างไรบ้าง





กิจกรรมที่ 1.2 ตัวฉันเป็นอย่างไร

นักเรียนคิดว่า พลังงานทดแทนที่นำมาใช้ มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบายเหตุผลประกอบอย่างละเอียด

พลังงานน้ำ



พลังงานลม



พลังงาน





กิจกรรมที่ 1.3 หมู่บ้านสายรุ้ง

สถานการณ์ : “นักเรียนเป็นหัวหน้าหมู่บ้านสายรุ้ง ซึ่งเป็นที่สงบเงียบห่างไกลผู้คน ไม่มีไฟฟ้า และน้ำปะปาใช้ ธรรมชาติโดยรอบอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำจากน้ำตกใกล้หมู่บ้าน ลมแรงตลอดทั้งปี อากาศดี แดดจัดในตอนกลางวัน”

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนผังหมู่บ้านจำลอง ในหัวข้อ “หมู่บ้านสายรุ้ง ต้นแบบพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน” ที่ใช้พลังงานทดแทนทั้งพลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ในการขับเคลื่อนกลไกต่างๆ ของหมู่บ้านสายรุ้งอย่างเป็นระบบ

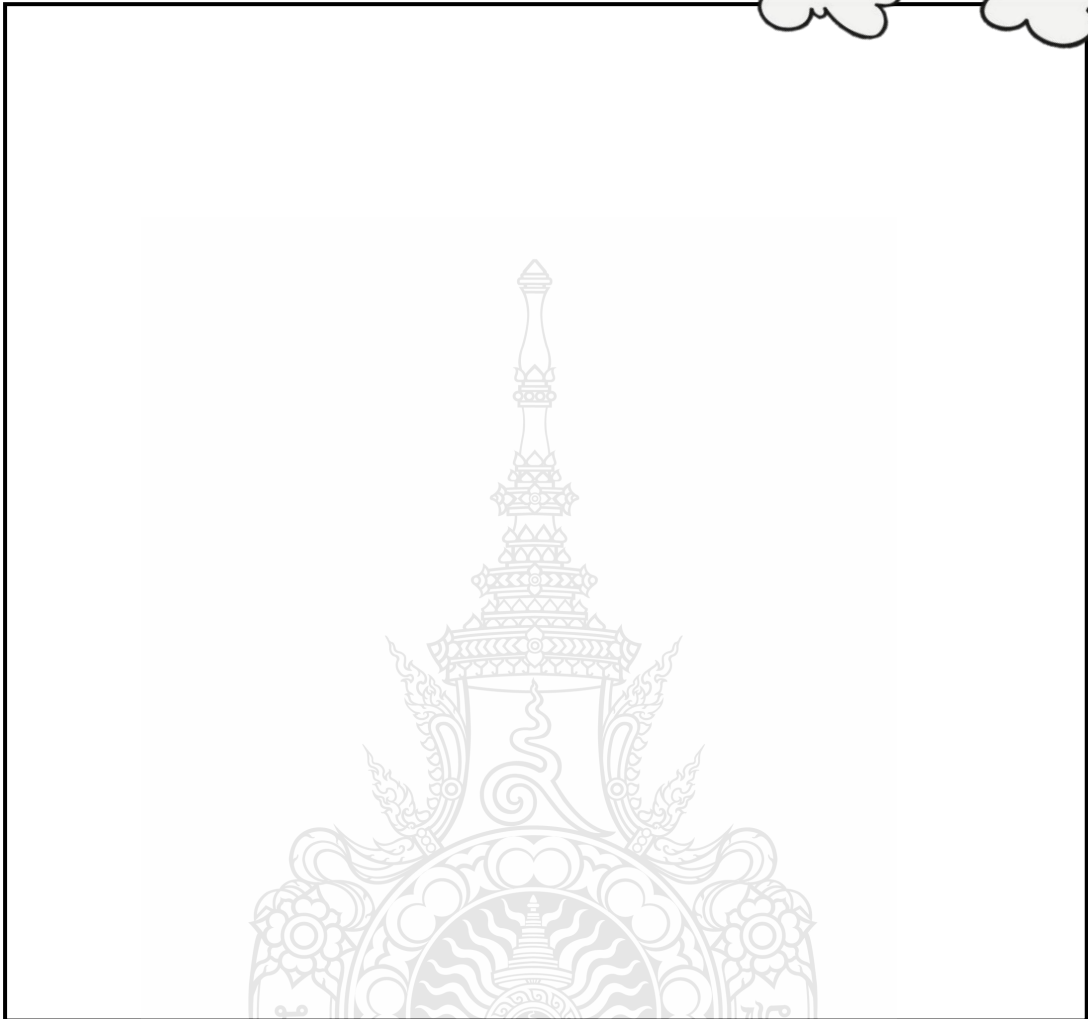
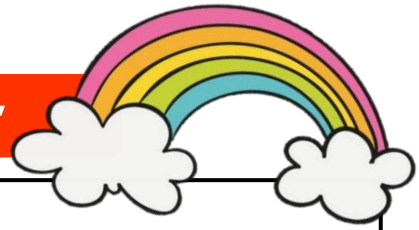
วัสดุและอุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. กระดาษโฟชาร์ต	1 แผ่น
2. ไม้บรรทัด (100 เมตร)	1 อัน
3. ดินสอ 2B	2 ด้าม
4. สีไม้และสีเมจิก	1 กล่อง

ขั้นตอนดำเนินกิจกรรม

1. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
2. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงานลงในใบกิจกรรม 1.3
3. นำเสนอผังจำลอง “หมู่บ้านสายรุ้ง ต้นแบบพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน”
4. ปรับปรุงและพัฒนาผัง “หมู่บ้านสายรุ้ง ต้นแบบพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน”
5. เขียนผัง “หมู่บ้านสายรุ้ง ต้นแบบพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน” ลงบนกระดาษโฟชาร์ตพร้อมตกแต่งให้สวยงาม
6. นำเสนอผลการดำเนินกิจกรรม

ผังจำลอง “หมู่บ้านสายรุ้ง”



แนวคิดผังจำลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบรายงานผลการทำกิจกรรม 1.3
หมู่บ้านสายรุ้ง ต้นแบบพลังงานทดแทนที่ยั่งยืน

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

1. กำหนดขอบเขตของปัญหา (D)

.....

.....

.....

2. ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (I)

.....

.....

.....

3. วิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน (P)

.....

.....

.....

4. พัฒนาผลงานเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา (D)

.....

.....

.....

5. ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (I)

Handwriting practice area for section 5, featuring horizontal dotted lines on a light green background.

6. สรุปและอภิปรายผลการดำเนินงาน (P)

Handwriting practice area for section 6, featuring horizontal dotted lines on a light yellow background.

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

Handwriting practice area for section 7, featuring horizontal dotted lines on a light gray background.





บันทึกหลังการสอน พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

1. ผลการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอรรถวิทย์ สุปัดติ)

ครูผู้สอนและบันทึก

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ได้รับมอบหมาย

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

แบบประเมินทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

1. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/ เลขที่.....
2. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/ เลขที่.....
3. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/ เลขที่.....
4. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/ เลขที่.....
5. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/ เลขที่.....
6. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.2/ เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันประเมินการทำงานของสมาชิกในกลุ่มตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง พอใช้

ระดับคะแนน 2 หมายถึง น้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อยมาก

รายการ	ระดับคะแนนของสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่ม											
	ประเมินโดยนักเรียน						ประเมินโดยครูผู้สอน					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน												
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ												
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร												
4. ทักษะการออกแบบการทดลอง												
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป												

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่น ๆ

แบบประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง
งานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย นายอรรถวิทย์ สุปัติ นักศึกษาปริญญาโท
สาขาวิชา การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง ขอความกรุณาให้ท่านพิจารณา แบบทดสอบวัดการปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ และใส่ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนนความสอดคล้อง ตามความคิดเห็นของ
ท่านดังต่อไปนี้

- + 1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

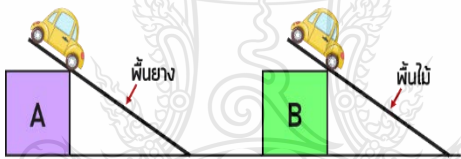
จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบของปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้					
1. มีทักษะการตั้งสมมติฐาน	1. ถ้านักเรียนกำลังพิมพ์คอมพิวเตอร์และพิมพ์งานอยู่ เครื่องพิมพ์ดับและหยุดทำงานกะทันหัน สมมติฐานใดจะน่าเชื่อถือที่สุด ก. ไฟฟ้าดับทำให้เครื่องพิมพ์หยุดทำงานกะทันหัน ข. เครื่องบินบินผ่านมาเครื่องพิมพ์หยุดทำงานกะทันหัน ค. น้ำท่วมเสาไฟฟ้าเครื่องพิมพ์หยุดทำงานกะทันหัน ง. ปลั๊กหลุดเครื่องพิมพ์หยุดทำงานกะทันหัน				
	2. นักเรียนสอบตกวิชาวิทยาศาสตร์ สมมติฐานใดจะน่าเชื่อถือที่สุด ก. รถบรรทุกวิ่งผ่านทำให้สอบตก ข. เพื่อนคุยกันเสียงดังทำให้สอบตก ค. ไม่ได้อ่านหนังสือทำให้สอบตก ง. ครูสอนมากเกินไปเนื้อหาทำให้สอบตก				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	3. ครอบครัวหนึ่งมีอาชีพทำนา ผลิตข้าวได้ทุกปีแต่ผลผลิตที่ได้กลับลดลงเรื่อย ๆ ทุกปีนักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับเหตุการณ์นี้อย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด ก. พื้นที่เพาะปลูกน้อยลง ข. เมล็ดพันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพ ค. สมาชิกในครอบครัวมีอายุมากขึ้น ง. สภาพที่ดินปลูกมีความอุดมสมบูรณ์น้อยลง				
	4. เด็กชายต้นกล้าออกแบบรถพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมือนกันขึ้นมาสองคัน โดยรถทั้งสองคันใช้แหล่งพลังงานจากแผ่นโซลาร์เซลล์ 2 แผ่น คันแรกประกอบแผ่นโซลาร์เซลล์ในลักษณะวงจรรอนุกรม คันที่สองประกอบแผ่นโซลาร์เซลล์ในลักษณะวงจรขนาน หลังจากนั้นเด็กชายต้นกล้านำรถทั้งสองคันไปทดสอบแล่นกลางแดด การทดลองของนี้ต้องการทดสอบสมมติฐานข้อใด ก. ความเข้มของแสงแดดมีผลต่อการแล่นของรถ ข. ลักษณะพื้นผิวของถนนและโครงสร้างของรถมีผลต่อการแล่นของรถ ค. ลักษณะการประกอบวงจรของโซลาร์เซลล์มีผลต่อการแล่นของรถ ง. ลักษณะการประกอบวงจรของโซลาร์เซลล์มีผลต่อการรับแสงแดดของรถ				
	5. โด่งทดลองปลูกพืชสองกระถาง กระถางที่ 1 รดน้ำทุกวันเวลาเช้ากับเย็น กระถางที่ 2 ไม่ต้องรดน้ำ ตั้งกระถางทั้งสองไว้ในที่มีแสงอยากทราบว่า โด่งต้องการศึกษาในเรื่องใด ก. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ ข. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ ค. กระถางใบใดจะมีปริมาณดินลดลง ง. ต้นพืชต้นใดจะตายก่อน				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	6. “จากการทดลองสรุปได้ว่าแผ่นใยขัดมีผลต่อการไหลของน้ำทำให้น้ำไหลได้ช้าลงรวมทั้งช่วยให้กิ่งไม้จำลองยึดติดกับทรายในกระบะได้ดีซึ่งต่างจากกระบะที่ไม่มีแผ่นใยขัดที่น้ำไหลอย่างรวดเร็วและพัดเอากิ่งไม้และทรายลงไปด้วย” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมมติฐานของสรุปผลการทดลองนี้ ก. อัตราการไหลของน้ำขึ้นอยู่กับสิ่งที่ช่วยดูดซับ ข. แผ่นใยขัดสามารถเกาะกับกระบะทรายได้ ค. แผ่นใยขัดช่วยลดอัตราการไหลของน้ำ ง. แผ่นใยขัดช่วยให้กิ่งไม้จำลองยึดติดกับทรายในกระบะได้ดี				
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำเพื่อให้เข้าใจตรงกันและสามารถระบุการกระทำซึ่งอาจจะเป็นการวัด การทดสอบ หรือการทดลองได้					
2. มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	7. สารละลายซีเฝ้าต้นกล้วยมีฤทธิ์เป็นเบส คำที่ขีดเส้นใต้ ให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้ตามข้อใด ก. สารละลายที่มีรสฝาด ข. สารละลายที่มีสีน้ำเงิน ค. สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน ง. สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง				
	8. “ฉนวนไฟฟ้าที่ดี” คำที่ขีดเส้นใต้ให้นิยามเชิงปฏิบัติการได้ตามข้อใด ก. วัตถุใด ๆ ก็ตามเมื่อนำมาต่อกับแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าแล้ว ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ข. วัตถุใด ๆ ก็ตามเมื่อนำมาต่อกับโหม้มมิเตอร์แล้ว เข็มมิเตอร์ชี้ตรงกลาง ค. วัตถุใด ๆ ก็ตามเมื่อนำมาต่อกับแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าแล้ว ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ง. วัตถุใด ๆ ก็ตามเมื่อนำมาต่อกับโวลต์มิเตอร์แล้ว เข็มของโวลต์มิเตอร์ไม่กระดิก				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	9. มานัสกำลังศึกษาขนาดของล้อรถที่มีผลต่อความคล่องตัวในการหมุนของล้อรถ ครั้งแรกเขาทำการทดลองโดยใส่ล้อรถขนาดใหญ่เข้าไปในเกวียนคันเล็ก ๆ และปล่อยให้วิ่งลงจากที่สูงชันและวิ่งข้ามพื้นไป เขาทำการทดลองอีกครั้งโดยใช้เกวียนเล็กคันเดิม แต่เปลี่ยนมาใช้ล้อขนาดเล็ก และปล่อยให้วิ่งลงจากที่สูงชันที่เดิมและวิ่งข้ามพื้นไป มานัสจะวัดความคล่องตัวในการหมุนของล้อรถได้อย่างไร ก. วัดระยะทางทั้งหมดที่เกวียนวิ่งไป ข. วัดมุมเงยของที่สูงชันที่ปล่อยให้เกวียนวิ่ง ค. วัดขนาดของล้อรถในการทดลองแต่ละครั้ง ง. วัดน้ำหนักของเกวียนแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง				
	10. กานดาทดสอบการรักษาสภาพความสดของดอกกุหลาบ โดยการฉีดพ่นสารที่ต่างกัน 3 ชนิด วิธีการที่จะทราบว่าสารชนิดใดรักษาสภาพความสดของดอกกุหลาบได้ดีที่สุด ก. เปรียบเทียบสีของดอกกุหลาบหลังผ่านไป 5 วัน ข. เปรียบเทียบน้ำหนักของดอกกุหลาบหลังผ่านไป 5 วัน ค. เปรียบเทียบขนาดของดอกกุหลาบหลังผ่านไป 5 วัน ง. เปรียบเทียบกลิ่นของดอกกุหลาบหลังผ่านไป 5 วัน				
	11. “ถ้าเลี้ยงลูกสุนัขที่เกิดจากคลอกเดียวกันสองตัว ตัวหนึ่ง กินอาหารเม็ดกับนม อีกตัวหนึ่ง กินอาหารเม็ดเพียงอย่างเดียวเป็นเวลา 1 เดือน ถ้ากล่าวอย่างรู้ๆ การให้อาหารแบบไหนเหมาะสมกับลูกสุนัขมากกว่ากัน วิธีใดเหมาะสมมากที่สุด ก. เปรียบเทียบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของลูกสุนัข ข. เปรียบเทียบความยาวที่เพิ่มขึ้นของลูกสุนัข ค. เปรียบเทียบความสูงที่เพิ่มขึ้นของลูกสุนัข ง. เปรียบเทียบคล่องตัวของลูกสุนัข				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	12. วีระทดลองการดูน้ำของต้นกระสังที่มีลำต้นลักษณะใสในแก้วขนาดต่างกัน โดยเขาใช้น้ำสีแทนน้ำธรรมดา วิธีใดที่เหมาะสมในการวัดอัตราเร็วของการดูน้ำของต้นกระสัง ก. ปริมาณน้ำที่หายไปต่อเวลา ข. ปริมาณน้ำที่รากดูดต่อเวลา ค. ระยะทางของน้ำที่รากดูดต่อเวลา ง. ระยะเวลาที่ใช้ในการดูน้ำ				
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้					
3. มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	13. “วิธีเก็บมะนาวไว้ในซีลียจะเก็บได้นานกว่าเก็บไว้ในกระสอบคุม” ตัวแปรต้น คืออะไร ก. ซีลียกับกระสอบ ข. สภาพความสดของมะนาว ค. สถานที่ ง. อุณหภูมิ				
	14. “วิธีเก็บมะนาวไว้ในซีลียจะเก็บได้นานกว่าเก็บไว้ในกระสอบคุม” ตัวแปรตาม คืออะไร ก. ซีลียกับกระสอบ ข. สภาพความสดของมะนาว ค. สถานที่ ง. อุณหภูมิ				
	15. “ผักกระเฉดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ถ้ามีการผสมผงซักฟอกลงในน้ำเพิ่มขึ้น” จากสมมติฐานข้างต้น ข้อใดกล่าวถึงตัวแปรได้ถูกต้อง ก. ตัวแปรอิสระ คือ จำนวนผักกระเฉดที่เพิ่มขึ้น ข. ตัวแปรควบคุม คือ จำนวนผักกระเฉดที่เพิ่มขึ้น ค. ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณผงซักฟอก ง. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณผงซักฟอก				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	16. นักเรียนทดลองปลูกมะเขือยาวโดยใช้ปุ๋ยชนิดที่ต่างกัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของมะเขือยาว ปัจจัยใดที่ต้องจัดให้เหมือนกัน ก. ชนิดของปุ๋ย ชนิดของพืช ข. ปริมาณน้ำ ปริมาณปุ๋ย ค. ชนิดของปุ๋ย การเจริญเติบโตของมะเขือยาว ง. ปริมาณน้ำ การเจริญเติบโตของมะเขือยาว				
	จากข้อความต่อไปนี้จึงตอบคำถามข้อที่ 17-18 17 “นิวพล ต้องการทดสอบการเคลื่อนที่ของรถที่เป็นของเล่นคันหนึ่งโดยปล่อยรถ ให้เริ่มเคลื่อนที่จากปลายไม้กระดานที่มีความยาวเท่ากันแต่พื้นกระดานที่ต่างกัน โดยวางพาดบนกล่อง A และ B ที่มีความสูงเท่ากัน” ดังภาพ  ก. ลักษณะของพื้นผิว ข. น้ำหนักของพื้นเอียง ค. ความสูงของกล่อง A และ B ง. ความเร็วของรถ				
	18. ตัวแปรควบคุมคืออะไร ก. ลักษณะของพื้นผิว ข. น้ำหนักของพื้นเอียง ค. ความสูงของกล่อง A และ B ง. ความเร็วของรถ				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4. ทักษะการออกแบบการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และวางแผนการเลือกใช้อุปกรณ์และการบันทึกผลได้					
4. มีทักษะการออกแบบการทดลอง	19. วิชิตต้องการทดลองว่า แสงเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ เขาควรออกแบบการทดลองอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด ก. ตั้งต้นไม้ทั้ง 2 กระถางไว้ในบริเวณเดียวกัน ข. ตั้งต้นไม้ทั้ง 2 กระถางไว้ในบริเวณที่ไม่มีแสงส่องเลย ค. ตั้งต้นไม้กระถางที่ 1 ไว้ในที่ที่มีแดดจัด ส่วนกระถางที่ 2 ตั้งไว้ในที่ร่ม ง. ตั้งต้นไม้กระถางที่ 1 ไว้ในที่ที่มีแดดส่อง ส่วนกระถางที่ 2 ตั้งไว้ในห้องมืด				
	20. มานะสังเกตเห็นว่าขนมปังที่ทิ้งในที่ชื้นมีเชื้อราขึ้นเร็วกว่าปกติ เขาคิดว่าความชื้นน่าจะเป็นสาเหตุ เพื่อที่จะทดสอบแนวความคิดนี้ มานะควรทำการทดลองอย่างไร ก. นำขนมปังชนิดต่างกันวางในที่ชื้น และในถุงพร้อมสังเกตระยะเวลาที่ขนมปังขึ้นรา ข. นำขนมปังชนิดเดียวกันวางในที่ชื้น และในถุงพร้อมสังเกตระยะเวลาที่ขนมปังขึ้นรา ค. นำขนมปังชนิดต่างกันวางในที่ชื้น และในที่แห้งพร้อมสังเกตระยะเวลาที่ขนมปังขึ้นรา ง. นำขนมปังชนิดเดียวกันวางในที่ชื้นและในที่แห้งพร้อมสังเกตระยะเวลาที่ขนมปังขึ้นรา				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	23. คำกล่าวที่ถูกต้องที่สุดของความหมายของการทดลอง คือข้อใด ก. การฝึกใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ข. การลองผิดลองถูกเพื่อหาคำตอบ ค. การค้นหาคำตอบของสมมติฐาน ง. การฝึกใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์				
	24. ต้องการตรวจสอบสมมติฐานว่า “อุณหภูมิส่งผลต่อการงอกของเมล็ดทานตะวัน” จะต้องออกแบบการทดลองอย่างไร ก. นำเมล็ดทานตะวันมาปลูกในภาชนะที่ต่างกัน สังเกตการงอกของเมล็ดทานตะวัน ข. นำเมล็ดทานตะวันต่างชนิดกัน มาปลูกในอุณหภูมิที่ต่างกัน สังเกตการงอกของเมล็ดทานตะวัน ค. นำเมล็ดทานตะวันมาปริมาณที่ต่างกัน มาปลูกในอุณหภูมิที่เท่ากัน สังเกตการงอกของเมล็ดทานตะวัน ง. นำเมล็ดทานตะวันมาปริมาณที่เท่ากัน มาปลูกในอุณหภูมิที่ต่างกัน สังเกตการงอกของเมล็ดทานตะวัน				
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มี และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลได้					
5. มีทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	25. ด.ญ.ปุ๋ย ทดลองนำลูกปิงปองใส่ลงในถุงพลาสติกขุ่นสีน้ำเงิน ปรากฏว่าเขามองเห็นลูกปิงปองไม่ชัดเจน จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไรจึงจะถูกต้องที่สุด ก. แสงสามารถเดินทางผ่านถุงพลาสติกขุ่นได้ ข. แสงสามารถเดินทางผ่านลูกปิงปองได้ ค. แสงบางส่วนสามารถเดินทางผ่านถุงพลาสติกขุ่นได้ ง. แสงไม่สามารถเดินทางผ่านถุงพลาสติกขุ่นได้				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	26. วินัยเที่ยวงานสี่สัปดาห์พรณไม้ เห็นต้นกุหลาบสวย จึงซื้อ 2 ต้น ต้นที่ 1 นำไปฝากเพื่อน เพื่อป้องกันแมลงจึงเก็บไว้ในห้องที่มีมดและมิดชิด ต้นที่ 2 นำไปไว้ที่ใต้ต้นมะม่วงหน้าบ้าน หลังเลิกเรียนกลับมาใส่ปุ๋ยทุกวัน และรดน้ำ 2 วันต่อครั้ง อีก 7 วันต่อมา วินัยสังเกตเห็นว่า ต้นกุหลาบทั้ง 2 ต้น เหี่ยวเฉาและใกล้จะตาย จากข้อมูลข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ต้นกุหลาบเหี่ยวเฉาและใกล้จะตาย ก. ต้นกุหลาบไม่ได้รับแสงจึงไม่สามารถสร้างอาหารได้ ข. ต้นกุหลาบได้รับน้ำมากเกินไปจึงทำให้ใบเหี่ยวเฉา ค. ต้นกุหลาบได้รับปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไปจึงทำให้ใบเหี่ยวเฉา ง. ต้นกุหลาบไม่สามารถหายใจเนื่องจากอากาศไม่สามารถเข้าห้องที่ปิดมิดชิดได้				
	27. ปาล์มสังเกตต้นแคหน้าบ้านเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ต้นแคกางใบในตอนเช้า และหุบใบในตอนเย็น เขาควรสรุปผลการสังเกตว่าอย่างไร ก. ต้นแคพักผ่อนเป็นเวลา ข. ต้นแคต้องการแสงเฉพาะเวลากลางวัน ค. ต้นแคมีการตอบสนองต่อแสง ง. ต้นแคหุบใบเพื่อป้องกันความร้อนจากแสง				
	28. สารละลายน้ำตาลทรายผสมกับยีสต์แล้วตั้งทิ้งไว้จะเกิดฟองแก๊สขึ้น เมื่อผ่านแก๊สนี้ลงในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะเกิดตะกอนขุ่น แก๊สนี้คือแก๊สอะไร ก. ไฮโดรเจน ข. ออกซิเจน ค. คาร์บอนมอนอกไซด์ ง. คาร์บอนไดออกไซด์				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ										
		+1	0	-1											
	29. เมื่อนำน้ำมันมะพร้าว น้ำมันหมู และน้ำมันมะกอกไปแช่ในน้ำแข็ง ผลปรากฏว่า น้ำมันหมูแข็งตัวเร็วที่สุด น้ำมันมะพร้าวแข็งตัวรองลงมา และน้ำมันมะกอกไม่เปลี่ยนแปลง ถ้านำน้ำมันทั้งสามชนิดใส่ภาชนะที่ไม่ปิดฝาทิ้งไว้ น้ำมันชนิดใดจะแข็งขึ้นก่อน ก. น้ำมันหมู ข. น้ำมันมะพร้าว ค. น้ำมันมะกอก ง. แข็งขึ้นพร้อมกัน														
	30. ออยทำการทดลองโดยใส่วัตถุที่จมน้ำได้ 4 ชนิดลงในภาชนะที่มีน้ำอยู่แล้ว แยกใส่ภาชนะละ 1 ชิ้น แล้ววัดปริมาตรของน้ำที่เพิ่มขึ้น ได้ผลดังตาราง ออยควรทำการสรุปผลการทดลองตามข้อใด <table><tr><th>ชนิดของวัตถุ</th><th>ปริมาตรของน้ำในภาชนะที่เพิ่มขึ้น (cm³)</th></tr><tr><td>A</td><td>30</td></tr><tr><td>B</td><td>42</td></tr><tr><td>C</td><td>50</td></tr><tr><td>D</td><td>35</td></tr></table> ก. มวลของวัตถุส่งผลต่อปริมาตรน้ำที่เพิ่มขึ้น ข. ปริมาตรของวัตถุส่งผลต่อปริมาตรน้ำที่เพิ่มขึ้น ค. น้ำหนักของวัตถุส่งผลต่อปริมาตรน้ำที่เพิ่มขึ้น ง. รูปทรงของวัตถุส่งผลต่อปริมาตรน้ำที่เพิ่มขึ้น	ชนิดของวัตถุ	ปริมาตรของน้ำในภาชนะที่เพิ่มขึ้น (cm ³)	A	30	B	42	C	50	D	35				
ชนิดของวัตถุ	ปริมาตรของน้ำในภาชนะที่เพิ่มขึ้น (cm ³)														
A	30														
B	42														
C	50														
D	35														

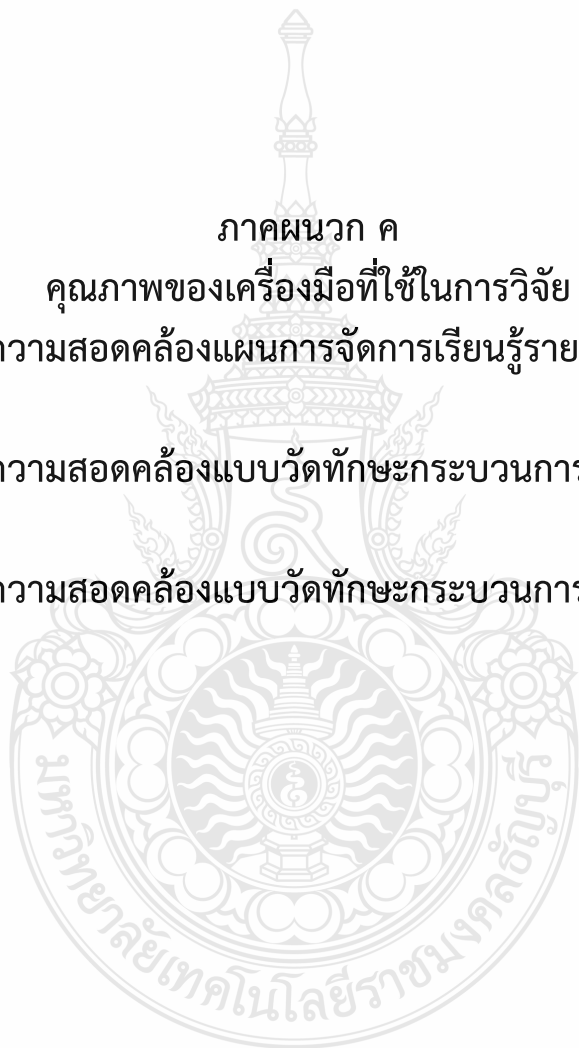
ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ภาคผนวก ค
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา วิทยาศาสตร์
เพิ่มเติม
- ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นสูง
- ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์
ชั้นสูง



ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบไปด้วย 4 แผนการเรียนรู้

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง บทนำพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บทนำพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					Σ^R	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
สะสมศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม								
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้น ความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผล มีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด สะสมศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัด ประเมินผลมีความเหมาะสมกับกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุม ครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุ ปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการ พัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง พลังงานน้ำกับการใช้ประโยชน์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานน้ำกับการใช้ประโยชน์								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนครบตามขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่าน กิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานน้ำกับการใช้ประโยชน์								
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง พลังงานลมกับการใช้ประโยชน์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานลมกับการใช้ประโยชน์								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนครบตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานลมกับการใช้ประโยชน์								
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนครบตามขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่าน กิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์								
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้น ความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผล มีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผสาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัด ประเมินผลมีความเหมาะสมกับกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุม ครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุ ปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการ พัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลประเมินความสอดคล้องแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4. ทักษะการออกแบบการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดการทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมโครงงานผลงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

รายการประเมิน	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
		1	2	3	4	5			
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ทักษะการกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
		1	2	3	4	5			
3. ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4. ทักษะการออกแบบการ ทดลอง	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ทักษะการตีความหมายและ ลงข้อสรุป	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายอรรถวิทย์ สุปัติ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 เมษายน 2530
ที่อยู่	12/49 ถนนเทศบาล 2 ตำบลสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว
การศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (วท.บ. ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (กศ.ม. ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพครู) หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประสบการณ์ทำงาน	ปัจจุบัน ข้าราชการครู โรงเรียนสระแก้ว ตำบลสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสระแก้ว
โทรศัพท์	083-039-5760
อีเมล	attawit_s@mail.rmutt.ac.th

