



การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ส่งเสริมความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2

DEVELOPMENT OF A STEM ACTIVITY PACKAGE ON COMMUNITY WASTE
MANAGEMENT TO PROMOTE CRITICAL PROBLEM SOLVING AND ENVIRONMENTAL

สมทบ ศรีคงรักษ์

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ส่งเสริมความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF A STEM ACTIVITY PACKAGE ON COMMUNITY WASTE
MANAGEMENT TO PROMOTE CRITICAL PROBLEM SOLVING AND ENVIRONMENTAL
AWARENESS OF GRADE 8 STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Science & Learning Management)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

สมทบ ศรีคงรักษ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ) (รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนื่องเฉลิม)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	สมทบ ศรีคงรักษ์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ศักดิ์สุภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ เหมะประสิทธิ์

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหวังเพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน 2) ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One – Group Pretest – Posttest Design ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งประกอบด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรม 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 3) แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t – test for dependent sample และ t – test for one sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 5) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ระดับดีมาก

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา, ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ, จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

Title	DEVELOPMENT OF A STEM ACTIVITY PACKAGE ON COMMUNITY WASTE MANAGEMENT TO PROMOTE CRITICAL PROBLEM SOLVING AND ENVIRONMENTAL AWARENESS OF GRADE 8 STUDENTS
Author	SOMTOB SRIKONGRAK
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Kirik Saksupub
Co Advisor	Associate Professor Dr. Sunee Haemapasith

The purposes of this study are as follows: (1) to develop STEM activity packages on community waste; and (2) to study of results of STEM activity packages on community waste, critical problem-solving ability and The environmental awareness of Grade 8 students. The design of this study was a One-Group Pretest-Posttest Design. The samples were Grade 8 students at Nongtakongpittayakarn School in the second semester of the 2022 academic year, and selected by Cluster Random Sampling. The research instruments included the following: (1) the STEM activity packages for students on community waste; (2) a teacher's guide and lesson plans for using the STEM activity packages; (3) a critical problem-solving ability evaluation form; and (4) an environmental awareness questionnaire. The research hypotheses were tested with a t-test for the dependent sample and a t-test for one sample. The results indicated the following: (1) the quality of the the STEM activity packages for students on community waste, a teacher's guide and a lesson plan for using the STEM activity packages on community waste passed the assessment criteria of experts; (2) the students who learned through the STEM activity packages had a higher critical problem-solving ability than before instruction at a .01 level of significance; (3) the students who learned through the STEM activity packages had higher critical problem-solving ability than 60 % of the criteria at a .01 level of statistical significance; (4) students who learned through the STEM activity packages had higher environmental awareness than before the instruction at the .01 level of statistical significance; and (5) the students who learned through the STEM activity packages had higher environmental awareness at a very good level and met the criteria.

Keyword : stem activity packages, critical problem-solving ability, environmental awareness

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ศักดิ์สุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยทุกขั้นตอน จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งสำหรับความใส่ใจและความทุ่มเทอย่างเต็มที่ของอาจารย์ทั้งสองท่าน จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ เนื่องเฉลิม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันเพ็ญ ประทุมทอง ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่า ตลอดจนให้คำแนะนำ และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญอันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมปราถนา วงศ์บุญหนัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัชรีย์ ร่มพยอม วิทยดิษฐ์ คุณครูทิพย์สุดา สรณะ และคุณครูจรรุวรรณ สะมานี ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบ ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีความสมบูรณ์

รวมทั้งขอขอบคุณอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้สอนวิชาความรู้อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครู โรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร ที่อำนวยความสะดวก ในการเก็บข้อมูลวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้และการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณทุกคนครอบครัวโดยเฉพาะคุณแม่ที่คอยสนับสนุนทั้งกำลังทุน และกำลังใจเสมอมา รวมทั้งขอบคุณเพื่อนนิสิตสาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ที่คอยให้กำลังใจ รวมทั้งให้คำปรึกษา ผลักดันและให้ความช่วยเหลือตลอดมาจนประสบผลสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์อันใดที่เกิดจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

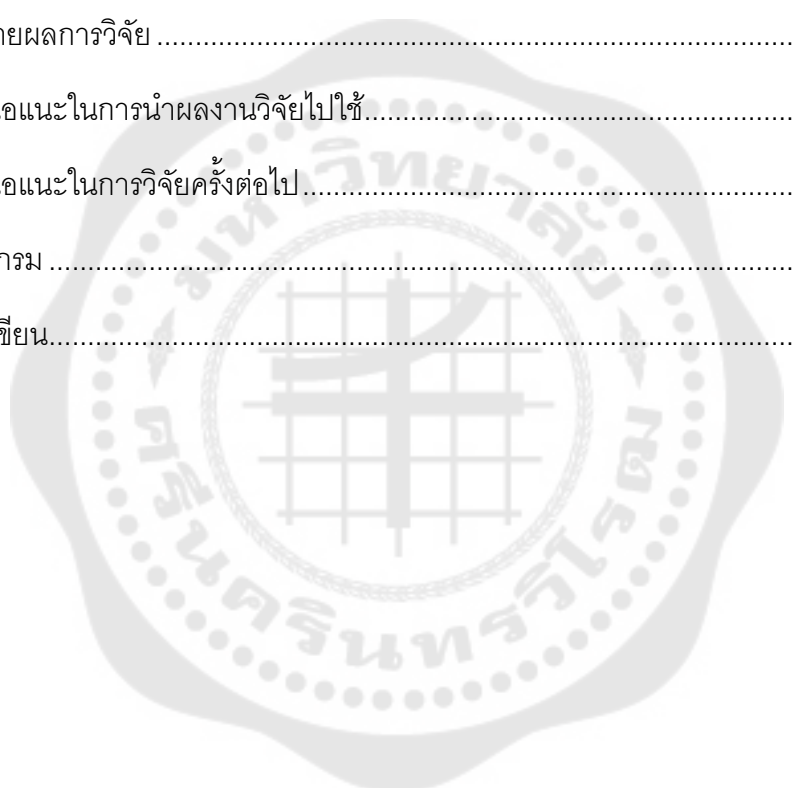
สมทบ ศรีคงรักษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
สมมติฐานในการวิจัย.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา.....	13
1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา	13
1.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา.....	13
1.3 แนวทางการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	17
1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของสะเต็มศึกษา	19
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา.....	21

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม	22
2.1 ความหมายของชุดกิจกรรม.....	22
2.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม.....	23
2.3 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดกิจกรรม	25
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	27
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	28
3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	28
3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	28
3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ	29
3.4 กระบวนการการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	31
3.5 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ	32
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	35
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	36
4.1 จิตสำนึก.....	36
4.2 การวัดจิตสำนึก.....	37
4.3 จิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	41
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
1. การเตรียมการ	46
2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	46
3. การดำเนินการวิจัย.....	54
4. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
บทที่ 4 ผลการศึกษา	57

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	57
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน	58
ตอนที่ 2 ผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	62
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	66
สรุปผลการวิจัย.....	67
อภิปรายผลการวิจัย	68
ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้.....	71
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	71
บรรณานุกรม	73
ประวัติผู้เขียน.....	132



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการจัดการเรียนรู้.....	47
ตาราง 2 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และแผนการจัดการเรียนรู้และเวลาตามมาตรฐานตัวชี้วัด.....	49
ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย.....	55
ตาราง 4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา.....	58
ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา.....	60
ตาราง 6 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด.....	63
ตาราง 7 การเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียน.....	64
ตาราง 8 การเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (เฉลี่ย=4.51).....	65
ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน.....	84
ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน.....	86
ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	88
ตาราง 12 ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	90
ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	92
ตาราง 14 อำนาจจำแนก (t) และ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม.....	94

ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	96
ตาราง 16 ระดับความคิดเห็นของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน.....	97



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 11



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีกระแสการเปลี่ยนแปลงโลกที่ส่งผลกระทบต่อทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเมืองของทุกประเทศ (สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษา, 2557, น. 1) ในประเทศหลายประเทศจึงมีการเตรียมทรัพยากรบุคคลให้มีความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งให้ความสำคัญในเรื่องเศรษฐกิจในปัจจุบันและเตรียมความพร้อมสำหรับในอนาคต จึงได้จัดตั้งองค์การความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 เพื่อผนวกทักษะดังกล่าวเข้าไปในระบบการศึกษา (Partnership for 21 st century learning, 2015, pp. 1)

ในส่วนของประเทศไทยมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 โดยมีการจัดการศึกษา และการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อการเตรียมความพร้อมในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้ให้ความสำคัญ และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะเด่นในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การเรียนแบบรู้จริง (Mastery Learning) การเรียนรู้แบบการสอนให้น้อยลงเรียนรู้ให้มากขึ้น (Teach Less, Learn More) และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) โดยแนวทางการพัฒนา การศึกษาและทิศทางการนโยบายที่หลายประเทศให้ความสำคัญ ได้แก่ การใช้วิธีการ บูรณาการอย่างองค์รวม เน้นการประเมินผลการศึกษาที่อิงกับเป้าประสงค์ทางการศึกษา เน้นการพัฒนาประสบการณ์ในห้องเรียน ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นต้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561, น. 7)

สำหรับการพัฒนาบุคคลให้มีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องมีการพัฒนาให้สอดคล้องกัน โดยกระบวนการใหม่ทางการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 มีมากมายหลายประเด็นที่สามารถตัดสินใจเพื่อการปฏิบัติได้ ทั้งในตัวบุคคลหรือระดับหน่วยงาน นักการศึกษาของประเทศไทยได้เห็นความจำเป็นของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยให้หน่วยงานทางการศึกษาวางแผนผลิตนักเรียน นักศึกษาในสถาบันของตนให้มีความเหมาะสม และสมดุลในด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลเมืองโลก โดยกำหนดทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ขึ้นมา 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ซึ่ง

ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวที่ส่งเสริม และกำหนดความพร้อมของนักเรียนในการเข้าสู่การทำงาน ซึ่งมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นในโลกปัจจุบัน (Partnership for 21 st century learning, 2015; ประเสริฐ, 2557, น. 11-12; รัชภูมิ สมสมัย, 2556, น. 1-3; วิจารณ์, 2557, น. 14-17)

จากรายงานผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่าผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษายังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ เนื่องจากผลการสอบ O-NET ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใน 5 วิชาหลักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนใหญ่ได้คะแนนไม่ถึงร้อยละ 50 วิชาที่นักเรียนทำคะแนนได้ต่ำที่สุด ทุกระดับชั้น คือ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งพัฒนาคุณภาพวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กล่าวโดยสรุปคือ นักเรียนไทยยังมีความสามารถทางวิชาการต่ำ ทั้งทางด้าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าปัญหาของการศึกษาในปัจจุบันว่า การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นไปที่เนื้อหาวิชามากกว่าการพัฒนาทักษะการคิด เมื่อนักเรียนพบปัญหาใหม่ นักเรียนไม่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ การจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ดังกล่าวให้เกิดขึ้นคือต้องเปลี่ยนจากเน้นการสอน เป็นเน้นการเรียนรู้โดยลงมือทำ และเรียนเป็นกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ทักษะการร่วมมือกับผู้อื่น ทักษะในการคิด เป็นต้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องเร่งพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการนำไปใช้โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ที่เป็นวิชาหลักสำหรับการคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรม เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ (วิจารณ์ พานิช, 2556; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561, น. ค-จ)

สำหรับการพัฒนาการคิดให้แก่นักเรียนในปัจจุบันนี้เป็นเรื่องที่ต้องมีความสำคัญ ทั้งด้านการคิดแก้ปัญหา รวมถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (วีระ สดสังข์, 2550, น. 17) ซึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ โดยหนึ่งประการดังกล่าวคือ ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิด วิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือให้เกิดการสร้างสารสนเทศสำหรับประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการที่ช่วยในการเสริมสร้างคุณภาพทักษะการคิดเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของการคิดเดิมและเพิ่มความคิดใหม่ โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากมีความจำเป็นสำหรับการทำงานที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น

สามารถทำการพัฒนาได้ผลดีตั้งแต่ในวัยเด็ก และยังสามารถพัฒนาได้ในผู้ใหญ่ที่ขาดทักษะนี้ได้เช่นกัน (Paul, 2005, อ้างถึงใน เสกสรร มาตวงแสง, 2552, น. 18)

จากสภาพในปัจจุบันสิ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหา ไม่เพียงแต่มีทักษะในการแก้ปัญหาเท่านั้น จำเป็นจะต้องอาศัยการคิดที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งหมายถึงการคิดที่มีความละเอียดลึกซึ้งซึ่งว่าการมุ่งแก้ไขสถานการณ์ที่พบเจอ เป็นการคิดไตร่ตรองตรวจสอบหลักฐานประเมินข้อเท็จจริง นั่นก็คือแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ คือการแก้ปัญหาที่พิจารณาไตร่ตรองข้อมูลอย่างรอบคอบในการตัดสินใจสรุป และตัดสินใจด้วยการประเมินข้อมูล จากความรู้ ประสบการณ์และทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อจัดการวางแผนวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ได้อย่างถูกต้องและบรรลุวัตถุประสงค์ นอกเหนือจากนั้น การแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณถือเป็นคนละส่วน และต่างก็มีจุดเด่นที่จะก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของกระบวนการคิด โดยการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการจัดการกับปัญหาซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการทำงาน ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นเป็นกระบวนการสั่งงานที่คอยควบคุม ในการจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นจะเกิดขึ้นโดยเริ่มจากประเด็นปัญหา ตรวจสอบหลักฐาน ตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การสรุปผลที่สมเหตุสมผล จะเห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นส่วนเติมเต็มให้กับการแก้ปัญหาให้มีความสมบูรณ์ (ธีรวดี ถึงบุตร, 2554, น. 130-131; สุภัทรา ตันติวิทยมาศ, 2558)

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสภาพผู้เรียนในปัจจุบัน และการเตรียมผู้เรียนในอนาคต จำเป็นต้องจัดการเรียนรู้ และฝึกฝนผ่านกระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ซึ่งสะเต็มศึกษาจะเน้นไปที่กระบวนการคิด และการแก้ปัญหาโดยใช้การผสมผสานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางคณิตศาสตร์และกระบวนการออกแบบ (Process design) ตามแนวทางของการศึกษาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกันซึ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดที่สำคัญ ซึ่งจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของ สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ รวมถึงการใช้การออกแบบทางวิศวกรรม โดยผ่านการทำกิจกรรม หรือการทำโครงการ เพื่อการแก้ปัญหาที่ในการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิด การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การแก้ปัญหา และการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรมีในศตวรรษที่ 21 เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีวิธีการนำสะเต็มศึกษา มาใช้จัดการเรียนการ

สอนรูปแบบต่างๆ ให้กับนักเรียนมาใช้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิด เช่น การจัดการสอนแบบบูรณาการการสอนโดยใช้โครงงาน การสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน การใช้ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (Bybee, 2010; พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556; รัชพล รัตนาวงศ์, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่สร้างขึ้นในรูปแบบของสื่อการเรียนการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยบทบาทของครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษา ปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ เต็มประสิทธิภาพ และความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้นักเรียน ประสบความสำเร็จ และสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (ชลลลิตี จันทาสี, 2543, น. 41; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, นิคม ทาแดง, และ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, 2523, น. 105; บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95)

นอกจากนี้ในรอบหลายปีที่ผ่านมาหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยที่กำลังเผชิญและได้รับผลกระทบกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงมากขึ้น เช่น สภาพอากาศแบบสุดขั้ว (Extreme Weather) อุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ การเสื่อมโทรมของทรัพยากร มลภาวะ และระบบนิเวศเสียสมดุล จนทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพ ลดลงอย่างรวดเร็วปัญหาที่ประเทศ และจากข้อมูลการประเมินปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) พบว่าในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอย ประมาณ 25.37 ล้านตัน หรือประมาณ 69,322 ตันต่อวัน ซึ่งมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้นกว่าทุกปี ทั้งนี้ เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น การบริโภคที่เพิ่มขึ้น และจากข้อมูลการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2563 ที่ผ่านมา พบว่า ขยะมูลฝอยชุมชน 25.37 ล้านตัน ได้ถูกนำไปกำจัดได้อย่างถูกต้องประมาณ 9.13 ล้านตัน สำหรับขยะมูลฝอยอีกประมาณ 7.88 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 31 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะถูกนำไปจัดการอย่างไม่ถูกต้องซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี เช่น การเทกอง การเผากลางแจ้ง การเผากำจัดในเตาเผาขนาดเล็กที่ไม่มีการบำบัดมลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา

สำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่ได้ผลและยั่งยืน มีความจำเป็นที่ต้องแก้ไข โดยเริ่มต้นที่มนุษย์ ควรปลูกฝังให้มนุษย์มีจิตสำนึก เกิดการรัก และหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเมื่อมนุษย์เกิดความรู้สึก รัก ห่วงแหน และมีพฤติกรรมที่ปกป้องหรืออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนั้นแล้ว มนุษย์จะไม่แสดงพฤติกรรมที่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและ

สิ่งแวดล้อมนั้น ปัญหาสิ่งแวดล้อมก็จะลดลงในที่สุด ซึ่งการปลูกฝังจิตสำนึกให้มนุษย์รักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ได้ผลดี และจะทำให้เกิดความยั่งยืนนั้น จะต้องเริ่มปลูกฝังขณะที่ยังเป็นเด็กหรือเยาวชน เพราะเป็นช่วงวัยที่พร้อมจะเปิดรับ และเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ที่เข้ามาในชีวิต ซึ่งถ้าได้รับการปลูกฝังแต่สิ่งที่ดี จะส่งผลต่อจิตใจที่ดีตามมาด้วย นอกจากนี้ยังส่งผลให้เติบโตไปเป็นผู้ใหญ่ที่รักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในอนาคต (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2558) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมทั้งส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมตามแนวทางการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างมีระบบในโรงเรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาทั้งด้านเนื้อหา และทักษะในศตวรรษที่ 21

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในประเด็นต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

2.2 เพื่อเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

2.4 เพื่อเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดีมาก)

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยนี้จะมีส่วนสำคัญ และจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ดังนี้

1. ได้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนาทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง และสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาประเทศ และบริบทในการดำรงชีวิตของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2. การวิจัยในครั้งนี้ทำให้รับรู้ถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอน และผู้ที่สนใจ ที่ต้องการหาปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งทักษะนี้เป็นทักษะหนึ่งในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่มีความสำคัญกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการสร้างเสริมจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สังคมโลกจำเป็นต้องตระหนักในสถานการณ์โลกในปัจจุบัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาจันทบุรี ตราด จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งลดละความสามารถ โดยมีนักเรียน ห้องละ 30 คน รวมทั้งสิ้น 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองตากงพิทยาคาร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้ง ใช้เวลาสัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที จำนวน 9 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 18 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ คือ การใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
2. ตัวแปรตาม คือ
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.2 จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน หมายถึง สื่อการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้เกิดความรู้ ความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ที่นักเรียนมีหน้าที่ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้อำนวยการควบคุมในการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 32-33)

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นตอนนี้ครูจะทำหน้าที่กระตุ้นนักเรียน เพื่อให้เกิดความสงสัยในเรื่องที่ครูนำเสนอ โดยการใช้คำถาม ภาพ หรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้ภายในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

2) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อทำการค้นหาคำตอบหรือค้นหาคำอธิบายจากสิ่งที่นำเสนอไว้ในชุดกิจกรรม

3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** ขั้นตอนนี้ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ได้รวบรวมจากการปฏิบัติกิจกรรม แล้วนำมาวิเคราะห์หรือทำการอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสร้างคำตอบหรือคำอธิบาย

4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ขั้นตอนที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาคำตอบที่ตนเองสร้างขึ้น กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ในเรื่องอื่น ๆ และปรับปรุงคำตอบหรือคำอธิบายให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5) **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ขั้นตอนที่ครูจะสร้างความท้าทายกับนักเรียน เพื่อให้เกิดการนำเอาความรู้ที่ได้นำไปปรับใช้ และประยุกต์ใช้ร่วมกับสถานการณ์อื่นๆ ภายในชุดกิจกรรมการสะเต็มศึกษาหรือนำเสนอประเด็นคำถามใหม่ที่อยากรู้หลังจากการเรียนรู้

ซึ่งชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยยึดขั้นตอน หลักการสร้าง และออกแบบชุดกิจกรรมของ เนลสัน (Nelson, 1975, pp. 247) เพื่อใช้เป็นสื่อที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย

- 1.1 ชื่อชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรม
- 1.2 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการใช้ชุดกิจกรรม
- 1.3 จุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้บรรลุผล
- 1.4 เวลา เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุด
- 1.5 เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ประกอบการทำกิจกรรม
- 1.6 สถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นส่วนที่ระบุสถานการณ์ที่เป็นการบรรยายด้วยข้อความ รูปภาพ หรือกิจกรรมการทดลอง
- 1.7 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติ โดยทำการศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้หลักการความรู้ของสะเต็มศึกษามาใช้ในการออกแบบการแก้ปัญหา

โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน เป็นสื่อสำหรับนักเรียนที่ประกอบไปด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการกำหนดในคู่มือครู โดยนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 3 ชุดกิจกรรม ได้แก่ ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ 1 ร่วมด้วยช่วยกันแก้(ปัญหา) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ 2 ร่วมกันออกแบบ และชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ 3 ร่วมกันสร้างสรรค์สู่การนำเสนอ

2) คู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน หมายถึง สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน ที่ประกอบไปด้วยชื่อกิจกรรม คำนำ คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับครู ผังมโนทัศน์ของหน่วยการเรียนรู้ เอกสารอ้างอิง และแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้ 1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 2) สาระสำคัญ 3) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4) สาระการเรียนรู้ 5) สื่อการเรียนรู้ 6) กิจกรรมการเรียนรู้ ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และ 7) การวัดและประเมินผล

2.) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดพิจารณาอย่างไตร่ตรองผ่านขั้นตอนการตรวจสอบหลักฐานด้วยความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจ นำไปสู่ลำดับการจัดการกับปัญหาแล้วสรุปผลอย่างถูกต้องสมเหตุสมผล ซึ่งสามารถวัดได้ด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นแบบวัดในลักษณะข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยแบ่งเป็น 6 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ด้าน โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 137) โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบวัด ที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ 5 ด้าน ดังนี้

1. ค้นหาปัญหา (Clarify problem) เป็นขั้นที่รู้จักค้นหาลักษณะของปัญหา นักเรียนรู้อะไรและยังไม่รู้อะไรเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ
2. พิจารณาทางเลือก (Consider alternatives) เป็นขั้นพยายามหาทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด
3. วางแผนแก้ปัญหา (Devise plan of attack) เป็นขั้นที่พยายามวางแผนแก้ปัญหาในแนวทางที่เลือก
4. ดำเนินการแก้ปัญหา (Solve problem) เป็นขั้นแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้
5. วิเคราะห์ผลลัพธ์ (Analyze outcomes) เป็นขั้นที่ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความเที่ยงตรงเพียงใด และเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่

3.) จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หมายถึง การที่นักเรียนได้รับรู้ ความรู้ที่ถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ส่งผลทำให้เกิดองค์ความรู้ เห็นความสำคัญจนกระทั่งเกิดความรู้สึก และแสดงออกถึงพฤติกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การรู้จักใช้ การเก็บรักษา การสงวน ซ่อมแซม และปรับปรุงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักการและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบบวัดจิตสำนึก ที่ใช้เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 30

ข้อ โดยวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแนวคิดของ ป. มหาพันธ์ (2544: 136-138) ดังนี้

1. ด้านการรับรู้ คือ ความรู้ ความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสภาวะปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

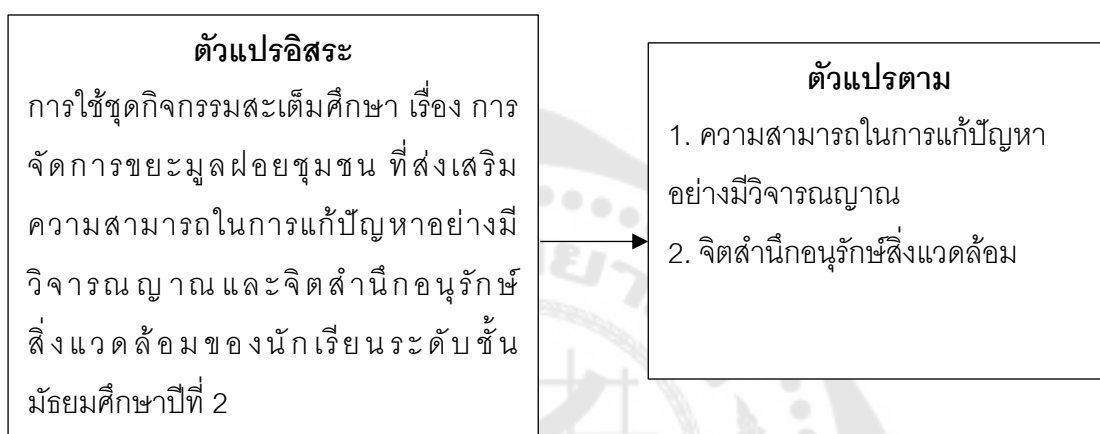
2. ด้านความรู้สึก คือ ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของตัวนักเรียน เมื่อได้พบเห็นหรือสัมผัสสิ่งแวดล้อม และแสดงความรู้สึกนั้นออกมา เช่น ความรู้สึกดี ไม่ดี ความรู้สึกเห็นคุณค่า ไม่เห็นคุณค่า เป็นต้น หลังจากนั้น นักเรียนจะแสดงความรู้สึกที่มีต่อสิ่งแวดล้อมออกมาในรูปแบบของการแสดงออกทางพฤติกรรม

3. ด้านการประพฤติปฏิบัติ คือ เมื่อนักเรียนมีความรู้ เกิดความเข้าใจ มีความรู้สึกที่ดี รวมทั้งเห็นถึงคุณค่าของสิ่งแวดล้อม จะนำไปสู่การประพฤติปฏิบัติ เช่น การรู้จักใช้ การเก็บรักษา การซ่อมแซม และการปรับปรุงแก้ไขสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน และสังคมได้ รวมทั้งมีการเผยแพร่ความรู้ให้กับประชาชนในชุมชน รวมทั้งสังคมได้ถูกต้องและเหมาะสม สำหรับเกณฑ์การแปลความหมายแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยกำหนดผ่านเกณฑ์ค่าเฉลี่ย 4.51 ซึ่งผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ตามเกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 209)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมที่สร้างขึ้นในรูปแบบของสื่อการเรียนการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ที่บูรณาการองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อนำความรู้ไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมถึงการสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยบทบาทของครูเป็นผู้นำช่วยเหลือ ซึ่งมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษา ปฏิบัติ ร่วมกันเป็นกลุ่ม และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถอย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อให้ นักเรียนประสบความสำเร็จ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ (ชลสดี จันทาสี, 2543, น. 41; ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่น ๆ, 2523, น. 105; บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) โดย ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาดังกล่าว ทำให้นักเรียนเกิดการ พัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับแนวพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะการคิด นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง นั่นคือ การคิด วิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะ ที่นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มี

ทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการยอมรับคำวิจารณ์ของผู้อื่น (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556, น. 2-3) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญ และสนใจที่จะทำการศึกษากการใช้ชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยสามารถ สรุปรายออกมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
3. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดีมาก)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้ทำการนำเสนอตามหัวข้อ ต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
 - 1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 1.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา
 - 1.3 แนวทางการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน
 - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของสะเต็มศึกษา
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
 - 2.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 2.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
 - 2.3 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดกิจกรรม
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.4 กระบวนการการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.5 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
 - 4.1 จิตสำนึก
 - 4.2 การวัดจิตสำนึก
 - 4.3 จิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการสอนแบบบูรณาการข้ามสาระวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่น และวิธีการสอนของแต่ละวิชามาสานกัน เพื่อให้ นักเรียนได้นำความรู้ ของแต่ละสาขามาใช้ในการแก้ปัญหาที่ค้นพบในการดำรงชีวิต และการ ทำงาน รวมถึงการพัฒนานวัตกรรมของโลกในยุคปัจจุบัน และในอนาคตสำหรับการพัฒนาระบบ เศรษฐกิจ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียนซึ่งมีความสำคัญอย่าง มากในการพัฒนาคนให้มีศักยภาพ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และ ความมั่นคงรวมถึงการพัฒนาของประเทศ (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556, น. 50; สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 1; สุธีระ ประเสริฐสุวรรณ, 2558, น. 2)

1.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

การจัดกระบวนการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาเน้นการแก้ปัญหา โดยผ่านกิจกรรมการ เรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หรือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีหน่วยงานทาง การศึกษา ผู้มีความรู้ และนักวิชาการทางศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิด และลักษณะของ สะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

Gonzalez และ Kuenzi (2012, pp. 1) ได้ให้แนวคิด และอธิบายถึงลักษณะของ สะเต็มศึกษา ว่าเป็นการสอนและการเรียนรู้ในศาสตร์หลายสาขา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการศึกษาข้ามผ่านหลายระดับชั้นทั้งใน ห้องเรียนและนอกห้องเรียน

รักษพล ธนานนวงศ์ (2556, น. 1-3) ได้ให้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม ศึกษาเพิ่มเติมเอาไว้ว่า ในอดีตการเรียนรู้สะเต็มศึกษาใน 4 วิชาในสะเต็มศึกษานั้น แยกออกจาก กันอย่างอิสระ ทั้งนี้เมื่อไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา นักการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกามีความต้องการที่ จะเน้นที่ตัว “E” หรือ วิศวกรรม ให้มากและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องด้วยพบว่า การเน้นการ กระบวนการเรียนรู้โดยนำศาสตร์ด้านวิศวกรรมมาใช้มากขึ้นกว่าเดิม นอกจากจะช่วยเสริมให้การ เรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ให้เกิดความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นักเรียนยังสามารถฝึกฝนทักษะการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และ เกิดการเรียนรู้สะเต็มที่มีความสมบูรณ์แบบมากขึ้น นอกจากนี้การเรียนการสอนแบบบูรณาการ ของทั้ง 4 วิชา จำเป็นต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันคิด ร่วมกันอภิปราย และสามารถสื่อสารเพื่อนำเสนอชิ้นงาน ซึ่งใกล้เคียงกับแนวทางการเรียนรู้แบบ

Project-Based Learning ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น อันได้แก่ การเตรียมพร้อมผู้เรียนทั้ง 5 ด้านที่สำคัญ ได้แก่ การทำความเข้าใจเนื้อหาแกนหลักทางวิชาการได้อย่างดี (Mastering Core Content) การวิเคราะห์วิจารณ์ (Thinking Critically) และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Solving Complex Problem) การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (Working Collaboratively) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Communicating Effectively) การเป็นผู้ริเริ่ม (Self-Directed) และรับคำวิพากษ์วิจารณ์ได้ (Incorporate Feedback)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4-6) กล่าวถึงแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ผ่านโครงงานหรือกิจกรรมที่บูรณาการรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยใช้ แนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการสร้างสรรค์เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่เป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่ง กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1. การระบุปัญหา 2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3. การวางแผนและพัฒนา 4. การทดสอบและประเมินผล และ 5. การนำเสนอผลลัพธ์

ส่วนการบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ คือ

1. การบูรณาการร่วมกันภายในวิชา เป็นการบูรณาการที่เกิดจากการที่ครูแต่ละรายวิชาจัดการเรียนรู้ตามรายวิชาของตนเองโดยมีหัวข้อหรือจุดประสงค์ร่วมกัน
2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ เป็นการบูรณาการ โดยการจัดการเรียนรู้ข้อหลัก (Theme) ของแต่ละวิชาาร่วมกัน แต่การจัดการเรียนการสอนแยกกันในแต่ละรายวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการ เชื่อมโยงระหว่างวิชา กับ ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว ของนักเรียนได้
3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการบูรณาการที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ใน เนื้อหาสาระของ 2 วิชาขึ้นไป เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้อง และเชื่อมโยงทักษะของแต่ละวิชาได้
4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้ นักเรียนได้ ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ระบุปัญหาแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาและ วิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ (พรทิพย์ ศิริภัก ราชัย, 2556, น. 2-3) ได้อธิบายถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไว้ว่า

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ โดยการบูรณาการดังกล่าว เกิดขึ้นระหว่างศาสตร์ของสาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของแต่ละรายวิชา รวมถึงวิธีการสอนแต่ละวิชามาสวมผสาน ดังนี้คือ

วิทยาศาสตร์ (Science: S) ให้ความสำคัญถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยนักการศึกษาได้ให้คำชี้แนะกับครูผู้สอนไว้ว่าการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Based Science Teaching) ซึ่งเป็นกิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา เพราะอาจทำให้เกิดการเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการนำสะเต็มศึกษามาใช้จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนที่สนใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น และสามารถประสบผลสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (Technology: T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการทำงานทางเทคโนโลยีที่ (Engineering Design หรือ Design Process) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายถึงวิชาคอมพิวเตอร์ หรือ ICT

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) เป็นรายวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ รวมไปถึงการพัฒนานวัตกรรมต่างที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การนำเอาความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาใช้ในการสร้างผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด โดยอาศัยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และเป็นขั้นตอนการทำงานที่เป็นลักษณะวงจร อีกทั้งยังเป็นการทำงานที่สามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงได้ตลอดเวลาขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ ซึ่งจุดสำคัญที่กระบวนการทางวิศวกรรม แตกต่างออกไปกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นั่นก็คือกระบวนการออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ววิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุด (“Optimum” rather than “Right”) เน้นที่การประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา ในขณะที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มักจบอยู่กับการได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัยหรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีเท่านั้น

คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงเพียงการนับเลข หรือจำนวน แต่เกี่ยวกับข้องกับองค์ประกอบที่อื่นๆ ที่สำคัญ นั่นคือ กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์

(Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่าง และคุณสมบัติ นอกจากนี้ภาษาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์สำหรับการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า เป็นต้น และยังเป็นส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของนักเรียนหรือทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับ โดยเริ่มตั้งแต่ระดับอนุบาล จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ยกตัวอย่างในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้ในแต่ละรัฐนำการจัดการเรียนรู้รูปแบบของสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับห้องเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน ปัญหาเป็นฐาน และออกแบบเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานและนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าครูผู้สอนสามารถนำสะเต็มศึกษามาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนได้เร็ว หรือเริ่มต้นให้ไวขึ้นก็จะเพิ่มความสามารถในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้ดีมากยิ่งขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น โดยสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งช่วยเพิ่มโอกาสในการทำงาน เพิ่มมูลค่า และสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3. เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการคิดอย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพสอดคล้องกับปัจจุบัน นั่นคือยุคศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านทักษะการคิด นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะ ที่นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้ มีทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการยอมรับคำวิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแนวคิดของการจัดกระบวนการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษา คือการนำเอาความรู้ของศาสตร์วิชาทั้ง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาผนวกเข้าด้วยกันโดยการบูรณาการ โดยจำเป็นจะต้องจัดการเรียนการสอน และจำเป็นต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่าน ซึ่งส่งเสริมให้ได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตัวเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องและเชื่อมโยงของเนื้อหาในแต่ละสาขาวิชา เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

ให้เกิดความน่าสนใจ ซึ่งนักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการนำเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งสามารถบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับอนุบาล-มัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 แนวทางการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมหรือการทำโครงการที่เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนโดยมีนักวิชาการได้ให้แนวทางการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2555, น. 17) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลของการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ไว้ดังนี้ คือ การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตร และมาตรฐานการเรียนรู้ โดยสามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนและเป็นภาระกับครูผู้สอน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นไปที่การลงมือปฏิบัติทาง ทั้งในด้านการทดลองและสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ จากการฝึกปฏิบัติ

การจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้น ควรมีการกำหนดเวลาอย่างชัดเจน และให้สอดคล้องกับภาระงานของนักเรียน ซึ่งอาจแบ่งกิจกรรมได้เป็นช่วงเวลาสั้นๆ (4-6 ชั่วโมง) กิจกรรมโครงการย่อย (2-8 สัปดาห์) หรือทำในรูปแบบของโครงการระยะยาวตลอดภาคเรียนก็สามารถทำได้ ซึ่งหลักการสำคัญคือจำเป็นต้องใช้บริบทกิจกรรมที่ผู้เรียนนั้นคุ้นเคยเพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับชีวิตจริง มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหา ฝึกการคิดเชิงระบบ และความคิดวิเคราะห์ มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และฝึกการใช้อุปกรณ์ สื่อ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 7-16) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนเน้นรูปแบบบูรณาการ โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการ เรียนรู้และทักษะที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้นเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มนั้นจะใช้กิจกรรมสะเต็มในการจัดการเรียนการสอน โดยคุณตัวชี้วัด ของแต่ละวิชาทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถบูรณาการ ร่วมกันได้ ร่วมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งทักษะที่สำคัญสำหรับกิจกรรมสะเต็มคือทักษะในศตวรรษที่ 21 และการนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้กับการเรียนการสอนดำเนินการได้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. นำกิจกรรมสะเต็มสอดแทรกตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในแต่ละวิชาในคาบเรียน โดย กิจกรรมนั้นต้องใช้เวลาให้เหมาะสมกับคาบเรียนนั้น ซึ่งผู้สอนสามารถพิจารณาจากตัวชี้วัด หรือ จุดประสงค์ของกิจกรรมว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใด

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชา ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา หรือการทำโครงงาน เป็นต้น โดยรูปแบบการสอนนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมาก โดยมีความซับซ้อนและมีความยาก โดยมีข้อดีที่ครูผู้สอนสามารถจัดหา ผู้เชี่ยวชาญ ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาให้กับนักเรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบ และสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมสะเต็มในกิจกรรมนอกห้องเรียน เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย เป็นต้น เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา มีข้อดีคือทำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

Belland (2017, pp. 4) ได้ให้แนวคิดของวิธีการนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนว่าวิธีการดังกล่าวอาจแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละด้าน ไม่ว่าจะเป็นในด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู และในด้านของนักเรียน ตัวอย่าง เช่น ในด้านของการเรียนรู้ด้วยโครงงานและการเรียนรู้ด้วยการออกแบบ นักเรียนจะต้องนำเสนอด้วยความท้าทายในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่แก้ไขปัญหา โดยการเรียนรู้จะรวมเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มาใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมและนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างผลงานและนวัตกรรมขึ้น

จากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนนั้นต้องเน้นการบูรณาการร่วมกันของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัดที่สอดคล้องกัน โดยใช้การออกแบบทางวิศวกรรมและทักษะในศตวรรษที่ 21 เข้าร่วมในการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยต้องคำนึงถึงบริบทและสภาพของนักเรียนเชื่อมโยงกับปัญหาและสถานการณ์ใกล้ตัว มุ่งเน้นฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดเชิงระบบ และการคิดวิเคราะห์ โดยมีการนำสื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลายมาช่วยในการจัดการเรียนสอน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางคือ การจัดกิจกรรม สะเต็มแทรกตามเนื้อหาวิชาในแต่ละคาบเรียน การจัดกิจกรรมสะเต็มในรายวิชาเลือกเสรี และการจัดกิจกรรม สะเต็มในกิจกรรมนอกห้องเรียน ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยดำเนินการสอนเรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน โดยจัดกิจกรรมสะเต็มแทรกตามเนื้อหาวิชาในแต่ละคาบเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็ม เรื่อง การจัดการขยะมูล

ฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน สามารถบูรณาการร่วมกับ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ได้ และผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมที่สามารถจัดการเรียนรู้ได้ในคาบเรียน โดยใช้เวลาอย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของสะเต็มศึกษา

สุริยา ฮ่องเสนาะ (2559, น. 11) ได้บอกข้อดีของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. สะเต็มศึกษา ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกได้มากขึ้น จากกการบูรณาการเนื้อหา ทักษะ กระบวนการที่สัมพันธ์กันทั้ง 4 รายวิชาเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวมแทนการเรียนรู้แบบแยกส่วน นักเรียนมองเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาที่เรียนกับสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่กว้างไกล ซึ่งความสามารถที่เกิดจากเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการนำไปใช้ศึกษาต่อและการประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้จริงและสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยผู้เรียนที่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ STEM นั้นมีโอกาสเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและโอกาสในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM สูง โดยที่มีการศึกษา และคาดการณ์ว่าประมาณร้อยละ 80 ของอาชีพในอนาคตจะเป็นอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2. สะเต็มศึกษา ช่วยในการพัฒนา และส่งเสริมในด้านสติปัญญา ด้านทักษะการคิดให้กับนักเรียน โดยเฉพาะทักษะที่สำคัญนั่นคือทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงระบบ การรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนทักษะการสร้างนักนวัตกรรมในการสร้างสรรค์ และกระบวนการใหม่ ๆ ที่จำเป็นภายใต้ระบบเศรษฐกิจที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งนวัตกรรมที่เกิดขึ้นมีพื้นฐานมาจากความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเฉพาะการเรียนรู้เนื้อหาด้าน STEM ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งช่วยพัฒนาคุณลักษณะ ค่านิยมอันพึงประสงค์ คือ นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม มีทักษะในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่ว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นตัวช่วยให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาของ STEM ที่มีความจำเป็นที่จะช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศ

Chen, 2012; Fioriello, 2011, อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558, น. 45) ได้บอกข้อดีของสะเต็มไว้ว่า

1. ช่วยส่งเสริมความเท่าเทียมทางการศึกษาระหว่างเพศชายและเพศหญิง เนื่องจากมีข้อมูลที่ได้รับการพิสูจน์ว่าแนวคิดในรายวิชาต่าง ๆ เน้นภาคทฤษฎีซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ของเพศหญิงมากกว่าเพศชาย แต่ส่งเสริมศึกษาถูกออกแบบให้ทั้งสองเพศมีความเท่าเทียมกันโดยมีเป้าหมายสูงสุดคือการเป็นสมาชิกของสังคมที่ประสบความสำเร็จ

2. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

3. ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็น อาทิ การคิดเชิงระบบ การสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น ทั้งยังช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านสะเต็มที่มีส่วนสำคัญในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อขับเคลื่อนสังคมให้มีความมั่นคงและเจริญก้าวหน้านอกจากนี้

Eberle, 2010; Reeve, 2013, ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558, น. 16) ได้กล่าวถึงข้อดีของสะเต็มไว้ว่า สะเต็มสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงระบบ (System thinking) การรู้วิทยาศาสตร์ และสร้างนักนวัตกรรมรุ่นใหม่ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และกระบวนการใหม่ๆ อย่างยั่งยืนภายในระบบเศรษฐกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งนวัตกรรมที่เกิดขึ้นนี้ล้วนมีพื้นฐานมาจากความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สำหรับข้อจำกัดของสะเต็มศึกษา (สุรียา ช้องเสนาะ, 2559, น. 11-12) ได้ให้ความเห็นว่า สะเต็มศึกษายังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนไว้ว่า

1. ประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรการสอนที่แบ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ยังไม่รวมมีกลุ่มสาระการเรียนรู้วิศวกรรมศาสตร์ที่ปรากฏขึ้นอย่างชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีลักษณะเป็นการสอดแทรกอยู่ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงทำให้ไม่มีความชัดเจน ถึงแนวทางที่ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้

2. ความไม่พร้อมของสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื้อหา บทเรียน กระบวนการวัดและประเมินที่ชัดเจน จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาขาดความพร้อมของสื่อในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้ประสบความสำเร็จได้ยาก

3. การบูรณาการโดยการรวมเนื้อหาและประสบการณ์ไว้ในระดับชั้นมัธยมศึกษา และในระดับที่สูงขึ้นมีความเป็นไปได้ยาก

4. ครูผู้สอนในปัจจุบันส่วนใหญ่ ยังไม่มีความสามารถ ขาดความชำนาญ และไม่มีความรู้เพียงพอที่จะจัดการเรียนการสอน ดังนั้นควรมีการศึกษา และวางแผนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาให้เกิดความชัดเจน มีการอบรมให้ความรู้แก่ครู เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีรูปธรรม ถ้าในระดับผู้บริหารสถานศึกษาให้ความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าว จะส่งเสริมให้เกิดแผนการพัฒนาครูที่ดีและมีความชัดเจน ซึ่งจะมีส่วนช่วยทำให้ผู้บริหารสถานศึกษา และครูผู้สอนเข้าใจ และสามารถนำองค์ความรู้ และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิด รวมถึงสามารถพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ และค่านิยม ซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่สำคัญซึ่งจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 แต่ก็ยังมีข้อจำกัดของความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพราะยังขาดสื่อ บทเรียน และเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ขาดแคลนบุคลากร หรือผู้เชี่ยวชาญที่จะให้ความรู้อย่างชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาข้อดีภายใต้ข้อจำกัด ยังจะพบได้ว่า ความไม่ชัดเจนนี้เปิดโอกาสให้ครูผู้สอนสามารถนำแนวคิดไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยไม่มีกรอบใด ๆ มาบังคับ ทั้งนี้เพื่อบรรลุเป้าหมายสูงสุดร่วมกันคือ การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองของชาติที่มีการรู้ด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

จารุกิตติ์ ชินนะราช (2563, น. 84) ได้ทำการศึกษา ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่า ระหว่างเรียน และ ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการสร้างผลงานนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิรกาญจน์ แผนกุล (2562, น. 100-101) ได้ทำการศึกษา ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่มีต่อความสามารถในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาตาม มาตรฐานสะเต็มศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ทำให้มีความรู้ที่จะทำงานในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาตาม มาตรฐานสะเต็มศึกษาได้เพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลผลิตทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 1 ของการศึกษาระดับมัธยมศึกษา หลังเรียนตามแผนที่เขียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

English, King, และ Smeed (2017, pp. 27-31) ได้ทำการศึกษา การบูรณาการการจัดการเรียนรู้สะเต็มผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการออกแบบสร้างอาคารป้องกันแผ่นดินไหว กับนักเรียนจำนวน 136 คน นักเรียนใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ และการออกแบบทางวิศวกรรม ในการวางแผนวาดภาพแล้วสร้างอาคารที่ออกแบบมาเพื่อทนต่อความเสียหายจากแผ่นดินไหวโดยคำนึงถึงข้อ จำกัด หลายประการ ในการทดสอบนักเรียนออกแบบใหม่เพื่อสร้างโครงสร้างที่ได้รับการปรับปรุง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการกลุ่ม ระหว่างขั้นตอนการออกแบบการทบทวนการกำหนดขอบเขตปัญหาบ่อยครั้งการรับรู้ถึงเป้าหมายของปัญหาขอบเขตและข้อจำกัด นอกจากนี้นักเรียนยังได้ฝึกการสังเกตเห็นว่าต้องพิจารณาองค์ประกอบของปัญหาจำนวนหนึ่งพร้อมกันเพื่อระบุความสามารถในการจัดการความซับซ้อนของงาน

Prima, Oktaviani, และ Sholihin (2018, pp. 4) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็ม เรื่อง ไฟฟ้า ร่วมกับการใช้สถานการณ์จำลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องสะเต็ม พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็ม เรื่อง ไฟฟ้า ร่วมกับการใช้สถานการณ์จำลองช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจเรื่องสะเต็มในทุกด้าน (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์) โดยด้านที่ได้รับการพัฒนาอย่างมากที่สุดคือด้านเทคโนโลยี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งพบการจัดการเรียนรู้โดยนำสะเต็มศึกษามาใช้ว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

2.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมเป็นสื่อ นวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งที่สามารถช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งชุดกิจกรรมอาจมีการเรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น ชุดกิจกรรม

ชุดการเรียนรู้ ชุดการสอน เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า ชุดกิจกรรม ในงานวิจัยนี้ โดยผู้ที่มีความรู้ รวมถึงนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรม (ชลสดี จันทาสี, 2543, น. 41; ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่น ๆ, 2523, น. 105; บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95) ซึ่งสามารถวิเคราะห์แล้วสรุปความหมายได้ว่า ชุดกิจกรรม คือ นวัตกรรมที่สร้างขึ้นในรูปแบบของสื่อสื่อการเรียนการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ ซึ่งมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ให้นักเรียน ได้ศึกษา ปฏิบัติ ร่วมกันเป็นกลุ่ม และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ เต็มประสิทธิภาพ และความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้นักเรียน ประสบความสำเร็จ และบรรลุตามวัตถุประสงค์

2.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมประกอบด้วยหลายองค์ประกอบตามความเหมาะสม มีผู้ที่มีรู้และนักการศึกษา หลายท่านด้วยกันระบุนองค์ประกอบของชุดกิจกรรม ไว้ดังนี้

Nelson (1975, pp. 247) ได้สร้างชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับแนะนำครู ซึ่งประกอบด้วย กิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ภายในห้องเรียน หรือใช้สำหรับเป็นหนังสือเพิ่มเติม เพื่อใช้ฝึกฝนทักษะการทำโครงการในการสร้างชุดการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมประกอบด้วยปัญหาเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมคำถาม การที่มีปัญหาและคำถามจะทำให้ครูเลือกกิจกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาใช้ในการสอบถามระดับความคิดเห็นของนักเรียน ได้คำถามทางด้านความคิดสร้างสรรค์จะรวบรวมไว้ทำกิจกรรม คำถามเหล่านั้น จะช่วยให้นักเรียนและครู เกิดการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการทดลองกว้างขวางออกไป ถ้านักเรียนมีความสนใจจะศึกษาเพิ่มเติมขึ้นไปอีก ทุกกิจกรรมที่สร้างขึ้นอยู่กับระดับชั้น กลุ่มและความสนใจของเด็กลักษณะของชุดการเรียนรู้กิจกรรมประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นชื่อเรื่องของกิจกรรม
2. วัสดุ อุปกรณ์
3. วิธีการดำเนินการทดลอง
4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วย การอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
แนะนำต่าง ๆ ในการศึกษาต่อไป
5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เกิดความคิด คำถามเข้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถามและคิดหาวิธีการเหล่านั้นเพื่อหาคำตอบเหล่านั้น

โดยองค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีลักษณะดังนี้ คือ

1. ชื่อชุด หมายถึง ลำดับที่ของชุด และหัวเรื่องของชุดกิจกรรม
 2. เวลา หมายถึง ระยะเวลาเรียน หรือระยะเวลาที่ใช้
 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การกำหนด และการระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
 4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคติพจน์ให้นักเรียนคิดเพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงเนื้อหา และสร้างจิตสำนึก
 5. กิจกรรม หมายถึง การกำหนดกิจกรรม การปฏิบัติ การอ่านค้นคว้าจากเอกสารหนังสือเรียน โดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้
 6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบเนื้อหา ข้อความที่สรุปไว้ว่าถูกต้องกับระดับความเข้าใจของนักเรียน
 7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้นักเรียนเลือกทำกิจกรรม
 8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การตอบคำถามของนักเรียนในส่วนที่มีการกำหนดคำถามตามจุดประสงค์
 9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถตรวจคำตอบด้วยตนเอง โดยสามารถดูจากแบบเฉลยคำตอบ
 10. แบบประเมินตนเอง หมายถึง แบบฟอร์มให้นักเรียนกรอกคะแนนที่ได้จากการประเมินผลด้วยตนเอง
- สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2535, น. 43) กล่าวว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีองค์ประกอบดังนี้
1. ชื่อชุด หมายถึง หัวเรื่องและลำดับที่ของชุด
 2. เวลา หมายถึง ระยะเวลาเรียนเป็น 50 หรือ 100 นาที ตามหลักสูตร
 3. จุดประสงค์การเรียนรู้หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร
 4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคติพจน์ให้เกิดการคิดเพื่อการสร้างจิตสำนึกการ พึ่งพาตนเอง
 5. กิจกรรม หมายถึง การศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร การกำหนดงานปฏิบัติ หรือการ ทดลองโดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้
 6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ให้ว่าถูกต้องกับ ความเข้าใจเพียงใด

7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้นักเรียนเลือกกิจกรรมตามความสนใจ
8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การตั้งคำถามตามจุดประสงค์ให้นักเรียน ตอบ
9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การให้นักเรียนตรวจคำตอบจากแบบเฉลยคำตอบด้วย ตนเอง
10. แบบประเมินผลตนเอง หมายถึง แบบการประเมินที่ให้นักเรียนตรวจสอบให้คะแนนตนเอง

บุญเอื้อ ควรหาเวช (2542, น. 95-97) ได้จำแนกองค์ประกอบของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมที่สำคัญเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนของผู้สอนหรือผู้เรียนตามประเภทของชุดการสอน ซึ่งจะอธิบายถึงวิธีการใช้ชุดการสอน อาจเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้
2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ เป็นส่วนที่บอกผู้เรียนให้ทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ ส่วนใหญ่เป็นกระดาษแข็งขนาด 6x8 นิ้วอยู่ในชุดการสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย 1. คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา 2. คำสั่งให้ผู้เรียนทำกิจกรรม 3. การสรุปทบทเรียน
3. เนื้อหาสาระ และสื่อประกอบชุดกิจกรรม ซึ่งสามารถประกอบไปด้วย สไลด์ เทป วีดิโอ ฟันจำลอง บทเรียนโปรแกรม รูปภาพ เป็นต้น โดยผู้เรียนศึกษาสื่อต่าง ๆ ตามบัตรคา
4. แบบประเมินผล เป็นแบบประเมินที่อยู่ในชุดการสอน โดยผู้เรียนทำการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการสอน

2.3 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดกิจกรรม

การสร้างชุดกิจกรรมมีหลายขั้นตอน โดยมีผู้มีความรู้ นักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม ไว้ดังนี้

Butts (1974, pp. 85) เสนอหลักการสร้างไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างต้องกำหนดโครงร่างคร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อะไร
2. ศึกษางานด้วยวิทยาศาสตร์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก

6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. กำหนดการประเมินว่าจะประเมิน ผลก่อนหรือหลังเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่น ๆ (2523, น. 65) แบ่งหลักการสร้างชุดกิจกรรมไว้ 10

ข้อ ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์

2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งจากเนื้อหาวิชา

3. กำหนดหัวเรื่อง หรือหน่วยการสอนย่อยให้เหมาะสมกับเวลา 1-2 ชั่วโมง

4. กำหนดมโนทัศน์ และหลักการให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยสรุปแนวคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการนำเนื้อหาการสอนให้สอดคล้อง

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. กำหนดแบบประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

7. ทำการกำหนดและสร้างแบบประเมินให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อให้ทราบว่าหลังการจัดกิจกรรมนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่

8. ผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูนำมาใช้ ซึ่งเป็นสื่อการสอน เมื่อผลิตสื่อการสอนแล้วจัดไว้เป็นหมวดหมู่

9. ทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมดังกล่าว

10. ใช้ชุดกิจกรรมที่ได้รับการปรับปรุง และมีประสิทธิภาพเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไปจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

บุญเอื้อ ควรหาเวช (2542, น. 97-99) สรุปหลักการการสร้างชุดกิจกรรมไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ตามหมวดวิชาหรือบูรณาการก็ได้

2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาของวิชาเป็นหน่วยการสอนที่จะใช้ในหนึ่ง สัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่องหรือหน่วยการสอนย่อยให้สอดคล้องกับเวลาครั้งละ 1-2 ชั่วโมง

4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการให้สัมพันธ์กับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมสาระ แนวคิดและหลักเกณฑ์สำคัญเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาการสอน

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง โดยกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องมีเงื่อนไขและหลักเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

7. กำหนดแบบประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ หลังจากผ่านกิจกรรม

8. เลือกรูปแบบสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ซึ่งถือว่าเป็นสื่อการสอน ทั้งหมด โดยนำสื่อการสอนในแต่ละหัวข้อเรื่องจัดเป็นหมวดหมู่ไว้ในกล่อง

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน โดยกำหนดเกณฑ์ก่อนล่วงหน้าตามหลักการที่ว่า การ เรียนรู้เป็นการช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผล เพื่อเป็นการประกันว่าชุด การสอนมีประสิทธิภาพ

10. การใช้ชุดการสอน ให้ใช้ชุดการสอนที่ได้รับการปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่ตั้งไว้ไปสอนผู้เรียนตามประเภทของชุดการสอนและระดับการศึกษา

จากขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้สร้างชุดกิจกรรมที่มีขั้นตอน เริ่มจากกำหนดเนื้อหา หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ สร้างกิจกรรม และแบบประเมินผลผลิต สื่อการสอน แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เพื่อปรับปรุงชุดกิจกรรมให้มี ประสิทธิภาพแล้วก่อนนำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

นันทน์ภัส พงศ์ศรีโรจน์ (2560, น. 77-82) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรม การเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังจัดกิจกรรม สูงกว่า ก่อนจัดกิจกรรม และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดชา จันทน์น้ำใส (2561, น. 134-135) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมสะ เต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่าย วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็ม ศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าก่อนเข้า

ร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ngabekti, Prasetyo, Sulistyorini, และ Teampanpong (2019) ได้ทำการศึกษา ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ พบว่าชุดกิจกรรมดังกล่าวผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยามีประสิทธิภาพระดับดี และผลวิจัยยังพบว่าชุดกิจกรรมสะเต็มดังกล่าวพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในช่วง 64.60 – 98.60 และการรู้เทคโนโลยีของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 92 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 70.32

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา สามารถสรุปและสะท้อนให้เห็นได้ว่า ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมในรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการจัดการเรียนรู้ภายในชั้นเรียน การจัดกิจกรรมในรูปแบบของค่าย และแบบออนไลน์ต่างๆ ซึ่งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการคิดได้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า คือ กระบวนการคิดระดับสูงที่เกิดขึ้นจากการไตร่ตรองอย่างรอบคอบโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ ข้อมูลทางวิชาการ ว่าควรเชื่อหรือไม่กับข้อมูลข่าวสารที่ได้รับหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้เกิดความชัดเจนถูกต้องแม่นยำ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสามารถแยกแยะระหว่างเรื่องที่เป็นจริงหรือเป็นเท็จโดยผ่านขั้นตอนหรือกระบวนการคิดที่เป็นลำดับ นำไปสู่การแสวงหาคำตอบ และได้ข้อสรุปที่ตั้งไว้ อย่างสมเหตุสมผล (Norris และ Ennis, 1989, pp. 14; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2544, น. 6; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, น. 110; สมชาย รัตนทองคำ, 2556, น. 2; สุनीย์ เหมะประสิทธิ์, 2543, น. 126)

3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ คือ การผสมผสานของหลักการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเข้าด้วยกัน โดยการคิดพิจารณาอย่างไตร่ตรองผ่านขั้นตอนการตรวจสอบหลักฐานด้วยความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจ แสดงให้เห็นถึงการตรวจสอบอย่างละเอียดรอบคอบ ได้ใช้หลักเหตุผล วิเคราะห์วิจารณ์ สนับสนุนยอมรับหรือปฏิเสธ รู้จักตั้งคำถาม การลงข้อสรุป เพื่อวิเคราะห์ข้อโต้แย้งผ่านกระบวนการแก้ปัญหานำไปสู่ลำดับการจัดการกับปัญหาแล้ว

สรุปผลอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล (Gast, 2010, pp. 5; Jacob และ Sam, 2008, pp. 20; Kurfiss, 1988, pp. 294; สุณีย์ เหมะประสิทธิ์, 2543, น. 136)

3.3 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบขึ้นจาก การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยจึงทำการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

Paul, 2005, อ้างถึงใน เสกสรร มาตวังแสง (2552, น. 11) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับการแก้ปัญหา กล่าวคือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่จำเป็น และเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา โดยกระบวนการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ประการ คือ

1. จุดมุ่งหมาย คือ วัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายของการกระบวนการคิด การค้นหาคำตอบ หรือแนวทางในการแก้ปัญหา หรือการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้
2. ประเด็นคำถาม คือ สภาพปัญหา หรือคำถามที่มีความจำเป็นจะต้องรู้ โดยผู้คิด หรือนักเรียนสามารถระบุของปัญหาต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการตั้งคำถาม รวมถึงการระบุปัญหาที่สำคัญ เพื่อต้องการได้รับการแก้ไขหรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล องค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบกระบวนการคิด ซึ่งสมควรมีความกว้างของเนื้อหา และควรเป็นข้อมูลเชิงลึกชัดเจน สามารถยืดหยุ่นได้ และมีความถูกต้อง
4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ มีความชัดเจน ถูกต้องและมีปริมาณมากเพียงพอต่อการนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล
5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดหลากหลาย ซึ่งอาจรวมไปถึง กฎ ทฤษฎี หรือหลักการ โดยแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผลและแนวคิดที่ได้มานั้นข้องเกี่ยวกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบและความถูกต้อง
6. ข้อเสนอพื้นฐาน คือ องค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล โดยผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานได้อย่างชัดเจน สามารถสรุป และตัดสินใจได้ เพื่อประโยชน์ในการค้นหาข้อมูลมาใช้ประกอบในการคิดอย่างมีเหตุผล
7. การนำไปใช้และผลลัพธ์ที่ได้ เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ คือ ต้องมีการคิดไกล คิดโดยมองถึงผลลัพธ์ที่จะตามารวมถึงการนำไปใช้ได้ และความเหมาะสม

ชนาธิป พรกุล (2544, น. 177-178) ได้อธิบายถึง องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ ที่มีอยู่ด้วยกัน 4 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบจะมีในส่วนที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ภายในชั้นเรียน ได้แก่

1. การให้คำจำกัดความ และการทำให้กระจ่าง ได้แก่ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึง การระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบ ความเหมือนความแตกต่าง การระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และการสรุป

2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดความชัดเจนหรือท้าทาย เช่น ข้อความสำคัญ และความจำเป็นที่ต้องมีหรือปรากฏนั้นคืออะไร มีความหมายว่าอย่างไร ตัวอย่างนั้นคืออะไร อะไรบ้างไม่เกี่ยวข้องกับตัวอย่าง จะสามารถนำความรู้เรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไรได้ อะไรคือความถูกต้อง ใช้ข้อเท็จจริงในสิ่งที่กำลังกล่าวถึงหรือไม่ มีอย่างอื่น หรืออะไรที่ยังไม่ได้มีการกล่าวถึงอยู่หรือไม่

3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียง ความสอดคล้องกันระหว่างกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งประโยชน์ ความสามารถในการใช้เหตุผล

4. การแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป สามารถพิจารณาด้วยวิธีการนิรนัย และทำการตัดสินอย่างเที่ยงตรง หรือพิจารณาด้วยวิธีการอุปนัย และตัดสินใจข้อสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นตามมา

สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ (2558, น. 50) กล่าวว่า การที่จะเกิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรย์ญาณจะต้องเกิดองค์ประกอบตามที่กำหนด โดยทั่วไปจะมีความคล้ายคลึงของการแก้ปัญหาและคล้ายคลึงกับการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณในส่วนการจัดการกับทางเลือกในการตรวจสอบ แยกแยะ เปรียบเทียบ ตีความและหาข้อเท็จจริงจากข้อมูลที่ได้รับ สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรย์ญาณ มีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนดังนี้

1. ปัญหา
2. เป้าหมายในการแก้ปัญหา
3. การจัดการกับทางเลือก ซึ่งหมายถึงการนำข้อมูลร่วมกับทักษะทางการคิดที่มีมาใช้ในการประเมิน ตรวจสอบ แยกแยะ เปรียบเทียบ ตีความและหาข้อเท็จจริงจากข้อมูลที่ได้รับ
4. การพิสูจน์คำตอบ ว่าตรงตามเป้าหมายหรือไม่

จากแนวคิดข้างต้น พบว่านักการศึกษาได้ระบุองค์ประกอบของการแก้ปัญหอย่างมีวิจรรย์ญาณไว้อย่างหลากหลาย แต่อย่างไรก็ตามสามารถสรุปองค์ประกอบของการ

แก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพได้ 4 องค์ประกอบ คือ 1) ประเด็นปัญหา 2) ตัดสินข้อมูล 3) แนวคิดที่มีเหตุผล และ 4) แก้ปัญหา

3.4 กระบวนการแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพ

Bruyere (2011. Online) กล่าวว่าขั้นตอนการคิดอย่างมีประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคือทำให้จัดการกับปัญหาที่ไม่เคยพบแล้วสามารถหาทางแก้ได้โดยต้องอาศัยประสบการณ์เพื่อให้เกิดมุมมองในการแก้ปัญหาลักษณะใหม่ ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Identify the Problem) เป็นขั้นที่ตรวจสอบว่าปัญหาคืออะไร โดยผ่านการคิดไตร่ตรองเพื่อค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้น
2. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น (Analyze the problem) เป็นขั้นที่นำปัญหาที่ได้มาจากขั้นแรกมาวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยตรวจสอบปัญหาจากข้อมูลนั้นว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นและหาแนวทางแก้ปัญหโดยมองในหลายๆ แง่มุม
3. ระดมความคิดเพื่อนำมาตัดสินใจแก้ปัญหา (Brainstorm and come up with a several possible solutions) เป็นขั้นที่ร่วมกันระดมสมองหาทางแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ในหลายๆ ทาง เพื่อนำไปสู่ทางเลือกในการแก้ปัญหที่ดีที่สุด
4. ตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ไขที่ดีที่สุด (Decide which solution fits the situation best) เป็นขั้นที่ตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหโดยตัดสินใจอิงจากบริบทและสถานการณ์เป็นหลัก
5. ดำเนินการแก้ปัญห (Take action) เป็นขั้นที่ลงมือแก้ปัญหจากแนวทางที่เลือก

สุณีัย เหมะประสิทธิ์ (2543: 137) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด วิจัยญาณอันนำไปสู่การแก้ปัญหาย่างวิเคราะห์นั้น ควรให้นักเรียนได้ใช้หลักเหตุผลวิเคราะห์ วิจัย สนับสนุนยอมรับหรือปฏิเสธ รู้จักตั้งคำถาม การลงข้อสรุป พร้อมทั้งให้นักเรียนได้รับการฝึกขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างวิเคราะห์ ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

1. ค้นหาปัญหา (Clarify problem) เป็นขั้นที่รู้จักค้นหาว่าสิ่งใดคือปัญหา นักเรียนรู้อะไรและยังไม่รู้อะไรเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ
2. พิจารณาทางเลือก (Consider alternatives) เป็นขั้นพยายามหาทางแก้ปัญหที่เป็นไปได้มากที่สุด

3. วางแผนแก้ปัญหา (Devise plan of attack) เป็นขั้นที่พยายามวางแผนแก้ปัญหาในแนวทางที่เลือก

4. แก้ปัญหา (Solve problem) เป็นขั้นแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้

5. ขั้นวิเคราะห์ผลลัพธ์ (Analyze outcomes) เป็นขั้นที่ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความเที่ยงตรงเพียงใด และเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่า นักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการคิดไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ (สูนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2543, น. 137) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้ครอบคลุม แสดงขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณได้ชัดเจนและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนี้สามารถนำมาฝึกในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้จริง กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบไปด้วย 5 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นค้นหาปัญหา 2) ขั้นพิจารณาทางเลือก 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และ 5) ขั้นวิเคราะห์ผลลัพธ์

3.5 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ

วิรังรอง ทองวิเศษ (2545, น. 43) ได้ศึกษาแนวคิดรูปแบบการสอนและขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยสรุปเป็นขั้นตอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่นักเรียนมีการเตรียมความพร้อมในการเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิม เพื่อประมวลความรู้ใหม่ บอกรวมของหมายของการเรียนการสอนและสร้างแรงจูงใจในการเรียนโดยให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของสิ่งที่จะเรียน

2. ขั้นเสนอปัญหา เป็นขั้นเสนอสถานการณ์ ประเด็นที่สงสัย เพื่อเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาปัญหาหรือทำความเข้าใจประเด็นปัญหาที่กำหนด

3. ขั้นฝึกกระบวนการคิด เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิด โดยแบ่งเป็น 2 กิจกรรมดังนี้

3.1 ขั้นฝึกการคิดเป็นรายบุคคล เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกการคิดตามสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด ให้นักเรียนพยายามระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบุลักษณะของข้อมูล ตั้งสมมติฐานลงข้อสรุปและประเมินผล โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนจะได้ความรู้ใหม่และเพิ่มความชำนาญในการใช้ทักษะต่าง ๆ รวมทั้งเพิ่มการประยุกต์นำเอา

ความรู้ และทักษะกระบวนการไปใช้ร่วมกับสถานการณ์ใหม่ด้วย โดยครูเป็นผู้จัดสภาพการณ์ต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการฝึกและกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน

3.2 ขั้นฝึกการคิดเป็นกลุ่มย่อย เป็นการฝึกกิจกรรมการคิดโดยให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานให้นักเรียนเสนอผลของการคิดของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่น ร่วมกันอภิปราย เสนอแนะ เปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น รวมทั้งได้ฝึกการหาเหตุผลและหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

4. ขั้นอภิปรายผล เป็นการเสนอผลสรุปการคิดของแต่ละกลุ่มย่อยต่อกลุ่มใหญ่ เพื่อให้นักเรียนได้ประเมินผลการคิดและการลงข้อสรุปของกลุ่มย่อยกับกลุ่มใหญ่ว่ามีส่วนที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้และสิ่งที่ได้รับในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน

5. ขั้นประเมินกระบวนการคิด เป็นการประเมินผลการคิดของนักเรียนว่าจะมีวิธีการหรือกระบวนการคิดอย่างไร ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเองโดยใช้แบบประเมินกระบวนการคิด

สมชาย รัตนทองคำ (2556, น. 5-14) กล่าวว่ารูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบไปด้วย

1. ขั้นนำ เป็นการทบทวนและแจ้งวัตถุประสงค์ ประกอบไปด้วยการเตรียมความพร้อมและความรู้ของผู้เรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ แจ้งวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ทบทวนความรู้เดิม

2. ขั้นสอนและพัฒนากระบวนการคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหา เนื้อหา กรณีตัวอย่าง สถานการณ์จริง โดยใช้สื่อและแหล่งความรู้อย่างหลากหลาย แจกใบงาน หรือกิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 กิจกรรมไตร่ตรองรายบุคคล เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ให้ ไตร่ตรอง บันทึกสิ่งคิดหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนแนะนำลำดับขั้นของการคิด

2.2 กิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้เรียนเสนอแนวคิด ข้อสรุปที่ได้ต่อกกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนกับกลุ่มเพื่อน เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของตนกับเพื่อน สรุปความคิดเห็น เป็นความคิดเห็นของกลุ่ม เตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่

2.3 เสนอผลและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น เป็นขั้นที่แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อเสนอต่อกลุ่มใหญ่ อภิปราย ร่วมแสดงเหตุผล และซักถาม

3. **ขั้นสรุป** เป็นขั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันรวบรวมแนวคิด หลักการ และสาระความรู้ที่ได้โดยเพิ่มเติมข้อความสำคัญที่ผู้เรียนไม่ได้กล่าวและแก้ไขข้อความที่ผู้เรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน

4. **ขั้นพัฒนาทักษะ** เฉพาะในรายวิชาที่มีการฝึกปฏิบัติ ให้นักเรียนจับคู่กันฝึกตามคู่มือปฏิบัติงาน อภิปรายในกลุ่มย่อยและนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่ ตามลำดับ

5. **ขั้นพัฒนาการนำไปใช้** เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ทำแบบฝึกหัด ฝึกทักษะ โดยผู้สอนมอบหมายงานเพื่อค้นคว้าเพิ่มเติม ให้ทำงานกลุ่มตามหัวข้อที่ชอบ

6. **ขั้นประเมิน** เป็นขั้นที่จัดให้มีการทดสอบย่อย โดยจัดให้มีการสะท้อนผลการทำงานกลุ่ม การประเมินผลจาก การสอบ ผลงาน ประเมินความก้าวหน้ารายบุคคลหรือกลุ่ม

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)** เป็นขั้นที่ครูอธิบายจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม สร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียน ให้นักเรียนได้เห็นถึงคุณค่าของกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติ พร้อมทั้งทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มีมา

2. **ขั้นเสนอปัญหา (Presents a problem)** เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนสงสัยและค้นหาคำตอบได้จากการทำกิจกรรม

3. **ขั้นพัฒนากระบวนการคิด (Critical Problem-Solving development)** เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้ฝึกการคิดโดยเน้นการพัฒนาทักษะขั้นพื้นฐานของแต่ละขั้นตอนจากกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 137) ซึ่งมีกระบวนการคิดใน 5 ขั้น คือ 1) ขั้นค้นหาปัญหา 2) ขั้นพิจารณาทางเลือก 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 4) ขั้นแก้ปัญหา และ 5) ขั้นวิเคราะห์ผลลัพธ์ (โยธิน ศันสนยุทธ, 2533; ภาณุ วงษ์ใส, 2549)

4. **ขั้นสรุปผล (Conclusion)** เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการคิดของแต่ละขั้นตอน เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและต่าง แล้วครูสรุปความรู้รวบยอดทั้งในส่วนเนื้อหาและกระบวนการขั้นตอนในการคิดทั้งหมด

5. **ประเมินกระบวนการคิด (Evaluation)** เป็นขั้นที่ประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินกระบวนการคิด

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

วิสุตา บุญแฝง (2560, น. 63) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่ส่งผลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียน และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มีพัฒนาการความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและพัฒนาการการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน และมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จิรันธินิน คงจีน (2562, น. 17) ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น พบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณในระดับสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำมีแนวโน้มลดลง

Asigigan และ Samur (2021) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ร่วมกับเกมมิฟิเคชันที่มีผลต่อแรงจูงใจภายในของนักเรียน ระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยสรุปว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับการจัดการเรียนการสอนโดยผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและพัฒนาการตามขั้นตอนที่ละขั้นและมีสถานการณ์ปัญหาเพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและคิดหาทางแก้ไขต่อไป โดยวิธีที่ละเอียด รอบคอบและมีเหตุผล การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

4.1 จิตสำนึก

4.1.1 ความหมายของจิตสำนึก

จิตสำนึก (Consciousness) คือ การกระทำของบุคคลและของบุคคลโดยรอบ ซึ่งเป็นการรับรู้ผ่านเข้าไปในจิตใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อประสาทสัมผัสทั้ง 6 การรับรู้ ความคิด และความรู้สึกของตัวบุคคล จิตสำนึกให้เกิดการตอบสนองกับสิ่งที่เกิดขึ้น และสามารถตัดสินใจเลือกที่จะสนองต่อสิ่งนั้นได้ในทางที่ถูกต้อง ทั้งตามกฎหมาย กฏระเบียบของสังคม และจารีตประเพณี สามารถเห็นได้จากการกระทำที่มีต่อตนเอง และบุคคลอื่น ในด้านของความรู้สึกที่แสดงออกต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ และตระหนัก รวมถึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับปัญหาที่มีผลกระทบโดยตรงต่อตนเอง และปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคมโดยรวม ซึ่งมีผลต่อคนส่วนใหญ่ ซึ่งจิตสำนึกที่ดีที่เกิดขึ้นกับตัวบุคคลจะส่งผลให้มีการแสดงออกที่ดี หรือพฤติกรรมกาปฏิบัติที่ถูกต้อง และเหมาะสม ตลอดจนแนวทางแก้ไข สถานการณ์นั้นให้เป็นประโยชน์กับตนเอง และส่วนรวมได้ (โยธิน ศันสนยุท, 2533, น. 51-52; ทองพันธ์ พงษ์วารินทร์, 2552, น. 33; พัชรา ปัทมสิงห์, 2550, น. 12; ภาณุ วังโส, 2549, น. 56)

4.1.2 องค์ประกอบของจิตสำนึก

สมพงษ์ สิงหะพล (2542, น.16) ได้อธิบายไว้ว่า จิตสำนึกที่ควรจะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนมีอยู่ด้วยกัน 3 ด้าน คือ

1. จิตสำนึกเกี่ยวกับตนเอง (Self-Consciousness) เป็นจิตสำนึกสำหรับการพัฒนาตนเอง ทำให้ตนเองเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ความมุ่งมั่นใน ขยันหมั่นเพียร ความมูมาน อุดทน ความรับผิดชอบ และความสนใจใฝ่รู้ รวมไปถึงจิตสำนึกในจรรยาบรรณ คุณธรรม และจริยธรรม เป็นต้น
2. จิตสำนึกเกี่ยวกับผู้อื่น (Others Oriented Consciousness) เป็นจิตสำนึกในรูปแบบของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลในกลุ่มคนในสังคมหนึ่ง เช่น ความรัก ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความเห็นอกเห็นใจ เป็นต้น
3. จิตสำนึกเกี่ยวกับสังคม หรือจิตสาธารณะ (Social or Public Consciousness) เป็นจิตสำนึกที่ตระหนักถึงความสำคัญในการอยู่ร่วมกันในสังคม โดยคำนึงถึงผู้อื่นที่อยู่ร่วมกัน มีความสัมพันธ์เป็นกลุ่มระดับสังคมเดียวกัน เช่น จิตสำนึกในด้านเศรษฐกิจ จิตสำนึกด้านค่านิยมทางการเมือง จิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม จิตสำนึกด้านสุขภาพ จิตสำนึกด้านสังคม จิตสำนึกด้านวัฒนธรรม รวมไปถึงจิตสำนึกการรวมกลุ่ม

4.2 การวัดจิตสำนึก

สุชา จันทน์เอม (2515, น. 30-31) ได้กล่าวถึง การวัดระดับจิตสำนึกว่าเป็นการวัดทางจิตวิทยา เป็นการกำหนดจำนวนที่มีการตั้งเกณฑ์ไว้ ซึ่งการวัดทางจิตวิทยา คือ การวัดพฤติกรรมตามเกณฑ์โดยมีการจัดระดับความมาก น้อยของพฤติกรรมที่แสดงออก หาระยะของความแตกต่าง จนถึงลักษณะของพฤติกรรม โดยวิธีการวัดแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีอัตนัย (Subjective method) และวิธีปรนัย (Objective method)

1. วิธีอัตนัย เป็นการวัดที่มีการกำหนดปริมาณ โดยใช้ความรู้สึกมาเป็นเกณฑ์ในการวัด ซึ่งมีความแตกต่างกับการวัดด้วยวิธีปรนัย เนื่องจากวิธีปรนัยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ที่แน่นอน มีตัวเลขที่เหมือนกัน ส่วนวิธีอัตนัยคำตอบขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้ตอบ ไม่มีการตัดสินว่าตอบผิด หรือตอบถูก การวัดด้วยวิธีอัตนัยมีดังนี้

1.1 การวัดความไวในความรู้สึก เป็นการวัดความไวต่อสิ่งเร้าที่ส่งผลต่อความรู้สึก ที่มีระดับความเข้มที่แตกต่างกัน เช่น เสียง แสง ซึ่งในแต่ละคนจะมีความรู้สึกแตกต่างกัน บางคนมีความรู้สึกมากแม้จะมีความเข้าใจเพียงเล็กน้อย

1.2 การวัดความสนใจ เป็นแบบทดสอบความสนใจอาชีพ เป็นการบอกถึงพฤติกรรมที่เขาอยากทำมากที่สุด และพฤติกรรมที่อยากทำน้อยที่สุด

1.3 การวัดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตน เป็นการวัดความรู้สึกเกี่ยวกับตัวเองว่าเป็นคนที่มีลักษณะแบบใด ระบุได้ว่าตนเองเป็นคนเก่งหรือไม่เก่ง โดยถ้าแสดงออกมาในด้านบวกก็อนุমানได้ว่าเป็นคนเก่ง ถ้าหากด้านลบก็สามารถอนุমানได้ว่าไม่เก่ง

1.4 การวัดค่านิยม โดยค่านิยมเป็นการแสดงออกทางพฤติกรรม เป็นระดับความคิดที่เราเห็นความสำคัญต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยพร้อมที่จะปฏิบัติตาม เช่น เราเห็นค่านิยมในการทำงาน หมายความว่า เราให้ความสำคัญกับงานมาก หรือในบางคนเห็นค่านิยมของระดับการศึกษาในระดับสูงก็มีความแน่วแน่ที่จะเรียนต่อในระดับที่สูงขึ้นไปเรื่อยๆ ซึ่งสามารถวัดค่านิยมได้จากการตอบคำถามในแบบทดสอบ ถ้าผู้ตอบแสดงระดับพฤติกรรมออกมาบ่อยครั้ง โดยเลือกกระทำมากก็แสดงว่ามีค่านิยมในด้านนั้น โดยอาจจะสร้างสถานการณ์ขึ้น แล้วให้ตัดสินเลือกตามความรู้สึก

1.5 การวัดบุคลิกภาพ เป็นการวัดแบบสำรวจตน เช่น แบบสำรวจบุคลิกภาพ ซึ่งเป็นแบบวัดที่ข้อความ 566 ข้อ แสดงครอบคลุมถึงพฤติกรรมในหลายด้าน แต่สำหรับการวัดด้านบุคลิกภาพ จะพบปัญหาในด้านความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบ เนื่องจากมีข้อจำกัด เพราะวัดจากคำบอกเล่าของผู้ถูกวัด

1.6 การวัดการรับรู้ของบุคคล การวัดในลักษณะนี้เป็นการประเมินพฤติกรรมของบุคคลที่ถูกรับรู้ตามความรู้สึกของผู้รับรู้ เช่น ในการประเมินความรู้สึกเกี่ยวกับแม่ของตนเองว่ามีคุณได้อย่างไร หรือครูประเมินนักเรียนว่าเป็นคนอย่างไร เป็นการวัดพฤติกรรมของคนหนึ่งโดยความรู้สึกของอีกคนหนึ่ง

2. วิธีปรนัย เป็นการวัดโดยให้ตัวเลขกับพฤติกรรมตามหลักเกณฑ์ภายนอกที่แน่นอน ไม่ว่าจะกำหนดโดยใครก็เหมือนกัน การวัดโดยวิธีปรนัยแบ่งเป็น 4 วิธี คือ

2.1 การวัดความถี่ เป็นการนับจำนวนครั้งที่บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งในสถานการณ์หนึ่ง เช่น ครูชมนักเรียนกี่ครั้ง นักเรียนตอบผิดกี่ครั้ง

2.2 การวัดเวลา เป็นการวัดระยะเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น การจับเวลาในการตอบคำถามของนักเรียนว่ามีการใช้เวลานานเท่าใดในการตอบคำถาม โดยการใช้เวลาน้อยในการตอบสนอง แสดงให้เห็นถึงความไวในการตัดสินใจ นอกจากนี้การวัดเวลาอาจจะทำควบคู่ไปกับความถี่ เพื่อที่จะได้การวัดที่เที่ยงตรงมากยิ่งขึ้น

2.3 การวัดความเข้มของพฤติกรรม เช่น เสียง แสง สามารถวัดโดยใช้เครื่องมือ วัดความดังของเสียง ความเข้มของแสง ส่วนพฤติกรรมของร่างกายก็สามารถวัดโดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือช่วยในการวัด เช่น การวัดความแรงของการเต้นของหัวใจ เป็นต้น

2.4 การวัดระยะทาง โดยระยะทางเป็นดัชนีที่แสดงออกถึงพฤติกรรมของอาการกลัว เช่น กลัวผีทำให้เราหลีกเลี่ยงจากความมืด แม้อันด้านจิตวิทยาสังคม ความใกล้ชิดแสดงถึงความสนิทสนม

การวัดจิตสำนึก เป็นการวัดคุณลักษณะภายในของบุคคลซึ่ง ที่สังเกตได้ยาก ซึ่งในการวัดทางจิตวิทยา จะใช้การวัดทางอ้อม โดยแบ่งมีการแบ่งลำดับการเรียนรู้ ด้านจิตพิสัยออกเป็น 5 ขั้น (ลัวัน สายยศ, 2543, น. 20-50) ดังนี้

1. การรับรู้ (Receiving) คือ การรับรู้เป็นขั้นตอนแรกของความรู้สึก ที่จะรับรู้ต่อสิ่งเร้า โดยเริ่มจากการจดจำในสิ่งที่ได้รับการสัมผัส และตอบสนองโดยการให้ความสนใจต่อสิ่งเร้านั้น ซึ่งประกอบด้วย การตระหนัก (Awareness) ความเต็มใจในการรับรู้ (Willingness to Receive) และการควบคุมหรือการเลือกให้ความสนใจต่อสิ่งเร้านั้นๆ (Controlled and Selected Attention)

2. การตอบสนอง (Responding) คือ เมื่อเกิดการกระตุ้น โดยได้รับรู้จนเกิดความสนใจในสิ่งเร้า จะนำไปสู่ความยินยอม (Acquiescence) หรือเต็มใจที่จะตอบสนอง (Willingness to Response) และ สร้างความพึงพอใจในการตอบสนองสิ่งเร้านั้น (Satisfaction Response)

3. การเห็นคุณค่า (Valuing) คือ หลังจากที่มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเกิดขึ้นแล้ว นั้น จำนำไปสู่การเกิดความรู้สึกพึงพอใจในสิ่งนั้นแล้วเริ่มเห็นถึงคุณค่าของสิ่งที่กระทำหรือตอบสนองนั้น โดยขั้นตอนของการเห็นคุณค่าประกอบด้วย จะประกอบไปด้วย การรับรู้คุณค่า (Acceptance of Value) การชื่นชอบคุณค่า (Preference for Value) และการผูกพันยึดถือ (Commitment)

4. การจัดระบบ (Organization) เมื่อเกิดการยอมรับและเห็นคุณค่าของค่านิยม นั้นแล้วจะเริ่มรวบรวมค่านิยมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน มีการเปรียบเทียบ รวมถึงการจัดระบบค่านิยมต่าง ๆ เหล่านั้นและกำหนดแนวทางพฤติกรรมที่แสดงออก ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การสร้างมโนทัศน์ในค่านิยม (Conceptualization of a Value) และการจัดระบบค่านิยม (Organization of a Value System)

5. การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม (Characterization by a Value or Value Complex) เมื่อมีการจัดระบบค่านิยมหลากหลายให้เป็นระบบและลำดับความสำคัญของค่านิยม ที่สร้างขึ้นแล้วก็จะยึดถือและแสดงพฤติกรรมนั้นในสถานการณ์ต่าง ๆ จนสร้างเป็นลักษณะนิสัย กลายเป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพและปรัชญาการดำเนินชีวิตประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือการสรุปนัยทั่วไป (Generalized Sat) และการสร้างลักษณะนิสัย (Characterization)

สมจิตรา เรืองศรี (2554, น. 89) ได้อธิบายถึง มาตรฐานวัดเจตคติของ ลิเคอร์ท (Likert's Scale) ซึ่งเป็นการวัดที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา โดยมาตรฐานจะประกอบไปด้วย ข้อคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการจะวัด โดยผู้ตอบคำถามสามารถแสดงความคิดเห็นได้ 5 ช่วงด้วยกัน นั่นคือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งข้อความของ ข้อคิดเห็นจะมีทั้งประโยคที่เป็นประโยคนิมาน แสดงออกเชิงบวก และประโยคปฏิเสธ แสดงออกเชิงลบ ซึ่งสำหรับการกำหนดคะแนนก็จะมีค่าแตกต่างกัน โดยมีหลักการสร้างแบบวัด ดังนี้

1. การรวบรวมข้อความที่แสดงข้อคิดเห็น ควรมีลักษณะข้อความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ เพื่อสามารถไปกระตุ้นให้บุคคลแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบออกมา โดยข้อความคิดเห็นดังกล่าวจะต้องมีลักษณะดังนี้

- 1.1 เป็นข้อความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการศึกษา
- 1.2 ข้อความคิดเห็นต้องมีความชัดเจน รัดกุม และตรงประเด็นที่ต้องการ
- 1.3 เลือกใช้คำที่ง่าย พยายามใช้ภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง
- 1.4 ไม่ควรใช้คำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
- 1.5 หลีกเลี่ยงคำที่มีความหมายหลายแง่หลายมุม

1.6 ในข้อความความคิดเห็นหนึ่ง ควรเลือกถามประเด็นเดียว

1.7 ผลจากการตอบข้อความความคิดเห็น ควรจะมีการกระจายกันพอสมควร กล่าวคือ ต้องมีทั้งฝ่ายเห็นด้วย และฝ่ายที่ไม่เห็นด้วยกับข้อความความคิดเห็น

1.8 สำหรับมาตราวัดหนึ่ง ๆ ควรมีการใช้คำถามประเภทนิมาน และนิเสธที่มีจำนวนเท่าๆ กัน

1.9 ถ้ามีการใช้คำถามแบบเลือกตอบ คำตอบก็ควรจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

1.10 ข้อความความคิดเห็น จะต้องสามารถจำแนกจิตสำนึกของบุคคลได้

2. สำหรับการกำหนดค่าคะแนนให้แก่คำตอบที่ประกอบไปด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง สามารถให้คะแนนได้ ดังนี้

ข้อความประเภทนิมาน (บวก)	ข้อความประเภทนิเสธ (ลบ)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 คะแนน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1 คะแนน
เห็นด้วย 4 คะแนน	เห็นด้วย 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ 3 คะแนน	ไม่แน่ใจ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย 2 คะแนน	ไม่เห็นด้วย 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1 คะแนน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 คะแนน

จากแนวคิดข้างต้นเกี่ยวกับการวัดจิตสำนึก ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าออกมาได้ว่าการวัดจิตสำนึก เป็นการวัดในด้านจิตใจ และสติปัญญาที่แสดงออกมา ซึ่งบุคคลที่กระทำการวัด จำเป็นต้องได้รับกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านด้วยกัน นั่นคือ ด้านการรับรู้ ด้านความรู้สึก ด้านการแสดงพฤติกรรม ซึ่งจะแสดงการกระทำออกมาในรูปของพฤติกรรมเพื่อสามารถวัดพฤติกรรมนั้นได้ 2 วิธี คือ 1) วิธีปรนัย คือ เป็นการวัดพฤติกรรมโดยใช้ตัวเลขเป็นเกณฑ์ในการวัด และ 2) วิธีอัตนัย คือ การวัดโดยการกำหนดปริมาณ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของความรู้สึก ซึ่งจะใช้มาตรวัดเจตคติของ ลิเคอร์ท (Likert) เป็นการวัดความรู้สึกได้ในรูปแบบของการแสดงความคิดเห็น ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ที่ประกอบด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นคำถามปลายเปิดที่ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับประโยคคำถามจะมีทั้งประโยคประเภทนิมาน (ทางบวก) และประเภทนิเสธ (ทางลบ) โดยการให้คะแนน มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ คือ ถ้าเป็นข้อความที่เห็นด้วยให้คะแนนเป็นตัวเลขไล่ระดับ 5 4 3 2 และ 1 ถ้าเป็นข้อความที่ไม่เห็นด้วยให้คะแนนตรงกันข้ามกับข้างต้นให้คะแนนเป็น 1 2 3 4 และ 5

4.3 จิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

4.3.1 ความหมายของสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่บริเวณโดยรอบตัวมนุษย์ ประกอบไปด้วยสิ่งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต เป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ รวมไปถึงสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น เป็นสิ่งที่เป็นได้ทั้งรูปธรรม และนามธรรม ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตา และไม่สามารถมองเห็นได้ มีอิทธิพลที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิต และความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันภายในสิ่งแวดล้อมโดยเกี่ยวโยงกันทั้งระบบ (วศิน อิงคัพฒนากุล, 2548, น. 4; สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, น. 80; สุภาภรณ์, 2549, น. 1)

4.3.2 ความหมายของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หมายถึง การบำรุงรักษาสิ่งที่อยู่รอบตัวเราโดยให้ความสำคัญถึงความประหยัด และการใช้ประโยชน์ที่เกิดขึ้นอย่างสูงสุด โดยการรู้จักใช้ การสร้างสรรค์ การเก็บรักษา การสงวน ซ่อมแซมและปรับปรุงเพื่อให้สิ่งแวดล้อมได้ประโยชน์และยั่งยืนมากที่สุด (ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท, 2537, น. 93; สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, น. 13; สุภาภรณ์ รัตน์เลิศสุนทร, 2550, น. 118-121)

4.3.3 หลักการสร้างจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

นักวิชาการได้นำเสนอหลักการสร้างจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนี้
 วราพร ศรีสุพรรณ และ มหาวิทยาลัยมหิดล (2534, น. 129) ได้ให้ความหมายของคำว่า จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คือ ลักษณะของจิตที่ประกอบไปด้วย ความตระหนัก (Awareness) และความรับผิดชอบ (Responsibility) ซึ่งความตระหนักที่เกี่ยวข้อง และสอดคล้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ และบนความเชื่อที่เกี่ยวกับการดำรง รวมถึงความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมนุษย์ กล่าวคือ มีความรู้ รับผิดชอบ และเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นธรรมชาติที่เป็นความจริง ส่วนความรับผิดชอบนั้น จะอยู่บนพื้นฐานที่เห็นความสำคัญต่อสังคม มีความเชื่อที่ว่า อำนาจของตนเองมีผลต่อสิ่งรอบตัว และเห็นความสำคัญของสิทธิส่วนรวม สามารถรู้จักตนเองตามสภาวะของความเป็นจริง โดยพยายามเข้าใจธรรมชาติ และความเป็นไปของระบบต่าง ๆ ในธรรมชาติ พร้อมทั้งจะปรับปรุงพฤติกรรมของตนเองให้สอดคล้อง และผสมผสานกับความเป็นไปของธรรมชาติให้ได้เหมาะสม และสอดคล้องกันมากที่สุด

ซึ่งสำหรับการสร้างจิตสำนึกที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม หรือจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนั้น มีแนวทางโดยเริ่มจากการสร้างแนวความคิดใหม่ให้กับมนุษย์ ให้เห็นถึง และตระหนักเสมอว่ามนุษย์เป็นผู้ที่อยู่ร่วมกัน มีการที่ใช้ทรัพยากรต่างๆ ร่วมกัน มนุษย์อยู่ร่วมยุคสมัยกัน และจะร่วมกันสืบสายพันธุ์ตั้งแต่ในอดีตไปจนถึงอนาคตข้างหน้า แนวความคิดหรือทัศนคติให้

ความสำคัญ และให้คุณค่ากับการเป็นเจ้าของร่วมกัน เห็นสิทธิของผู้อื่นที่จะเกิดมาในยุคต่อไป ที่จำเป็นต้องดำรงชีวิตอยู่โดยพึ่งพาทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน การรู้จักตนเองและเข้าใจความเป็นไปของธรรมชาติ จะทำให้มนุษย์สามารถกำหนดทิศทางที่จะนำไปสู่คุณภาพชีวิตของตนเองได้ในอนาคต เกิดเป็นกระบวนการทัศน์ หรือค่านิยมต่อตนเอง และธรรมชาติที่ในการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาตนเองให้มากขึ้น ความความเรียบง่ายในการใช้ชีวิต รู้จักชีวิตที่สันโดษ ไม่เห็นแก่ตัวเอง และเห็นคุณค่าของการดำรงอยู่ของธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมถึงเห็นคุณค่าของมนุษย์ที่อยู่ร่วมกันในสังคม

ญาดานินิต พิณกุล (2539, น. 64) ยังกล่าวถึง จิตสำนึกไว้ว่า เป็นความรู้คิดที่อยู่ในระดับจิตใจของแต่ละคนที่แสดงออกมาในทางสร้างสรรค์ พร้อมทั้งจะกระทำได้ตลอดเวลา โดยมีขั้นตอน และของหลักการสร้างจิตสำนึก ซึ่งสามารถสรุปออกมา 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ฝึก จนนักเรียนติดเป็นนิสัย เมื่อพบเห็นสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เกิดการรู้จักสังเกต รวมถึงค้นพบผลดี และคิดว่าจำเป็นต้องแก้ไขจนพบทำยที่ดีที่สุด ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในที่สุด
2. ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ จนเกิดทักษะ โดยจำเป็นต้องให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงตลอดเวลา
3. ขั้นประเมินผล และชื่นชมหรือกล่าววยกย่องนักเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนสำรวจด้วยตนเอง ถึงผลของการปฏิบัติ หรือกระทำความดีทั้งหลาย โดยครูมีหน้าที่คอยให้กำลังใจ ทำการยกย่องสรรเสริญ ชื่นชมนักเรียนจนทำให้ทุกคนมีความรู้สึก ยินดีและเห็นผลดีให้เกิดจิตสำนึกตลอดเวลาที่จะทำความดี

ป มหาจันทร์ (2544, น. 136-138) ได้ให้แนวทางการปลูกฝังจิตสำนึกการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้มีความเหมาะสมแก่นักเรียนว่าจำเป็นต้องอาศัยหลักการที่ถูกต้อง ซึ่งการศึกษารวมที่ถูกต้อง จะต้องกระทำควบคู่กันไปทั้ง 3 ด้านดังนี้

1. การให้ความรู้ คือ การที่ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้เพื่อให้ความรู้กับนักเรียน ที่โดยการสร้างความเข้าใจ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ลักษณะของสิ่งแวดล้อม ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงสาเหตุของปัญหา และรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นนั้นจะช่วยให้สามารถบริหารจัดการ หรือดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมได้ถูกวิธี โดยเลือกใช้วิธีการที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้

2. การสร้างความรู้สึก ด้านที่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียน เพราะเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับอารมณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในทุกด้าน โดยความรู้สึกเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดที่นักเรียนมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ ความรู้สึกรัก เกลียด ความรู้สึกดี ไม่ดี ความรู้สึกเห็นคุณค่าในตัวเอง ไม่เห็นคุณค่าในตัวเอง ความรู้สึกนิยม ไม่นิยม เป็นต้น ความรู้สึกจะนำไปสู่พฤติกรรมการประพฤติปฏิบัติต่อไป หากรู้สึกที่ดีต่อสิ่งใด นักเรียนจะประพฤติปฏิบัติกับสิ่งนั้นๆ หากนักเรียนรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งใดก็จะปฏิบัติไม่ดี หรือตอบโต้ หรือทำลายสิ่งนั้น

3. การประพฤติปฏิบัติ เมื่อบุคคลมีความรู้ เกิดความเข้าใจ หรือมีค่านิยมที่ถูกต้องเกี่ยว มีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งให้ความสำคัญจะกระมังมองเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อม จะนำไปสู่พฤติกรรมผ่านการปฏิบัติจริง โดยการลงมือทำโดยตรง ทำให้มีความเข้าใจในสิ่งที่กระทำได้อย่างถูกต้องถ่องแท้ มีความเข้าใจในตัวปัญหา ทำให้รู้จักหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

และสำหรับปัจจัยที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนนั้นเกิดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้แก่เด็กนักเรียนมีดังนี้

1. การมีหลักสูตรที่ถูกต้องและเหมาะสมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มีกิจกรรมที่สามารถปลูกฝังคุณลักษณะที่ต้องการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี กล่าวคือหลักสูตรต้องมีจุดมุ่งหมายเพื่อไปพัฒนาชุมชน และสังคม ใช้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นแกนกลางของสิ่งแวดล้อมศึกษา จัดประสบการณ์เรียนรู้ทั้งใน และนอกห้องเรียนโดยใช้ทรัพยากรในชุมชน หรือท้องถิ่นด้วย โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่เริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจปัญหา และนำไปสู่การสร้างทัศนคติที่เน้นการปฏิบัติ

2. มีบุคลากรที่เหมาะสม ต้องเป็นผู้ที่มีความตระหนักในสิ่งแวดล้อม เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาสิ่งแวดล้อม เป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักเรียนและชุมชน ผู้บริหารต้องให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดงบประมาณ เครื่องมือแก่บุคลากรอย่างเพียงพอ

3. การสร้างบรรยากาศ จะต้องเอื้อต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความจำเป็นยิ่งในการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เพราะการจัดบรรยากาศในโรงเรียนให้เอื้อต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เท่ากับเป็นการให้อบรมศึกษาทางอ้อมให้นักเรียนได้มีการรับรู้ มีประสบการณ์ตรงที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

4. การจัดกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โรงเรียนควรจัดกิจกรรมในหลักสูตร เช่น กิจกรรมวันสิ่งแวดล้อม กิจกรรมเพื่อส่งเสริมนักสิ่งแวดล้อมน้อย กิจกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ในโรงเรียน เป็นต้น

จากแนวคิดหลักการสร้างจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมดังกล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า จิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม คือ ความตระหนัก และความรับผิดชอบของบุคคลในปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นไปของธรรมชาติ และการดำรงชีวิต ของมนุษย์ที่จำเป็นจะต้องอยู่ร่วมกันภายในสังคม และสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งหลักการสร้างจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำเป็นจะต้องสร้างทัศนคติใหม่ที่เห็นว่า มนุษย์ทุกคนเป็นผู้ที่ใช้ทรัพยากรร่วมกันเป็นผู้อยู่ร่วมกันในปัจจุบัน ไปด้วยกัน 3 ด้าน คือ

1) ด้านการรับรู้ การจัดกิจกรรมสร้างการรับรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สามารถจัดการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2) ด้านความรู้สึกรู้สึก ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียน ที่จะส่งผลพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อได้พบเห็นหรือสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ก็จะแสดงความรู้สึกนั้น หลังจากนั้นนักเรียนจะแสดงความรู้สึกของตนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมออกมาในรูปพฤติกรรม

3) ด้านการประพฤติปฏิบัติ เมื่อนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเห็นความสำคัญและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมนั้นแล้วก็จะนำไปสู่การประพฤติปฏิบัติจริง

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จารีพร ผลมูล (2558, น. 78) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร จำนวน คน โดยได้ทำการสร้างแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน เมืองหลังสวน ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดข้อความมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของ ลิเคิร์ต (Likert) จำนวน 50 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 3 ด้าน คือ การรับรู้ ความรู้สึก และการประพฤติปฏิบัติ

โดยผู้วิจัยต้องการแบบวัดมีค่าอำนาจจำแนก (t) ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป ให้ได้ 30 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียน ซึ่งผลปรากฏว่า มีอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 1.81-7.73 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.78 ก่อนนำไปใช้สำหรับวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วย

บูรณาการแบบ STEAM สร้างขึ้นตามแนวการสร้างจิตสำนึกที่ดีให้กับนักเรียน โดยเริ่มจากให้ความรู้และสัมผัสกับสภาพปัญหาของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จนนักเรียนเกิดความรู้สึกวิตกกังวลและห่วงใยต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น จึงนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ดีต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จึงทำให้จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับดี (เฉลี่ย=3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Xi และ Wang (2022) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมเชิงรุกของนักเรียนสถาปัตยกรรม ด้วยการเรียนรู้ผ่านโครงการ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงการ ในรายวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีแนวโน้ม 17.37% ที่จะใช้วิธีการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานในอนาคตมากกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ในหลักสูตรการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมของเรียนในด้านส่งเสริมค่านิยม ความรู้ และทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยสรุปว่า จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนั้น สภาวะที่นักเรียนได้รับรู้ ในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม แล้วทำให้เกิดความรู้ เกิดการรับรู้ เกิดความรู้สึก และแสดงพฤติกรรมนั้นออกมา เช่น การรู้จักใช้ การเก็บรักษา การสงวน ซ่อมแซม และปรับปรุงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักการและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสามารถดำเนินการวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยแบบวัดที่เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเตรียมการ
2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเตรียมการ

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ สะเต็ม การสร้างชุดกิจกรรมการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1.2 ศึกษาหลักสูตร สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ในสาระวิทยาศาสตร์ (เนื้อหาหลักที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้) สาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และการสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

1) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ภายในชุดกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย 3 ชุดกิจกรรม ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ในสาระวิทยาศาสตร์ (เนื้อหาหลักที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้) สาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกเนื้อหาสำหรับการสร้างชุดกิจกรรม ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
1. สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ	
ว 2.2 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ว 2.2 ม.2/10 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรง เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้สมการ $M = F \times L$
2. สาระที่ 4 เทคโนโลยี	
ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม	<p>ว 4.1 ม.2/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่น สรุปกรอบของปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <p>ว 4.1 ม.2/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นไปได้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน</p> <p>ว 4.1 ม.2/4 ทดสอบ ประเมินผล และอธิบายปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ภายใต้กรอบเงื่อนไข พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
คณิตศาสตร์	
3. สารที่ 1 จำนวนและพีชคณิต	
ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ และนำไปใช้	ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและความสัมพันธ์ของจำนวนจริง และใช้สมบัติจำนวนจริงในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
ค 1.3 ใช้นิพจน์ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้	ค 1.3 ม.1/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมบัติของการเท่ากันและสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
4. สารที่ 2 การวัดและเลหาคณิต	
ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้	ค 2.1 ม.2/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ค 2.1 ม.2/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง
5. สารที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น	
ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ค 3.1 ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2) กำหนดวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

3) จัดทำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะชุมชน และแผนการจัดการเรียนรู้รายละเอียดในตาราง

ตาราง 2 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และแผนการจัดการเรียนรู้และเวลาตามมาตรฐานตัวชี้วัด

ที่	ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	สาระ มาตรฐาน ตัวชี้วัด	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวน คาบ
1	ร่วมด้วยช่วยกันแก้	วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.1 ม.2/2	1. สสำรวจปัญหา สิ่งแวดล้อมในโรงเรียน 2. วิเคราะห์รวบรวมข้อมูล เพื่อแก้ปัญหา	2 2
2	ร่วมกันออกแบบ	วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ ว 2.2 ม.2/10 สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.1 ม.2/2 ว 4.1 ม.2/3 คณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวน และพีชคณิต ค 1.1 ม.2/2 ค 1.3 ม.1/1 สาระที่ 2 การวัด และเลขาคณิต ค 2.1 ม.2/1-2 ค 2.2 ม.3/2	3. วิเคราะห์แนวทาง แก้ปัญหา 4. ออกแบบแนวทาง แก้ปัญหา 5. สร้างแบบจำลอง	2 2 2

ตาราง 2 (ต่อ)

ที่	ชุดกิจกรรมเพิ่มเติม ศึกษา	สาระ มาตรฐาน ตัวชี้วัด	ชื่อแผนการจัดการ เรียนรู้	จำนวนคาบ
3	ร่วมกันสร้างสรรค์ผู้การ นำเสนอ	วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.1 ม.2/4 คณิตศาสตร์ สาระที่ 3 สถิติ และความน่าจะเป็น ค 3.1 ม.1/1	6. วางแผนการ ดำเนินการ 7. ลงมือปฏิบัติสร้าง ชิ้นงาน 8. ทดสอบ แก้ไข 9. นำเสนอชิ้นงาน	2 2 2 2
รวม				18

ขั้นตอนการหาคุณภาพชุดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอย ชุมชน

1) นำชุดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญในการสอนมากกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิมหาวิทยาลัยในระดับปริญญาโทที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 5 ท่าน ทำการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล โดยคัดเลือกประเด็นที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขประเด็นที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่าค่าดังกล่าว

2) นำชุดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการใช้ชุดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา พบว่า

2.1) มีการใช้คำสั่งที่ไม่ชัดเจนในบางกิจกรรม ควรปรับแก้คำสั่งให้ชัดเจน และเข้าใจง่ายเหมาะสมกับนักเรียน

2.2) ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่ 1 ร่วมด้วยช่วยกันแก้ กิจกรรมที่ 1.2 วิเคราะห์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนกรอบปัญหาได้ เนื่องจากขาดขั้นตอนอธิบายการเขียนให้ชัดเจน จึงได้เพิ่มเติมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ลงไปแผนการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ในกิจกรรมที่ 1.4 มาลองวิเคราะห์สถานการณ์นี้กัน พบว่า นักเรียนต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ทำให้ไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในชั่วโมง จึงปรับเป็นการทำเป็นกิจกรรมนอกเวลา และมาสรุปในชั่วโมงถัดไป

2.3) ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่ 2 ร่วมกันออกแบบ กิจกรรมที่ 5.1 การสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องเตรียมอุปกรณ์มาสร้างแบบจำลอง ซึ่งพบปัญหาว่าวัสดุอุปกรณ์บางอย่างนักเรียนไม่สามารถเตรียมมาได้ จึงปรับให้มีการแจ้งนักเรียนล่วงหน้า ให้เตรียมวัสดุอุปกรณ์ก่อนทำกิจกรรมในชั่วโมงถัดไป กลุ่มใดไม่สามารถเตรียมอุปกรณ์มาให้แจ้งครูเพื่อช่วยเหลือ หรือปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ตามความเหมาะสม

หลังจากนั้นนำปัญหาที่ได้จากการทดลองใช้ มาปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสมอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ

2) สร้างวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยได้นำหลักการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้หลักการของ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 137) โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดครอบคลุมลักษณะ 5 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวม 30 ข้อ ดังนี้

1. ค้นหาปัญหา (Clarify problem)
2. พิจารณาทางเลือก (Consider alternatives)
3. วางแผนแก้ปัญหา (Devise plan of attack)
4. ดำเนินการแก้ปัญหา (Solve problem)
5. วิเคราะห์ผลลัพธ์ (Analyze outcomes)

โดยสร้างแบบวัดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ประกอบไปด้วย 12 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมเป็น 60 ข้อ โดยนำสถานการณ์จากข่าว หรือบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาที่สิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันมาใช้ในการกำหนดประเด็นของคำถาม

ขั้นตอนการหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี

วิจารณ์ญาณ

1) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิต ที่เกี่ยวข้องกับการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตรวจสอบลักษณะข้อคำถาม การใช้ภาษา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด และเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อนำมาตรวจค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

มีความเห็นว่า สอดคล้อง ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น +1

มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 0

มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น -1

จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2) นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองตากงพิทยาคาร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และทำการตรวจให้คะแนน

3) นำผลจากการทดลองใช้มาทำการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ หลังจากนั้น ทำการคัดเลือกสถานการณ์ และข้อคำถาม ที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ไปสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ โดยพิจารณาคัดเลือกสถานการณ์ที่มีข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทุกข้อ จำนวน 6 สถานการณ์ปัญหา (สถานการณ์ละ 5 ข้อคำถาม) พบว่า มีข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทุกข้อจำนวน 6 สถานการณ์ ข้อคำถาม 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.16 – 0.39 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.39 – 0.81 (โดยข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ต่ำกว่า 0.20 และสูงกว่า 0.80 จะถูกนำข้อคำถาม และตัวเลือกมาปรับปรุงและแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ เพื่อความเหมาะสม จากนั้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ก่อนที่จะนำไปจัดทำเป็นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ เพื่อใช้สำหรับเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนำไปใช้เป็นแบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

4) นำสถานการณ์ปัญหา และข้อคำถามที่ได้ทำการคัดเลือกไว้ ไปสร้างเป็นแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์หาค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (α -

cronbach) สูตร KR - 20 พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.97 โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม วิธีการ วัดและประเมินผล และวิธีการสร้างแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2) สร้างแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดข้อความมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามแนวคิดของ ลิเคิร์ต (Likert) ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแนวคิดของ ป มหาพันธ์ (2544, น. 136-138) จำนวน 3 ด้าน คือ ด้านการรับรู้ ด้านความรู้สึกรู้สึก และด้านการประพฤติปฏิบัติ ด้านละ 20 ข้อ รวมเป็น 60 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนน และการแปลความหมายของระดับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตามรูปแบบของ บุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ดังนี้

ระดับการรับรู้/ความรู้สึกรู้สึก/การปฏิบัติ	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่ปฏิบัติเลย	ให้ 1 คะแนน	ให้ 5 คะแนน
ไม่เห็นด้วย/ปฏิบัติน้อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ/ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 3 คะแนน	ให้ 3 คะแนน
เห็นด้วย/ปฏิบัติเกือบทุกครั้ง	ให้ 4 คะแนน	ให้ 2 คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ปฏิบัติทุกครั้ง	ให้ 5 คะแนน	ให้ 1 คะแนน

โดยสามารถแปลความหมายระดับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	ดีมาก
3.51-4.50	ดี
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
1.00-1.50	น้อยมาก

ขั้นตอนการหาคุณภาพแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1) นำแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ ตลอดจนจุดพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดลงในแบบประเมินแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นรายข้อ ซึ่งมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

มีความเห็นว่า สอดคล้อง ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น +1
 มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น 0
 มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น -1
 จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และดำเนินการปรับปรุง
 แก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2) นำข้อคำถามที่ใช้ได้มาปรับปรุงด้านภาษา แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน

3) นำแบบทดสอบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก
 เป็นรายข้อโดยใช้วิธีการของการแจกแจงที (t-distribution) ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป ให้ได้ด้านละ 10 ข้อ
 ซึ่งปรากฏว่ามีค่าอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 2.05-6.00

4) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์
 สิ่งแวดล้อม โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α -cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.87

5) นำแบบทดสอบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ปรับปรุงแก้ไขและมีคุณภาพแล้ว
 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษา
 อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษามัธยมศึกษาจันทบุรี ตราด จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งคละความสามารถ โดยมีนักเรียน ห้อง
 ละ 30 คน รวมทั้งสิ้น 120 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร อำเภอโป่งน้ำร้อน
 จังหวัดจันทบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30
 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาทดลอง 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50
 นาที โดยไม่รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และเนื้อหาเรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) ซึ่งดำเนินการโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดก่อนหลัง (One-group Pretest Posttest Design) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มทดลอง	สอบก่อนเรียน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลองที่เลือกมาจากการสุ่ม

X แทน การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

T₁ แทน ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

T₂ แทน ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการเรียนรู้ โดยทำการทดสอบก่อนเรียนโดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจารณญาณ และวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแล้วนำมาตรวจให้คะแนน

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ซึ่งใช้เวลาในการจัดการ

เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมจำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที และเก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมหลังการสอนทุกครั้ง

3. เก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแล้วนำมาตรวจให้คะแนน

4. นำผลคะแนนที่ได้ทั้งจากก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้วย t-test dependent สำหรับทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 3 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.3 วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้วย one sample t-test สำหรับทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 4 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดีมาก)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การนำเสนอผลการศึกษจากการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

ตอนที่ 2 ผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

2. เปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

4. เปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดีมาก)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนด

สัญลักษณ์ มาใช้ในการแทนความหมาย ดังต่อไปนี้

n	แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน คะแนนเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
t	แทน การทดสอบสถิติ
*	แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
p	แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significance)

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

1.1 ผลการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้น

จากการนำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลโดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่าชุดกิจกรรมมีค่าดัชนีความสอดคล้องดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ประเด็นพิจารณา	IOC เฉลี่ย	แปลผล
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง		
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	1.00	สอดคล้อง
1.2 จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
1.3 จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้		
2.1 เนื้อหามีปริมาณความเหมาะสมสอดคล้องระยะเวลา	1.00	สอดคล้อง
2.2 การใช้คำถามมีความสอดคล้องกับเกี่ยวข้องกับเนื้อหา	1.00	สอดคล้อง
2.3 เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
2.4 ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสมสอดคล้องกับการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
2.5 ความสอดคล้องของภาพประกอบมีความเหมาะสม น่าสนใจ	1.00	สอดคล้อง
2.6 เนื้อหามีความเหมาะสมสอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	1.00	สอดคล้อง
2.7 เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุมครบทุกเนื้อหา	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 4 (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	IOC เฉลี่ย	แปลผล
3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้		
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	1.00	สอดคล้อง
3.2 ลำดับเนื้อหา มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	1.00	สอดคล้อง
3.3 กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	1.00	สอดคล้อง
3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	1.00	สอดคล้อง
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ	1.00	สอดคล้อง
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	1.00	สอดคล้อง
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ	1.00	สอดคล้อง
3.8 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านการนำไปใช้		
4.1 ชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2	1.00	สอดคล้อง
4.2 ชุดกิจกรรมมีความสะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครูผู้สอน	1.00	สอดคล้อง
4.3 ชุดกิจกรรมสามารถประยุกต์ใช้กับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนได้	1.00	สอดคล้อง

จากตารางที่ 4 พบว่า ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีค่าดัชนี ความสอดคล้องของรายการประเมินเท่ากับ 1.00 ทุกรายการ โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมีความ สอดคล้องเชิงเนื้อหาในด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการนำไปใช้ ซึ่งถือว่าชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะ

มูลฝอยชุมชนมีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ ดังต่อไปนี้

- 1) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีการตกแต่ง สี สันสวยงามดึงดูดความสนใจ
- 2) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีกิจกรรมมีแปลกใหม่ ทำให้เกิดความท้าทายและ ทำให้ชุดกิจกรรมสะเต็มมีความน่าสนใจ
- 3) บางกิจกรรมมีกิจกรรมที่ใช้เวลามากเกินไป ควรปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับ ระยะเวลาที่กำหนดไว้ หรือเพิ่มระยะเวลาให้เหมาะสม
- 4) ตรวจสอบคำสะกดให้ถูกต้อง ปรับคำและภาษาบางคำให้เข้าใจง่าย และ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

1.2 ผลการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุด กิจกรรมสะเต็มศึกษา

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน จำนวน 9 แผนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลโดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษา

ประเด็นพิจารณา	IOC เฉลี่ย	แปลผล
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับชุด กิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนมี ความสัมพันธ์กัน	1.00	สอดคล้อง
3. การเขียนสาระสำคัญให้แผนถูกต้อง	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 5 (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	IOC เฉลี่ย	แปลผล
6. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	0.80	สอดคล้อง
7. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหา สาระ และระดับชั้นของนักเรียน	1.00	สอดคล้อง
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถ ปฏิบัติได้จริง	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของ นักเรียน	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมจิตสำนึกใน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	1.00	สอดคล้อง
12. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	1.00	สอดคล้อง
13. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง	1.00	สอดคล้อง
14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง

จากตารางที่ 5 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรม
สะเต็มศึกษามีค่าดัชนี ความสอดคล้องของรายการประเมินอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.00 โดยแผนการ
จัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องเชิง
เนื้อหา กับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ สาระสำคัญ
จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ เวลา การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่ง
เรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งถือได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการ
ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนมีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมิน

ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ ดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มกิจกรรมบางกิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
- 2) เพิ่มกิจกรรมบางกิจกรรมให้เกิดการสร้างจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้านการรับรู้
- 3) การจัดการเรียนรู้บางกิจกรรมใช้เวลานานเกินไป ควรปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ หรือเพิ่มระยะเวลาให้เหมาะสม
- 4) เพิ่มเติมขั้นตอนการนำเสนอชิ้นงานให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างสร้างชิ้นงาน

1.3 ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

จากการนำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีข้อดี คือ 1) กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และได้ลงมือปฏิบัติ 2) กิจกรรมมีความท้าทาย และมีความแปลกใหม่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบปกติ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ 3) ชุดกิจกรรม และสื่อประกอบการทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม มีความสะดวกต่อการใช้งานในแต่ละกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัด แนวทางในการปรับปรุง พัฒนา โดยภาพรวม คือ 1) ในการสร้างแบบจำลอง และการออกแบบสร้างชิ้นงาน ต้องกำหนดกรอบของชิ้นงานให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย และศักยภาพในการสร้างชิ้นงานของนักเรียน 2) โดยพื้นฐานของนักเรียนซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละตัวบุคคล บางคนใช้เวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพราะฉะนั้นบางกิจกรรมต้องปรับให้มีความยืดหยุ่น และปรับการใช้คำสั่งให้มีคำอธิบายที่ชัดเจน และเข้าใจได้ง่ายกับนักเรียนทุกกลุ่ม

ตอนที่ 2 ผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ไปทดสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ด้วยสถิติ t – test for dependent sample และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ด้วยสถิติ t – test for one sample ได้ผลดังตาราง

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t ₁	t ₂
	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
ค้นหาปัญหา	2.73	1.11	45.50	4.33	1.03	72.16	12.11**	
พิจารณาทางเลือก	2.93	0.98	48.83	4.40	1.13	73.33	7.97**	
วางแผนแก้ปัญหา	2.53	1.17	42.17	4.40	1.07	73.33	10.91**	5.05**
ดำเนินการแก้ปัญหา	2.27	1.01	37.83	4.13	1.04	68.83	9.82**	
วิเคราะห์ผลลัพธ์	2.57	0.96	42.83	4.27	0.94	71.17	9.79**	
ภาพรวม	13.20	3.59	44.00	21.50	3.79	71.67	18.43**	

**p < .01

หมายเหตุ:

t₁ แสดงการทดสอบสถิติ t-test for Dependent Samples

t₂ แสดงการทดสอบสถิติ t-test for One Sample

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนเท่ากับ 13.20 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.59 และมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนเท่ากับ 21.50 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.79 สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 60 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24 คะแนน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 21.50 (คิดเป็นร้อยละ 71.67) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ผ่านเกณฑ์เกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

2.2 เปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิเคราะห์จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนไปทดสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ด้วยสถิติ t - test for dependent sample และเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกับเกณฑ์ที่กำหนดระดับดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.51) ด้วยสถิติ t - test for one sample ได้ผลดังตาราง

ตาราง 7 การเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียน

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
การรับรู้	4.05	0.40	4.54	0.19	8.12**
ความรู้สึกรัก	4.27	0.38	4.59	0.19	6.47**
การประพฤติปฏิบัติ	4.15	0.35	4.55	0.22	7.97**
ภาพรวม	4.16	0.34	4.56	0.16	8.40**

**p < .01

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้าน การรับรู้ ความรู้สึกรัก การประพฤติปฏิบัติ และในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

ตาราง 8 การเปรียบเทียบจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (เฉลี่ย=4.51)

รายการ	หลังเรียน		การแปล ความหมาย	t
	\bar{X}	S.D.		
การรับรู้	4.54	0.19	ดีมาก	0.96
ความรู้สึก	4.59	0.19	ดีมาก	2.47*
การประพฤติปฏิบัติ	4.55	0.22	ดีมาก	1.59
ภาพรวม	4.56	0.16	ดีมาก	1.85

*p < .05

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียน ทั้งภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับดีมาก แต่เมื่อทดสอบสมมติฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด (เฉลี่ย=4.51) พบว่า คะแนนจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนในภาพรวม ด้านการรับรู้ และด้านการประพฤติปฏิบัติ คะแนนเฉลี่ยไม่สูงกว่าเกณฑ์ ยกเว้น ด้านความรู้สึก มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-experiment research) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 2) ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็ม เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีสมมติฐานการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
3. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดีมาก)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองตาคงพิทยาคาร อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยแบบแผนที่ใช้ในการวิจัย คือ One – Group Pretest – Posttest Design ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง จำนวน 9 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งประกอบไปด้วย
 - 1.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ผ่านการประเมินและตรวจสอบวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00

1.2 คู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอย ชุมชนที่ผ่านการตรวจความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา (Index of Consistency, IOC) ของแผน การจัดการเรียนรู้ โดยผู้ เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่ง ประกอบด้วย สถานการณ์ จำนวน 6 สถานการณ์ และข้อความถาม จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.16 – 0.39 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.39 – 0.81 และทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาความเชื่อมั่นโดยใช้ วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (α -cronbach) สูตร KR – 20 พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.97

3. แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยข้อความถามจำนวน 30 ข้อที่ ครอบคลุมองค์ประกอบของจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรับรู้ ด้าน ความรู้สึก และด้านการประพฤติปฏิบัติ โดยมีอำนาจจำแนก (t) ระหว่าง 2.05-6.00 และมีค่าความ เชื่อมั่นของแบบวัด โดยหาความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยใช้สูตรของครอนบัก เท่ากับ 0.87

สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สถิติที่ใช้ ทดสอบ สมมติฐานได้แก่ 1) สถิติ t – test for dependent sample สำหรับการทดสอบความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) สถิติ t – test for one sample สำหรับการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปผลการวิจัย

จากผลการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีคุณภาพ ผ่านเกณฑ์ การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูล ฝอยชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

3. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอย ชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

4. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

5. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย=4.51) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนมีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้เนื่องจากชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้สร้างตามหลักขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมของ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่นๆ, 2523, น. 25; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2553, น. 17-18) โดยมีการทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดเนื้อหา ออกแบบหน่วยการสอน กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่องและเวลา ก่อนที่จะออกแบบกิจกรรมให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ นอกจากนี้กิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนในชุดกิจกรรมยังเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

นอกจากนี้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษายังได้ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบทางวิศวกรรมของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 4-6) ดังนี้ 1. การระบุปัญหา 2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3. การวางแผนและพัฒนา 4. การทดสอบและประเมินผล และ 5. การนำเสนอผลลัพธ์ โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือ ชุดกิจกรรมการสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ 1) ชื่อชุดกิจกรรม 2) คำแนะนำในการใช้ชุด กิจกรรม 3) ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 4) จุดประสงค์การเรียนรู้ 5) คำชี้แจงและเงื่อนไข 6) สารความรู้/เกร็ดความรู้ 7) กิจกรรมการเรียนรู้ 8) คำถามท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ และส่วนที่ 2 คือ คู่มือสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ที่ประกอบด้วย 1) ชื่อคู่มือ 2) ชื่อแนะนำสำหรับการใช้คู่มือสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็ม 3) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 4) เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ 5) แนวปฏิบัติของการจัดการเรียนรู้ 6) การเตรียมความพร้อมสำหรับครู 7) บทบาทครู 8) บทบาทนักเรียน

9) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ 10) ผังมโนทัศน์ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และ 11) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้โดยมี เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจาก

ประการที่ 1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ออกแบบกิจกรรมตามหลักการจัดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการคิด ที่สอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2555, น. 142-143) ที่ว่า กิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นควรให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดตามความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และฝึกฝนอย่างมีขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ เข้าใจอย่างต่อเนื่องไม่สับสน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เรียนได้โดยเริ่มเรียนรู้จากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งที่ยาก ทั้งนี้ในขั้นตอนการออกแบบกิจกรรม และสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณให้สอดคล้องกับขั้นตอนพัฒนากระบวนการคิด (Critical Problem Solving development) ของ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 137) ดังนี้ 1) ขั้นตอนค้นหาปัญหา (Clarify problem) ที่นักเรียนจะได้ค้นหาปัญหาจนรู้ว่าสิ่งใดคือปัญหา 2) ขั้นพิจารณาทางเลือก (Consider alternatives) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนพยายามหาทางแก้ปัญหที่เป็นไปได้มากที่สุด 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญห (Devise plan of attack) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนพยายามวางแผน แก้ปัญหในแนวทางที่ได้ทำการศึกษา และเลือกแนวทางดังกล่าวไว้ 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญห (Solve problem) เป็นขั้นตอนการลงมือแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้ 5) ขั้นวิเคราะห์ผลลัพธ์ (Analyze outcomes) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์ ผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความเที่ยงตรงเพียงใด และเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่

ประการที่ 2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในบริเวณโรงเรียน และชุมชน ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวที่มีผลกระทบโดยตรงกับตัวนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิ่นแก้ว ประดิษฐ์สกุล (2561, น. 111) ที่ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนารายวิชาวิทยาศาสตร์แบบ STEAM เรื่อง นาข้าว ซึ่งมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดกับปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ เมื่อพบปัญหาใหม่ นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ โดยการสร้างสถานการณ์ปัญหานั้นหนีบยกจากเรื่องใกล้ตัวเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ โดยนักเรียนได้รู้ความหมายและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการแก้

ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เริ่มจากการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับความรู้สิ่งแวดล้อม มีการหยิบยกสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรู้สึก และห่วงใยต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น นำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ดีต่อการอนุรักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการปลูกฝังจิตสำนึกการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของ ปมหาพันธ์ (2544, น. 136-138) ที่ว่าการ ปลูกฝังจิตสำนึกการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้นักเรียนให้เกิดการเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความรู้สึกรัก ห่วงแหน และเห็นคุณค่า จนไปถึงการลงมือปฏิบัติจำเป็นต้องอาศัยหลักการที่ถูกต้อง จะต้องกระทำควบคู่กันไป ทั้ง 3 ด้านได้แก่ 1) การให้ความรู้ ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้นักเรียน รวมทั้งเข้าใจถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และค้นหาวิธีการจะแก้ปัญหาที่จะช่วยให้สามารถจัดการเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้องและเหมาะสม 2) การสร้างความรู้สึกรู้สึกที่ส่งผลต่ออารมณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งความรู้สึกรู้สึกจะนำไปสู่พฤติกรรมการประพฤติปฏิบัติต่อไป หากนักเรียนรู้สึกดีต่อเรื่องใด นักเรียนก็จะประพฤติปฏิบัติในทางที่ดีกับเรื่องนั้นๆ หากนักเรียนมีความรู้สึกไม่ดีต่อเรื่องใดก็จะปฏิบัติไม่ดี หรือตอบโต้โดยการทำลายสิ่งนั้นได้ 3) การประพฤติปฏิบัติ คือการที่นักเรียนเมื่อได้รับรู้ และมีความรู้ ความเข้าใจหรือค่านิยมที่ถูกต้อง มีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนกระทั่งสามารถเห็นความสำคัญและเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมได้แล้วนั้น จำนำความรู้ดังกล่าวนี้ไปสู่พฤติกรรมปฏิบัติจริง ที่เป็นการลงมือทำโดยตรง ทำให้มีความเข้าใจในสิ่งที่กระทำได้อย่างถูกต้อง มีความเข้าใจถึงต้นตอของปัญหา และทำให้นักเรียนสามารถหาวิธีการนำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

สำหรับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนมีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย=4.51) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ยกเว้นในด้านความรู้สึก นักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล จะเห็นได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูล

ฝอยชุมชนมีจิตสำนึกสามารถพัฒนาจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้สูงขึ้น แต่ยังไม่สามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ในระดับดีมาก โดยเกณฑ์ที่กำหนดถือว่าการตั้งระดับไว้สูงสุด แต่เนื่องจากจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นการพัฒนาในระดับจิตสำนึก ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนนั้นต้องทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกวิตกและห่วงใยต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ดีต่อการอนุรักษ์ จำเป็นต้องอาศัยการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ และต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรม ซึ่งการดำเนินจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นเพียงการทดลองเพียงช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทำให้ยังไม่สามารถพัฒนาระดับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในระดับดีมากได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, น. 318) ที่ว่าการที่จะให้นักเรียนเข้าใจถึงค่านิยมที่แท้จริงแล้วนั้น ครูจะต้องจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์ตรง มีความประทับใจและพึงพอใจในสิ่งที่ต้องการจะปลูกฝัง เพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่คงที่นั่นคือ เกิดการปฏิบัติอย่างเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ หรือแสดงความรับผิดชอบอย่างมีเหตุผล

ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

1. การนำปัญหา หรือการนำตัวอย่างปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน นำมาใช้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนเข้าใจสภาพปัญหาที่แท้จริง ที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้นอกจากนี้ยังทำให้การจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ นักเรียนให้ความสำคัญในการเรียนรู้ เพราะเป็นเรื่องที่ส่งผลต่อการใช้ชีวิตของนักเรียน

2. การพัฒนาจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการพัฒนาทางด้านจิตสำนึก ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนา เพราะฉะนั้นในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนควรมีระยะเวลาที่เหมาะสม และในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ควรสอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการซึมซับ รับรู้ รู้สึกถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ไปจนแสดงออกทางด้านการปฏิบัติอยู่ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การนำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับนักเรียนได้ ดังนั้น การออกแบบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีความเหมาะสม มีแนวโน้มที่จะสามารถช่วยพัฒนานักเรียนในด้านอื่น ๆ ได้ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิด

อย่างมีวิจารณ์ญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือความสามารถในการพัฒนาทักษะ
นวัตกรรมเป็นต้น



บรรณานุกรม

- Asigigan, S. i., และ Samur, Y. (2021). The Effect of Gamified STEM Practices on Students' Intrinsic Motivation, Critical Thinking Disposition Levels, and Perception of Problem-Solving Skills. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(2), 332-352.
- Belland, B. R. (2017). *Instructional Scaffolding in STEM Education*: Cham Springer International Publishing.
- Butts, D. P. (1974). *The Teaching of Science: A Self-directed Planning Guide*: Harper & Row.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.
- English, L. D., King, D., และ Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
- Gast, B. (2010). A science curriculum design using critical problem solving.
- Gonzalez, H. B., และ Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*.
- Jacob, S. M., และ Sam, H. K. (2008). *Measuring critical thinking in problem solving through online discussion forums in First Year University Mathematics*. Paper presented at the Proceedings of the Internationals MultiConference of Engineers and Computer Scientists (IMECS), Hong Kong.
- Kurfiss, J. G. (1988). *Critical Thinking: Theory, Research, Practice, and Possibilities*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2, 1988: ERIC.
- Nelson, L. W. (1975). *Science activities for elementary children* (5th ed.): Dubuque, Iowa. : Wm.C.Brown.
- Ngabekti, S., Prasetyo, A., Sulistyorini, S., และ Teampanpong, J. (2019). *Effect of STEM mobile learning package on ecosystem upon students' science and technology*

- literacy*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Norris, S. P., และ Ennis, R. H. (1989). *Evaluating Critical Thinking. The Practitioners' Guide to Teaching Thinking Series*: ERIC.
- Partnership for 21 st century learning. (2015). P21 Framework Definitions. สืบค้นจาก https://www.teacherrambo.com/file.php/1/21st_century_skills.pdf
- Prima, E., Oktaviani, T., และ Sholihin, H. (2018). *STEM learning on electricity using arduino-phet based experiment to improve 8th grade students' STEM literacy*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Xi, J., และ Wang, X. (2022). Development of Landscape Architecture Design Students' Pro-Environmental Awareness by Project-Based Learning. *Sustainability*, 14(4), 2164.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2544). การคิดเชิงวิพากษ์ (พ. 7). กรุงเทพฯ ชัดเชดมีเดีย.
- เดชา จันทรน้ำใส. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561. <http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/125/1/gs591130290.pdf>
- เสกสรร มาตวังแสง. (2552). การคิดวิจารณ์ญาณของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ
- โยธิน ศันสนยุทธ. (2533). จิตวิทยา. กรุงเทพฯ ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของชุมชนประเทศไทยปี พ.ศ. 2561. กรุงเทพฯ: ส่วนขยะมูลฝอยชุมชน กองจัดการกากและของเสียและสารอันตราย.
- จารีพร ผลมูล. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2558.
- จารุกิตติ์ ชินนระาช. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (การวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา)) --มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ

โรดม, 2563. <http://ir->

[thesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1294/1/g601130117.pdf](http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1294/1/g601130117.pdf)

จิรกาญจน์ แผนกุล. (2562). ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่บูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่มีต่อความสามารถในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาตามมาตรฐานสะเต็มศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญยานิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2562. <http://ir->

[thesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/667/1/g581130260.pdf](http://ir-thesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/667/1/g581130260.pdf)

จิรันธินิน คงจิ้น. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 21, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มี.ค. 2562), หน้า 16-29.

ชนาธิป พรกุล. (2544). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลสดี จันทาสี. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. (ปรินูญยานิพนธ์ ปรินูญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, นิคม ทาแดง, และ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ. (2523). เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (20301) : เอกสารการสอนชุดวิชา. กรุงเทพฯ: ฝ่ายการพิมพ์ สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ญาดาทนิต พิณกุล. (2539). หลักการสอน = *General methods of teaching*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

ดำรงศักดิ์ ชัยสนธิ. (2537). ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: วังอักษร.

ทองพันชั่ง พงษ์วารินทร์. (2552). จิตสำนึกคุณภาพ : อาวุธสำคัญเพื่อความอยู่รอด (พิมพ์ครั้งที่ 1..). กรุงเทพฯ Think beyond.

ทีศนา แหมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรวดี ดังบุตร. (2554). การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้แผนผังทาง

- ปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นันทน์ภัส พงศ์ศรีโรจน์. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญเชื้อ คอรวาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา (พ. 4). กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9, ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ป มหาพันธ์. (2544). สอนเด็กให้รักสิ่งแวดล้อม (พิมพ์ครั้งที่ 1..). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ประเสริฐ, ผ. (2557). อย่าเรียนหนังสือคนเดียว (พิมพ์ครั้งที่ 1): กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์ มสส.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควรรณคดี.
- ปิ่นแก้ว ประดิษฐ์สกุล. (2561). การพัฒนารายวิชาวิทยาศาสตร์แบบ STEAM เรื่อง นาข้าว เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.
- พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556, เมษายน-มิถุนายน). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.
- พัชรา ปัทมสิงห์. (2550). จิตสำนึกของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่มีต่อการชำระคืนเงินกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา. วิทยานิพนธ์ (กศ.ม. (การอุดมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- ภาณุ วังไส. (2549). เกินกว่าพรอยด์จะจินตนาการ : จิตวิทยาเชิงพุทธ--ก้าวหน้ากว้างไกลไปกว่าตะวันตก. กรุงเทพฯ: My Bangkok Publishing House.
- รักษพล ธนานวงค์. (2556). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education.
- รัชภูมิ สมสมัย. (2556). 21st Century Learning Skills 1-3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- ล้วน สายยศ. (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วราพร ศรีสุพรรณ, และ มหาวิทยาลัยมหิดล, ค. (2534). การพัฒนาแบบยั่งยืน = *Sustainable development* : ทางเลือกใหม่ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: คณะสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วศิน อิงคพัฒนากุล. (2548). การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติและมรดกทางวัฒนธรรม: กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิจารณ์, พ. (2557). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2, [ฉบับพิมพ์ซ้ำ]).: กรุงเทพฯ : มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). ส่งความสุขสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมความรู้เพื่อสังคม.
- วิรัชรอง ทองวิเศษ. (2545). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต.). มหาวิทยาลัยขอนแก่น., ขอนแก่น.
- วิสุดา บุญแฝง. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่ส่งผลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560. http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_SLM/Wisuda_B.pdf
- วีระ สุดสังข์. (2550). การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องย่อยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปรินญาณินพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: อินเตอร์เอดดูเคชั่น ซัพพลายส์: อินเตอร์เอดดูเคชั่น ซัพพลายส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สมจิตรา เรืองศรี. (2554). การสร้างแบบวัดจิตพิสัย = *Affective test construction* : MR 413 (พิมพ์

- ครั้งที่ 1..). กรุงเทพฯ: ภาควิชาการประเมินและการวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สมชาย รัตนทองคำ. (2556). รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมพงษ์ สิงหะพล. (2542). ต้องสอนให้เกิดจิตสำนึกใหม่. สี่มาจารย์ ปีที่ 13, ฉบับที่ 27 (มิ.ย.-ต.ค. 2542), หน้า 15-16.
- สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษา. (2557). บทวิเคราะห์การศึกษาไทยในโลกศตวรรษที่ 21. สืบค้นจาก <http://www.moe.go.th/moe/nipa/research/1355-file.pdf>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). สภาวะการศึกษาไทยปี 2559/2560 แนวทางการปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อก้าวสู่ยุค Thailand 4.0. กรุงเทพฯ สกศ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2558). วาระปฏิรูปที่ 25 ระบบการบริหารจัดการทรัพยากร : การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในสถานศึกษาต่ำกว่าระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). รายงานการวิจัยเรื่องสิ่งแวดล้อมสำหรับเด็กปฐมวัย: กรุงเทพฯ : สาขาการศึกษาปฐมวัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2550). หลักการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน = *Principles of sustainable environmental management* (พิมพ์ครั้งที่ 1..). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2553). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชน. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุชา จันทน์เอม. (2515). จิตวิทยาการศึกษา = *Educational psychology*. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.
- สุธีระ ประเสริฐสุวรรณ. (2558). สะเต็มศึกษา : ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: หน่วยจัดการกลาง โครงการเพาะพันธุ์ปัญญา ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สกว.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2543). เอกสารคำสอนวิชา ปด 421 : วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม = *EL 421 Science for elementary school teachers*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุภัทรา ตันติวิทยมาศ. (2558). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณด้วยแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

- สุภาภรณ์, ศ. (2549). วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับครูวิทยาศาสตร์ : เอกสารประกอบการสอน
วิชา วท 272. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุริยา ฮ่องเสนาะ. (2559). สะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม
2. กรุงเทพฯ: บริษัทเจเนอรัลบุ๊กส์ เซ็นเตอร์ จำกัด.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2555). สรุปการบรรยายพิเศษเรื่อง Science, Technology, Engineering, and
Mathematics Education: repairing students for the 21st Century
[http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-
content/uploads/sites/83/2017/09/STEMeducation.pdf](http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2017/09/STEMeducation.pdf)







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา ภาควิชาการวัดและประเมินผล คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผศ.ดร.สมปราวณา วงศ์บุญหนัก ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผศ.ดร.พัชรี ร่มพยอม วิชัชดิษฐ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
4. นางทิพย์สุดา สรณะ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนท่าใหม่ “พุลสวัสดิ์ราษฎร์นุกูล”
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาจันทบุรี ตราด
5. นางสาวจารุวรรณ สะมาณี ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนหนองตากงพิทยาคาร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาจันทบุรี ตราด

ภาคผนวก ข ค่าดัชนีความสอดคล้องและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
2. ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
3. ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
4. ตาราง 12 ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
5. ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
6. ตาราง 14 อำนาจจำแนก (t) และ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอย ชุมชน

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง							
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
1.2 จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
1.3 จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้							
2.1 ปริมาณเนื้อหา มีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.2 คำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.3 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ลำดับของเนื้อหา มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.5 ภาพประกอบ มีความเหมาะสม น่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.6 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.7 เนื้อหา มีความกระชับ คลอบคลุม เนื้อหา มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.2 ลำดับเนื้อหา มีลำดับขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.3 กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความ สอดคล้องกับเรื่องที่สอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับ นักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ได้ แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.8 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนเกิดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านการนำไปใช้							
4.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความ เหมาะสมต่อการนำไปใช้กับนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความ สะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครูผู้สอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4.3 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถ ประยุกต์ใช้กับแหล่งเรียนรู้ในชุมชนได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนมีความสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. การเขียนสาระสำคัญให้แผนถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา							
5. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
7. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์เนื้อหาสาระ และระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 10 (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
12. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้เหมาะสม กับเนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วย ตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง



ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

สถาน การณ์	ข้อ ที่	ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1.	1.	ค้นหาปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2.	พิจารณาทางเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3.	วางแผนแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4.	ดำเนินการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	5.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.	6.	ค้นหาปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7.	พิจารณาทางเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	8.	วางแผนแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	9.	ดำเนินการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	10.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.	11.	ค้นหาปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	12.	พิจารณาทางเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	13.	วางแผนแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14.	ดำเนินการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	15.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4.	16.	ค้นหาปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	17.	พิจารณาทางเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	18.	วางแผนแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	19.	ดำเนินการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	20.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5.	21.	ค้นหาปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	22.	พิจารณาทางเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	23.	วางแผนแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	24.	ดำเนินการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 11 (ต่อ)

สถาน การณ์	ข้อที่	ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
			1	2	3	4	5		
	25.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	26.	ค้นหาปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	27.	พิจารณาทางเลือก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6.	28.	วางแผนแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	29.	ดำเนินการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	30.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 12 ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดวัดจิตสำนึกอนุรักษสิ่งแวดล้อม

ความวัด จิตสำนึก อนุรักษ สิ่งแวดล้อม	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
1. ด้านการ รับรู้	1.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	5.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	6.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	8.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	9.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	10.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้าน ความรู้สึ	11.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	12.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	13.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	15.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	16.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	17.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	18.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	19.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	20.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ความวัด จิตสำนึก อนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
		1	2	3	4	5		
3. ด้านการ ประพฤติ ปฏิบัติ	21.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	22.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	23.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	24.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	25.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	26.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	27.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	28.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	29.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	30.	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

สถานการณ์	ข้อที่	ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ	ความยาก ง่าย (p)	อำนาจ จำแนก (r)	แปลผล
1.	1.	ค้นหาปัญหา	0.29	0.69	ใช้ได้
	2.	พิจารณาทางเลือก	0.23	0.68	ใช้ได้
	3.	วางแผนแก้ปัญหา	0.35	0.73	ใช้ได้
	4.	ดำเนินการแก้ปัญหา	0.26	0.73	ใช้ได้
	5.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	0.25	0.76	ใช้ได้
2.	6.	ค้นหาปัญหา	0.25	0.72	ใช้ได้
	7.	พิจารณาทางเลือก	0.20	0.71	ใช้ได้
	8.	วางแผนแก้ปัญหา	0.26	0.73	ใช้ได้
	9.	ดำเนินการแก้ปัญหา	0.23	0.63	ใช้ได้
	10.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	0.25	0.72	ใช้ได้
3.	11.	ค้นหาปัญหา	0.22	0.68	ใช้ได้
	12.	พิจารณาทางเลือก	0.25	0.65	ใช้ได้
	13.	วางแผนแก้ปัญหา	0.27	0.82	ใช้ได้
	14.	ดำเนินการแก้ปัญหา	0.16	0.51	ปรับปรุง
	15.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	0.23	0.67	ใช้ได้
4.	16.	ค้นหาปัญหา	0.39	0.87	ใช้ได้
	17.	พิจารณาทางเลือก	0.36	0.79	ใช้ได้
	18.	วางแผนแก้ปัญหา	0.26	0.62	ใช้ได้
	19.	ดำเนินการแก้ปัญหา	0.32	0.76	ใช้ได้
	20.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	0.32	0.80	ใช้ได้
5.	21.	ค้นหาปัญหา	0.16	0.71	ปรับปรุง
	22.	พิจารณาทางเลือก	0.19	0.68	ปรับปรุง
	23.	วางแผนแก้ปัญหา	0.25	0.72	ใช้ได้
	24.	ดำเนินการแก้ปัญหา	0.29	0.80	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อที่	ความสามารถใน			แปลผล
		การแก้ปัญหา อย่างมี วิจารณญาณ	ความยาก ง่าย (p)	อำนาจ จำแนก (r)	
	25.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	0.26	0.72	ใช้ได้
6.	26.	ค้นหาปัญหา	0.35	0.83	ใช้ได้
	27.	พิจารณาทางเลือก	0.29	0.77	ใช้ได้
	28.	วางแผนแก้ปัญหา	0.14	0.68	ปรับปรุง
	29.	ดำเนินการแก้ปัญหา	0.16	0.39	ปรับปรุง
	30.	วิเคราะห์ผลลัพธ์	0.25	0.67	ใช้ได้

ตาราง 14 จำนวนจำแนก (t) และ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์
 สิ่งแวดล้อม

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1.	3.16*	16.	2.11**
2.	4.80*	17.	2.06*
3.	2.06**	18.	3.31**
4.	5.10**	19.	3.10*
5.	3.34**	20.	3.57**
6.	21.21**	21.	3.06**
7.	3.71**	22.	3.15*
8.	5.03*	23.	4.72*
9.	4.88*	24.	2.05*
10.	2.78**	25.	2.06*
11.	6.00**	26.	5.10**
12.	3.86**	27.	3.34**
13.	3.33**	28.	2.21**
14.	3.84*	29.	3.71**
15.	2.74*	30.	4.88*

*p < .05 และ **p < .01

ภาคผนวก ค

1. ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
2. ตาราง 16 ระดับความคิดเห็นของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

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

ตาราง 16 ระดับความคิดเห็นของแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1.	3.57	4.57	16.	3.87	4.53
2.	3.87	4.63	17.	4.57	4.70
3.	4.53	4.60	18.	4.67	4.83
4.	4.03	4.37	19.	4.50	4.63
5.	3.73	4.63	20.	4.33	4.57
6.	3.57	4.40	21.	4.27	4.47
7.	3.97	4.40	22.	4.13	4.40
8.	3.60	4.30	23.	3.87	4.60
9.	4.43	4.73	24.	4.37	4.73
10.	4.10	4.57	25.	4.07	4.50
11.	4.57	4.73	26.	4.13	4.53
12.	4.43	4.53	27.	4.40	4.73
13.	4.47	4.53	28.	4.53	4.67
14.	4.80	4.13	29.	3.77	4.37
15.	4.47	4.83	30.	4.23	4.73

ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
2. แผนการจัดการ เรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
4. แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

1. ตัวอย่างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

“ **ชุดกิจกรรมที่ 1**
ร่วมด้วยช่วยกันแก้ ”

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา **STEM**

เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นายสมทบ ศรีคงรักษ์
กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
วิชาเอกวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

(เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการวิจัยระดับมหาบัณฑิต)

ชื่อ
สกุล
ชั้น เลขที่



คำนำ

ชุดกิจกรรมเพิ่มเติม เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นชุดกิจกรรมที่ไปประกอบ ด้วยชุดกิจกรรมจำนวน 3 ชุด ได้แก่ 1) ร่วมด้วยช่วยกันแก้ 2) ร่วมกันออกแบบ 3) ร่วมกันวางแผน สร้างสรรค์สู่การนำเสนอ โดยชุดกิจกรรมเพิ่มเติมที่สร้างขึ้นนี้เป็นสื่อการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้เกิดความรู้ ความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ผลกระทบทั้งแง่บวกและแง่ลบ ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนได้รับการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

สำหรับชุดกิจกรรมที่ 1 ร่วมด้วยช่วยกันแก้ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 สำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายในโรงเรียนเพื่อนำมากำหนดกรอบปัญหา สำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว และกิจกรรมที่ 2 วิเคราะห์รวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ทำวิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมเพิ่มเติม เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข เกิดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ได้รับการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ พร้อมทั้งนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

สมทบ ศรีคงรักษ์

ชุดกิจกรรมเพิ่มเติม

เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

จุดที่ 1 ร่วมด้วยช่วยกันแก้

1

จุดประสงค์การเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1



เรื่อง สำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน



จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge: K)

1. บอกและอธิบายความแตกต่างประเภทของขยะมูลฝอยชุมชน และการจัดการขยะแต่ละประเภท
2. อธิบายแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยในชุมชน
3. วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาขยะที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชน และนำเสนอกรอบของปัญหา

ทักษะ (Process: P)

1. สืบค้นข้อมูลการกำจัดขยะมูลฝอย

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude: A)

1. ตระหนัก เห็นความสำคัญ และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดจากขยะมูลฝอยชุมชน
2. ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้
3. มุ่งมั่นทำงานร่วมกันเป็นทีม



เวลา 120 นาที

กิจกรรมที่ 1

เรื่อง สำรองปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน



กิจกรรมที่ 1.1 ประเภทของขยะมูลฝอย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนชมวีดีทัศน์จาก Qr Code และสรุปประเด็นต่อไปนี้



ชมวีดีทัศน์

ทบทวน: ขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกเป็นกี่ประเภท พร้อมยกตัวอย่าง



ที่มา : กรมประชาสัมพันธ์
<https://www.youtube.com/watch?v=an7In25Xv1c>



กิจกรรมที่ 1.2 วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

“ การระบุปัญหาที่ชัดเจนเป็นพื้นฐานสำคัญในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่แท้จริง โดยเทคนิคที่นักเรียนสามารถนำมาใช้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและช่วยนำข้อมูลไปสู่การกำหนดกรอบปัญหา คือ การใช้คำถาม 5W1H....”



ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา



อ่านข่าวเพิ่มเติมได้ที่ :
<https://www.okpob36.com/news/ประมงเชียงใหม่/55605/>



ปัญหาขยะล้นกอง
 "คลองลาดพร้าว"
 ต้นเหตุระบายน้ำไม่ทัน

5W1H	ปัญหาขยะล้นกอง
What (อะไร)	ขยะล้นกองในลำคลอง
Who (ใคร)	คนในชุมชน ผู้สัญจรไปมา
Why (ทำไม)	ขยะมากเกินไป/การจัดการไม่ดี/คนทิ้งขยะไม่เป็นที่
When (เมื่อใด)	ทุกช่วงเวลาโดยเฉพาะเวลาฝนตกหนัก
Where (ที่ไหน)	คลองระบายน้ำลาดพร้าว
How (อย่างไร)	หาวิธีลดขยะ/วิธีกำจัดขยะ



จากการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้คำถาม 5W1H ถ้านักเรียนอาศัยอยู่ในชุมชนดังกล่าว นักเรียนสามารถเลือกประเด็นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญหา เช่น



เบล ระบุสาเหตุของปัญหาขยะล้นเกิดจากการจัดการขยะที่ขาดประสิทธิภาพ ไม่มีตะแกรง หรือที่กรองขยะ ทำให้ขยะสามารถลอยมาตามท่อระบายน้ำไหลลงสู่ลำคลองได้ เบลจึงสนใจที่จะหาวิธีการทำให้ขยะไม่ไหลลงสู่ลำคลอง เช่น ทำตะแกรงดักขยะ หรือทำตาข่ายเพื่อกรองขยะตามปลายท่อระบายน้ำ

กรอบปัญหาของเบล คือ ต้องหาวิธีการกรองขยะเพื่อป้องกันขยะไหลลงสู่ลำคลองได้ ทำให้เมื่อเวลาฝนตกหนักขยะจะไม่ไหลลงสู่ลำคลองได้

บอล ระบุสาเหตุของปัญหาขยะล้นเกิดจากคนในชุมชนทิ้งขยะไม่เป็นที่เป็นทาง ทำให้ขยะไหลลงสู่ลำคลอง บอลจึงสนใจหาวิธีทำให้คนในชุมชนแยกขยะ และทิ้งขยะอย่างถูกวิธี เช่น การรณรงค์ให้คัดแยกขยะ ทิ้งขยะให้ลงถัง และแยกประเภทให้ถูกต้อง



กรอบปัญหาของบอล คือ ต้องหาวิธีให้คนในชุมชนแยกขยะ และทิ้งขยะอย่างถูกวิธี ถึงแม้ว่าในชุมชนจะมีถังขยะเพียงพอแต่ถ้าคนในชุมชนไม่แยกขยะ ทิ้งขยะไม่เป็นที่เป็นทาง ทำให้กำจัดได้ยาก ส่งผลให้มีขยะอยู่บนกองถึงขยะซึ่งสามารถไหลลงสู่ลำคลองได้

คำชี้แจง: หลังจากที่นักเรียนศึกษาวิธีการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดกรอบปัญหาแล้วนั้น ให้นักเรียนสำรวจและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะมูลฝอยภายในโรงเรียน โดยทำการบันทึกลงในชุดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การกำหนดกรอบปัญหา โดยใช้คำถาม 5W1H ดังต่อไปนี้



ปัญหาขยะในโรงเรียน	สาเหตุของปัญหา

5W1H	ปัญหา :
What (อะไร)	
Who (ใคร)	
Why (ทำไม)	
When (เมื่อใด)	
Where (ที่ไหน)	
How (อย่างไร)	



กรอบปัญหา คือ

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 1.3 การจัดการขยะแต่ละประเภท

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ตถึงวิธีการจัดการขยะแต่ละประเภท



ตัวอย่างเทคโนโลยี และวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยแต่ละประเภทจากการสืบค้น

“ ชุดกิจกรรมที่ 2
ร่วมกันออกแบบ ”

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นายสมทบ ศรีคงรักษ์
กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
วิชาเอกวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

(เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการวิจัยระดับมหาบัณฑิต)

ชื่อ

สกุล

ชั้น เลขที่

กิจกรรมที่ 3 

เรื่อง วิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหา



กิจกรรมที่ 3.1

วิเคราะห์ทรัพยากรทางเทคโนโลยี

 คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการวิเคราะห์ทรัพยากรทางเทคโนโลยี และร่วมกับเพื่อนในกลุ่มวิเคราะห์ทรัพยากรทางเทคโนโลยีในประเด็นที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ 

แนวทางการแก้ปัญหา	ทรัพยากรทางเทคโนโลยี						
	คน	สารสนเทศ/ความรู้	วัสดุ	เครื่องมือ/อุปกรณ์	พลังงาน	ทุน	ระยะเวลา
1. ปีบอัดขยะโดยใช้หลักการของคาน 	ผู้มีความรู้และทักษะเรื่องคานและงานช่าง	ความรู้เรื่องคาน	วัสดุที่แข็งแรงทนทานและทนต่อแรงบีบอัด	อุปกรณ์งานช่างพื้นฐาน	ใช้แรงจากคน	ใช้ทุนในการจัดซื้อวัสดุ	งานไม่ซับซ้อนใช้เวลาไม่เกิน 2 สัปดาห์
2. จัดทำแผ่นพับและโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ 	เพื่อนในกลุ่ม	ตัวอย่างแผ่นพับหรือโปสเตอร์ที่น่าสนใจ				ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์	
3. ปีบอัดขยะด้วยกลไก scissors 							
4. จัดกิจกรรมธนาคารขยะในโรงเรียน 							

กิจกรรมที่ 4 

เรื่อง ออกแบบแนวทางแก้ปัญหา



กิจกรรมที่ 4.1 ความรู้เบื้องต้นในการออกแบบ

คำชี้แจง: จากการศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ และวิเคราะห์เลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งให้เหตุผล



สถานการณ์ที่ 1. ต้องการเลือกวัสดุมาใช้ในการประดิษฐ์ถังขยะไว้สำหรับใช้ในห้องน้ำด้วยตนเอง



แผ่นไม้อัด

ขนาด 80*60 ซม.หนา 6 มิล
ราคา 197 บาท/แผ่น



แผ่นพลาสติก PVC

ขนาด 80*70 ซม. หนา 6 มิล
ราคา 350 บาท/แผ่น



ไม้ยางพารา

ขนาด 20*150 ซม. หนา 1.7 ซม.
ราคา 45 บาท/ท่อน

วัสดุที่เลือกใช้ได้แก่..... เพราะ

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2. ต้องการเลือกซื้ออุปกรณ์ไว้สำหรับใช้ซื้อของในตลาดสด ในทุกๆ สัปดาห์



ถุงกระดาษ

ราคา 14 บาท



กระเป๋ากระดาษ

ราคา 190 บาท



กระเป๋าไนล่อน

ราคา 350 บาท

อุปกรณ์ที่เลือกใช้ได้แก่..... เพราะ

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3. ต้องการเลือกซื้อแก้วไว้สำหรับใช้ทดแทนแก้วพลาสติก



แบบที่ 1

วัสดุ : ไม้ไผ่

ราคา 160 บาท



แบบที่ 2

วัสดุ : สแตนเลส/ชั้นเก็บความเย็น

ราคา 390 บาท



แบบที่ 3

วัสดุ : สแตนเลส

ราคา 200 บาท

แบบแก้วที่เลือกได้แก่แบบที่..... เพราะ

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4. ต้องการเลือกซื้อถังขยะไว้สำหรับวางไว้บริเวณสวนสาธารณะ ที่มีผู้คนออกมาออกกำลังกายในแต่ละวันอย่างพลุกพล่าน



แบบที่ 1

ความจุ 200 ลิตร

ราคา 280 บาท



แบบที่ 2

ความจุ 180 ลิตร

ราคา 490 บาท



แบบที่ 3

ความจุ 90 ลิตร

ราคา 650 บาท

ถังขยะที่เลือกได้แก่แบบที่..... เพราะ

.....

.....

สถานการณ์ที่ 5. ถ้าต้องการเลือกซื้อถังขยะไว้สำหรับสวนหย่อมหน้าบ้าน

ถังขยะที่เลือกได้แก่แบบที่..... เพราะ

.....

.....



“ ชุดกิจกรรมที่ 3 ร่วมกันวางแผน สร้างสรรค์ สู่การนำเสนอ ”



ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นายสมทบ ศรีคงรักษ์

กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
วิชาเอกวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

(เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการวิจัยระดับมหาบัณฑิต)



ชื่อ

สกุล

ชั้น เลขที่



กิจกรรมที่ 6

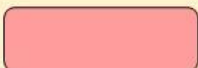
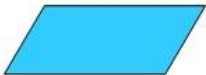
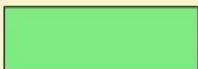

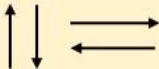
เรื่อง วางแผนการดำเนินการ

หลังจากนักเรียนได้ออกแบบแนวทางแก้ปัญหา และได้สร้างแบบจำลองขึ้นมาแล้วนั้น ก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานขึ้นมาจริง นักเรียนควรมีการวางแผนการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อลดระยะเวลาและความผิดพลาดในการทำงานด้วย ซึ่งนักเรียนจะได้ทำการวางแผนจากกิจกรรมต่อไปนี้



มาทบทวนผังงานกันก่อนนะ

ผังงานเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวางแผนหรือออกแบบการแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติตาม โดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกาได้กำหนดสัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานในการเขียนผังงานไว้ ซึ่งในชุดกิจกรรมนี้จะแนะนำใช้งาน 5 สัญลักษณ์พื้นฐานดังนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย	การใช้งาน
	เริ่มต้นและจบ	จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของผังงาน
	การนำเข้า-ออก แบบทั่วไป	จุดที่จะนำข้อมูลเข้าจากภายนอกหรือออกสู่ภายนอก โดยไม่ระบุชนิดของอุปกรณ์
	การปฏิบัติงาน	จุดที่มีการปฏิบัติงานอย่างไร้เงื่อนไข
	การตัดสินใจ	จุดที่จะต้องเลือกปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง
	ทิศทาง	ทิศทางขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งปฏิบัติต่อเนื่องกันตามหัวลูกศรชี้

▶ ตัวอย่างสถานการณ์ 1
“ซีร็จักเรียนยนต์ไปโรงเรียน”



▶ ตัวอย่างสถานการณ์ 2
“การสร้างถังขยะอัตโนมัติ”

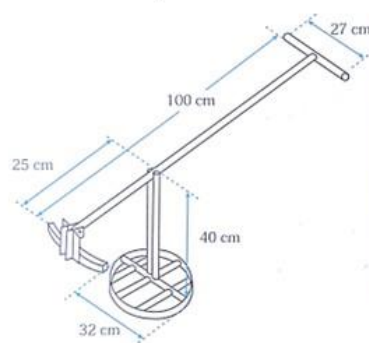


กิจกรรมที่ 6.1 ผลงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน

▶ คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์การทำกิจกรรมดังต่อไปนี้ และนำขั้นตอนที่กำหนดให้ไปเติมลงในผลงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน ให้ถูกต้องและเหมาะสม

▶ สถานการณ์ที่ 1

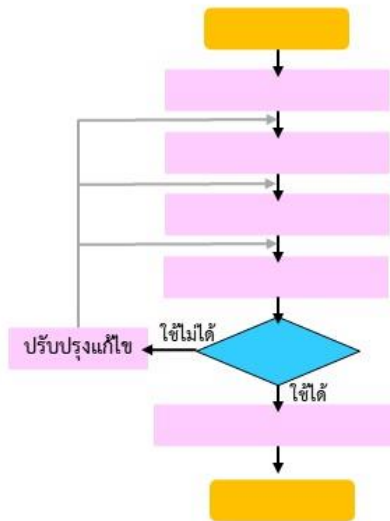
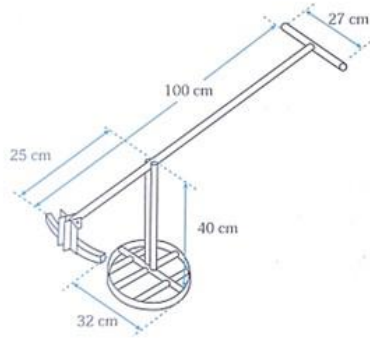
“สร้างอุปกรณ์บีบอัดขยะ”



- ▶ เริ่มต้น
- ▶ จบ
- ▶ สร้างแผ่นหน้าสัมผัส
- ▶ จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์
- ▶ สร้างแกนโยก
- ▶ ทาสี, เก็บรายละเอียด
- ▶ ประกอบชิ้นส่วน
- ▶ ทดสอบชิ้นงานกับผู้ใช้จริง

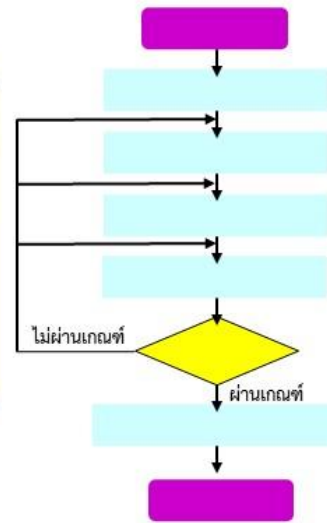
สถานการณ์ที่ 1 (ต่อ)

“สร้างอุปกรณ์บีบอัดขยะ”



สถานการณ์ที่ 2

“จัดทำโครงการโรงเรียนปลอดขยะ”



กิจกรรมที่ 9

เรื่อง นำเสนอชิ้นงาน



กิจกรรมที่ 9.1 การนำเสนอชิ้นงาน

คำชี้แจง: จากกิจกรรมที่ผ่านมา ให้นักเรียนนำเสนอผลการดำเนินการตามประเด็นที่กำหนดให้ พร้อมเขียนบันทึกรูปแบบการนำเสนอของตนเอง ดังต่อไปนี้

ประเด็นที่นำเสนอ

- กรอบปัญหา
- แนวทางแก้ปัญหา
- การสร้างชิ้นงาน
- ผลการทดสอบ และแก้ไข



รูปแบบการนำเสนอ

.....

.....



กิจกรรมที่ 9.2 เสี่ยงสะท้อนจากผู้ฟัง

จุดประสงค์การเรียนรู้

- บอกและอธิบายความแตกต่างประเภทของขยะมูลฝอยชุมชน

คำชี้แจง: จากการนำเสนอชิ้นงานในกิจกรรมที่ 9.1 ให้นักเรียนบันทึกคำถาม ข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ฟัง

บันทึกคำถาม ข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของคู่มือครูสำหรับการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 ชุดกิจกรรมสะเต็มที่ 1 ร่วมด้วยช่วยกันแก้(ปัญหา)
 กิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว.4.1 ม.2/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่น สรุปกรอบของปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

สาระสำคัญ

การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาหรือความต้องการในชุมชนหรือท้องถิ่นทำให้ทราบถึงประเด็นปัญหา รวมทั้งเงื่อนไขหรือข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเขียนสรุปเป็นกรอบของปัญหาจะช่วยให้ปัญหานั้นมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งกรอบของปัญหานี้ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะเป็นขอบเขตในการศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหาต่อไป

ความรู้เดิมของนักเรียน

1. ประเภทของขยะมูลฝอยชุมชน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ (Knowledge: K)

1. บอกและอธิบายความแตกต่างประเภทของขยะมูลฝอยชุมชน และการจัดการขยะแต่ละประเภท
2. อธิบายแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยในชุมชน
3. วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาขยะที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชน และนำเสนอกรอบของปัญหา

ทักษะ (Process: P)

1. สืบค้นข้อมูลการกำจัดขยะมูลฝอย

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude: A)

1. ตระหนัก เห็นความสำคัญ และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดจากขยะมูลฝอยชุมชน
2. ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้
3. มุ่งมั่นทำงานร่วมกันเป็นทีม

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมการสะสม เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ชุดที่ 1 ร่วมด้วยช่วยกันแก้ (ปัญหา)กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง สำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน
2. บัตรภาพ และสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะจำนวน 6 ภาพ
3. วีดีทัศน์ ประเภทของขยะมูลฝอย จาก <https://www.youtube.com/watch?v=sn7ip3RXu1o>
4. ตัวอย่างขยะมูลฝอย

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้	STEM	การแก้ปัญหาอย่างมีวิचारณญาณ/จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) 10 นาที</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูนำเสนอตัวอย่างขยะในถังขยะที่ครูเตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม 2. ครูใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและอภิปราย จากนั้นครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 – 3 คนเพื่อนำเสนอคำตอบ ในประเด็นต่อไปนี้ 	<p>S วิทยาศาสตร์</p> <p>-ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</p> <p>E วิศวกรรม</p> <p>- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(ขั้นระบุปัญหา)</p>	<p>ขั้นค้นหา</p> <p>ปัญหา/ด้านการรับรู้</p>

การจัดการเรียนรู้	STEM	การแก้ปัญหาอย่าง มีวิจารณญาณ/ จิตสำนึกอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) (ต่อ)</p> <p>- ถ้าเราทิ้งขยะเหล่านี้รวมกัน จะส่งผลเสียอย่างไร (แนวคำตอบ: ทำให้ยากต่อการกำจัด ส่งผลให้เกิดปัญหา ขยะล้นเมือง เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ตามมา)</p> <p>- นักเรียนจะจำแนกขยะเหล่านี้ออกเป็นกี่ประเภท ได้แก่ อะไรบ้าง (แนวคำตอบ: ขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานของ นักเรียน)</p> <p>3. นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเรื่อง ประเภทของขยะมูล ฝอยชุมชน จากวีดีทัศน์โดยการสแกน Qr Code พร้อม เขียนสรุปลงในใบกิจกรรมที่ 1.1</p>		
<p>ขั้นที่ 2 การสำรวจค้นหา (Exploration) 30 นาที</p> <p>4. ครูแจกภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะมูลฝอย ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ภาพ (ภาพแตกต่างกัน)</p> <p>5. นักเรียนร่วมกันพิจารณาภาพ โดยระดมความคิด เพื่อ ตอบคำถามในประเด็นที่ครูใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้</p> <p>- ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุมาจากอะไร (แนวคำตอบ: ปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้น / การทิ้งขยะไม่เป็นที่ / การ จัดการขยะที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ)</p> <p>- ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อม อย่างไร (แนวคำตอบ: ส่งกลิ่นเหม็นก่อความรำคาญ / แหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรค / สกัดกั้นการไหลของน้ำ ทำให้แหล่งน้ำสกปรก และเกิดการเน่าเสีย)</p> <p>- นักเรียนมีส่วนที่ทำให้เกิดปัญหาเหล่านี้หรือไม่ (แนว คำตอบ: ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ชีวิตของแต่ละบุคคล)</p>	<p>S วิทยาศาสตร์</p> <p>- ทรัพยากร ธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม</p> <p>E วิศวกรรม</p> <p>- กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม(ขั้น ระบุปัญหา)</p>	<p>ขั้นค้นหา ปัญหา/ด้านการ รับรู้</p>

การจัดการเรียนรู้	STEM	การแก้ปัญหาอย่าง มีวิจารณญาณ/ จิตสำนึกอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม
<p>ขั้นที่ 2 การสำรวจค้นหา (Exploration) (ต่อ)</p> <p>6. นักเรียนศึกษาการวิเคราะห์สถานการณ์ตัวอย่างในชุดกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาขยะ โดยการใช้คำถาม 5W1H และตัวอย่างการกำหนดกรอบของปัญหา</p> <p>7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจ และวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะมูลฝอยภายในโรงเรียนโดยบันทึกลงในชุดกิจกรรมในกิจกรรมที่ 1.2 เพื่อนำไปสู่การกำหนดกรอบปัญหา โดยใช้คำถาม 5W1H ดังต่อไปนี้</p> <p>What เกิดปัญหาอะไร</p> <p>Who ปัญหาเกิดกับใคร ใครคือผู้ทำให้เกิดปัญหา</p> <p>Why ทำไมถึงเกิดปัญหา</p> <p>When ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อใด</p> <p>Where ปัญหาเกิดขึ้นที่ไหน</p> <p>How จะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร</p>		
<p>ขั้นที่ 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 20 นาที</p> <p>8. นักเรียนนำเสนอกรอบของปัญหาของกลุ่มตนเองให้เพื่อน ๆ ในห้องได้รับทราบ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเปิดมุมมองของการกำหนดกรอบของปัญหาให้เห็นถึงความหลากหลาย</p> <p>9. นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายร่วมกันเกี่ยวกับการกำหนดกรอบของปัญหา โดยอ้างถึงวิธีการแก้ปัญหาของตัวอย่างในชุดกิจกรรมที่ต้องการลดปริมาณขยะ จำพวกพลาสติก เช่น ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก</p>	<p>E วิศวกรรม</p> <p>- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(ขั้นระบุปัญหา)</p>	<p>ขั้นค้นหา ปัญหา/ด้านการรับรู้</p>

<p style="text-align: center;">การจัดการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;">STEM</p>	<p>การแก้ปัญหา อย่างมี วิจรรย์ญาณ/ จิตสำนึก อนุรักษ์ สิ่งแวดล้อม</p>
<p>ขั้นที่ 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 20 นาที</p> <p>10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ตถึงการจัดการขยะแต่ละประเภท และทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 1.3</p> <p>11. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลการจัดการขยะที่ได้จากการสืบค้นให้เพื่อน ๆ และครูร่วมกันอภิปรายสรุปผลการค้นคว้า</p>	<p>S วิทยาศาสตร์ -ทรัพยากร ธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม T เทคโนโลยี - ใช้เทคโนโลยี ในกระบวนการ แก้ปัญหา เพื่อ การหาคำตอบ E วิศวกรรม - กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม(ขั้นระบุ ปัญหา)</p>	<p>ขั้นค้นหา ปัญหา/ด้านการ รับรู้</p>
<p>ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) 20 นาที</p> <p>12. นักเรียนแต่ละคน ศึกษา และวิเคราะห์ปัญหาจากกรณีตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะมูลฝอยในกิจกรรมที่ 1.4 เพื่อกำหนดกรอบปัญหาของตนเอง</p> <p>13. ผู้สอนร่วมสนทนากับผู้เรียนถึงแนวทางดำเนินการในขั้นต่อไป และสรุปร่วมกันว่าจะต้องรวบรวมข้อมูลหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมอย่างไร</p>	<p>S วิทยาศาสตร์ -ทรัพยากร ธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม T เทคโนโลยี - ใช้เทคโนโลยี ในกระบวนการ แก้ปัญหา เพื่อ การหาคำตอบ E วิศวกรรม</p>	

และมีวิธีการในการสืบค้นข้อมูลอย่างไร	- กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม(ชั้น ระบุปัญหา) M คณิตศาสตร์ - ความรู้ทาง สถิติ	
--------------------------------------	---	--

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์ การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ ในการวัด	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (Knowledge: K) 1. บอกและอธิบายความแตกต่างประเภทของขยะมูลฝอยชุมชน และการจัดการขยะแต่ละประเภท 2. อธิบายแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางการกำจัดขยะมูลฝอยในชุมชน	- ตรวจสอบชุดกิจกรรม - ตรวจสอบชุดกิจกรรม	- แบบประเมินกิจกรรมที่ 1.1 และ 1.3 - แบบประเมินกิจกรรมที่ 1.2 และ 1.4	- นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 - นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
3. วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาขยะที่เกิดขึ้นในโรงเรียน หรือชุมชน และนำเสนอกรอบของปัญหา	- ตรวจสอบชุดกิจกรรม	- แบบประเมินกิจกรรมที่ 1.2 และ 1.4	- นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
ทักษะ (Process: P) 1. สืบค้นข้อมูลประเภทของขยะมูลฝอยชุมชน	- ตรวจสอบชุดกิจกรรม	- แบบประเมินกิจกรรมที่ 1.3	- นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p>คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude: A)</p> <p>1. ตระหนัก เห็นความสำคัญ และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากขยะมูลฝอยชุมชน</p> <p>2. ให้ความร่วมมือในการเรียนรู้</p>	<p>- ตรวจสอบชุดกิจกรรม</p> <p>- สังเกตพฤติกรรม</p> <p>- ตรวจสอบชุดกิจกรรม</p> <p>- สังเกตพฤติกรรม</p>	<p>- แบบประเมินกิจกรรมที่ 1.1-1.4</p> <p>- ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ 1.1-1.4</p>	<p>- นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70</p> <p>- นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับดีขึ้นไป</p>
<p>3. มุ่งมั่นทำงานร่วมกันเป็นทีม</p>	<p>- สังเกตพฤติกรรม</p>	<p>- ประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม</p>	<p>- นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับดีขึ้นไป</p>

3. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ดังต่อไปนี้ และเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากข้อความดังกล่าว

สถานการณ์ที่ 1 (ตอบคำถามข้อ 1 – 5)

จिनพบไมโครพลาสติกปนเปื้อนระดับสูง ในอุจจาระของผู้ป่วยโรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง

ทีมนักวิจัยทางการแพทย์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์นานกิงของจีนระบุว่าไมโครพลาสติกในปริมาณสูง อาจมีความเกี่ยวข้องกับการอักเสบของระบบทางเดินอาหารในมนุษย์ได้ ซึ่งจากการศึกษาตัวอย่างอุจจาระที่เก็บมาจากคนไข้โรคลำไส้อักเสบเรื้อรังจำนวน 52 คน พบว่าทุกคนล้วนมีอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรในอุจจาระ โดยปนเปื้อนในปริมาณที่สูงกว่าคนสุขภาพแข็งแรง 1.5 เท่า โดยผลการตรวจสอบพบว่าที่มาของอนุภาคพลาสติกเหล่านี้พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวันของทุกคน โดยเป็นสิ่งปนเปื้อนจากการดื่มน้ำบรรจุขวด PET หรือการกินอาหารจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง

ทีมนักวิจัยยังพบว่า ยิ่งปริมาณของไมโครพลาสติกในอุจจาระมีสัดส่วนสูงขึ้นเท่าใด ผู้ป่วยก็จะมีอาการของโรครุนแรงขึ้นเท่านั้น โดยจะมีอาการท้องร่วง ถ่ายเป็นเลือด ปวดเกร็งในช่องท้อง เป็นไข้ มีอาการข้ออักเสบหรือตับอักเสบร่วมด้วย

ที่มา : บีบีซี ไทย. วันที่ 19 ตุลาคม 2564

1. จากข่าวดังกล่าวปัญหาที่พบ คืออะไร

- ก. ไมโครพลาสติกทำให้เกิดโรคลำไส้อักเสบ
- ข. ไมโครพลาสติกส่วนใหญ่พบได้ใน

ชีวิตประจำวัน

- ค. ทีมนักวิจัยสนใจผลกระทบจากไมโครพลาสติก
- ง. คนไข้โรคลำไส้อักเสบรับประทานอาหารที่ไม่มี

โครพลาสติก

2. วิธีการใดเป็นการลดความเสี่ยงจากปัญหา

ข้างต้นได้ดีที่สุด

- ก. หมั่นตรวจสุขภาพประจำปี

ข. หลีกเลี่ยงการใช้บรรจุภัณฑ์จากพลาสติก

ค. ใช้บรรจุภัณฑ์จากพลาสติกที่สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง

ง. แยกขยะประเภทพลาสติกออกจากขยะชนิดอื่นๆ ก่อนทิ้งลงถัง

3. หากนักเรียนต้องการผลิตแก้วน้ำดื่มที่สามารถนำมาใช้ซ้ำ ควรเลือกใช้วัสดุชนิดใด

ก. โฟม

ข. แก้ว

ค. กระดาษชานอ้อย

ง. กระดาษเคลือบ

4. ถ้าต้องการสร้างบรรจุภัณฑ์ควรทำสิ่งใดเป็นอย่างแรก

- ก. ศึกษาสมบัติและเลือกวัสดุ
- ข. ออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการ
- ค. ปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ตามที่กำหนด
- ง. ทดสอบหาปริมาณไม่โครพลาสติกปนเปื้อน

5. ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. ขวดน้ำที่ทำจากแก้วช่วยลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนไม่โครพลาสติก

ข. คนที่ดื่มน้ำบรรจุของพลาสติก PET นานๆ ครั้ง จะไม่เป็น

โรคลำไส้อักเสบ

ค. ภาชนะบรรจุน้ำที่ทำจากชานอ้อยช่วยลดความเสี่ยงของโรค

ลำไส้อักเสบได้มากที่สุด

ง. กล่องใส่อาหารที่ทำจากกระดาษเคลือบไขมีโอกาสนในการ

ปนเปื้อนไม่โครพลาสติกน้อยที่สุด

สถานการณ์ที่ 2 (ตอบคำถามข้อ 6 – 10)

ปัญหาขยะมูลฝอยของจังหวัดจันทบุรี ประจำปี 2563

ปัจจุบันจังหวัดจันทบุรีกำลังประสบปัญหาการจัดการขยะ ซึ่งจากข้อมูลสถานการณ์ขยะมูลฝอยของจังหวัดจันทบุรี ประจำปี 2563 พบว่า มีปริมาณขยะ 0.18 ล้านตัน โดยถูกขยะถูกนำไปใช้ประโยชน์ 22.5 % ถูกกำจัดอย่างถูกต้องเพียง 5.6% ส่วนที่เหลือ 72.2% ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้องโดยวิธีการเทกอง (กรมควบคุมมลพิษ. 2564. ออนไลน์) โดยปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของชุมชน ก่อเกิดโรคร้ายที่มาจากขยะ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายแห่งที่สำคัญ ในปัจจุบันหน่วยงานท้องถิ่นต่างพยายามแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะ และผลักดันให้มีการก่อตั้งโรงงานเผาขยะระบบบำบัดมลพิษเพื่อต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้อง ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ยังทำให้แก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ยาก นั้นคือขาดความร่วมมือของประชาชน และการต่อต้านการก่อสร้างโรงงานเผาขยะฯ ในพื้นที่ชุมชน

6. จากบทความดังกล่าวปัญหาที่พบ คืออะไร

- ก. ขยะล้นบ่อกำจัดขยะ
- ข. ประชาชนไม่ช่วยกันแยกขยะ
- ค. การสร้างโรงงานเผาขยะในพื้นที่
- ง. ขยะส่วนใหญ่ถูกกำจัดโดยวิธีการเทกอง

7. วิธีการใดแก้ปัญหาดังกล่าวได้เหมาะสมน้อยที่สุด

- ก. นำขยะที่ย่อยสลายได้ไปทำปุ๋ย
- ข. นำขยะจากครัวเรือนไปฝังกลบ

ค. คัดแยกขยะจำพวกขวด โลหะ และกระดาษเพื่อนำไปรีไซเคิล

ง. นำขยะประเภทพลาสติก และขยะอันตรายไปกำจัดในเตาเผาขยะระบบบำบัดมลพิษ

8. ข้อใดไม่ใช่แนวทางแก้ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้น

- ก. ให้ความรู้เรื่องการจัดการขยะ
- ข. ผลักดันให้ประชาชนคัดแยกขยะ

4. ตัวอย่างแบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

แบบวัดจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
2. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบสอบถามปลายปิด โดยใช้ข้อความจำนวน 30 ข้อ จำนวน 2 หน้า
3. ข้อมูลจากการตอบแบบวัดฉบับนี้ถือเป็นความลับ และไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเท่านั้น ฉะนั้นจึงขอความกรุณาให้นักเรียนอ่านพิจารณาข้อความต่อไปนี้ที่ละรายการ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงหรือความรู้สึกของนักเรียน ซึ่งมีเกณฑ์ในการเลือกตอบดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ปฏิบัติทุกครั้ง	หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่ง/ปฏิบัติทุกครั้ง
เห็นด้วย/ปฏิบัติเกือบทุกครั้ง	หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกเห็นด้วย/ ปฏิบัติเกือบทุกครั้ง
ไม่แน่ใจ/ปฏิบัติบางครั้ง	หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกไม่แน่ใจ/ ปฏิบัติบางครั้ง
ไม่เห็นด้วย/ปฏิบัติน้อยครั้ง	หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกไม่เห็นด้วย/ ปฏิบัติน้อยครั้ง
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่ปฏิบัติเลย	หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง/ไม่ปฏิบัติเลย

ข้อที่	ข้อความ	ระดับการรับรู้				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.	ไมโครพลาสติกส่งผลเสียต่อสุขภาพ					
2.	การแยกขยะช่วยลดปริมาณขยะเพราะสามารถแยกขยะไปรีไซเคิลได้					
3.	ขยะเปียกสามารถนำไปทำปุ๋ยหมักเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์					
4.	การเทกองขยะกลางแจ้งเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการขยะแบบถูกวิธี					
5.	การฝังกลบขยะสามารถทำได้แต่ต้องปฏิบัติตามหลักสุขาภิบาล					
6.	การเผาขยะส่งผลต่อมลพิษทางอากาศ					
7.	ถุงพลาสติกควรใช้เพียงครั้งเดียวไม่ควรใช้ซ้ำ					
8.	ขยะที่อยู่ในแหล่งน้ำส่งผลเสียต่อคุณภาพชีวิตสัตว์น้ำ					
9.	ปัญหาขยะไมโครพลาสติกในสัตว์น้ำส่งผลเสียมาถึงมนุษย์					
10.	บรรจุภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตรควรแยกนำไปรีไซเคิล					
11.	นักเรียนเห็นด้วยว่าปัญหาขยะพลาสติกในทะเลเป็นเรื่องที่ควรเร่งแก้ไข					
12.	นักเรียนเห็นด้วยว่าการคัดแยกขยะก่อนนำไปทิ้งเป็นสิ่งที่ดี					
13.	นักเรียนเห็นด้วยว่าการเผาขยะจะช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยในชุมชน					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับการรับรู้				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14.	นักเรียนรู้สึกไม่สบายใจเวลาจับถุงพลาสติกจากร้านสะดวกซื้อ					
15.	นักเรียนรู้สึกยินดีที่เพื่อนของนักเรียนห่อข้าวด้วยปิ่นโตมากขึ้นที่โรงเรียน					
16.	นักเรียนรู้สึกไม่สบายใจเวลาเห็นคนทิ้งขยะลงข้างถนน					
17.	นักเรียนไม่พอใจที่โรงเรียนงดจำหน่ายน้ำดื่มขวดพลาสติก					
18.	นักเรียนรู้สึกดีเวลาที่เพื่อนๆ ใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก					
19.	นักเรียนรู้สึกไม่สบายใจทุกครั้งที่ใช้หลอดพลาสติก					
20.	นักเรียนดีใจที่ร้านค้าในโรงเรียนหันมาใช้กระถงไบตองแทนถ้วยโฟม					
21.	นักเรียนและเพื่อนๆ ร่วมกันให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแก่คนในชุมชน					
22.	นักเรียนนำสมุดที่ยังใช้ไม่หมดกลับมาใช้ประโยชน์					
23.	นักเรียนมักเลือกร้านอาหารที่ใช้บรรจุภัณฑ์จากกระดาษมากกว่าโฟม					
24.	นักเรียนสนับสนุนการทำแผ่นพับรณรงค์เรื่องการคัดแยกขยะ					
25.	นักเรียนนำความรู้เรื่องการกำจัดขยะแต่ละประเภทไปเผยแพร่ให้กับเพื่อน					
26.	นักเรียนนำวิธีการคัดแยกขยะไปทำที่บ้านและชวนคนในหมู่บ้านให้คัดแยกขยะ					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับการรับรู้				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
27.	นักเรียนใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติกเมื่อไปซื้อของที่ตลาด					
28.	นักเรียนงดรับถุงพลาสติกเมื่อซื้อของในร้านสะดวกซื้อ					
29.	นักเรียนนำแก้วน้ำพลาสติกกลับมา ใช้ซ้ำ					
30.	นักเรียนมักแนะนำให้คนในบ้านไม่ทิ้งเศษอาหาร ลงท่อระบายน้ำ					

ภาคผนวก จ
ประมวลภาพกิจกรรม

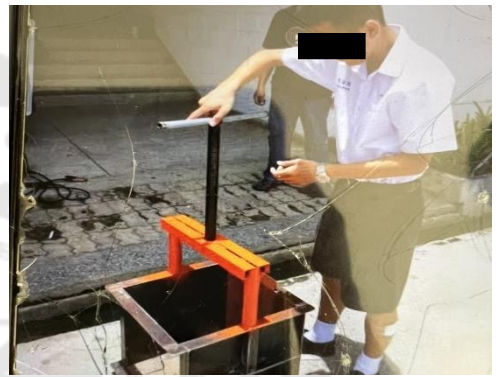
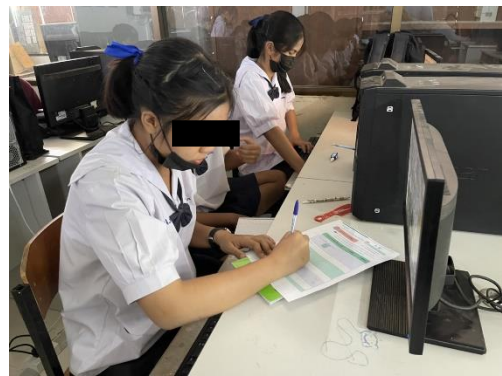




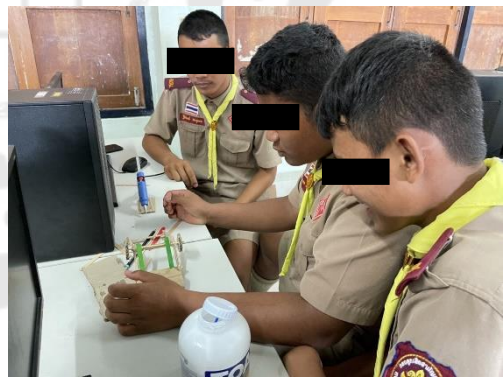
ภาพขณะอธิบายขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา



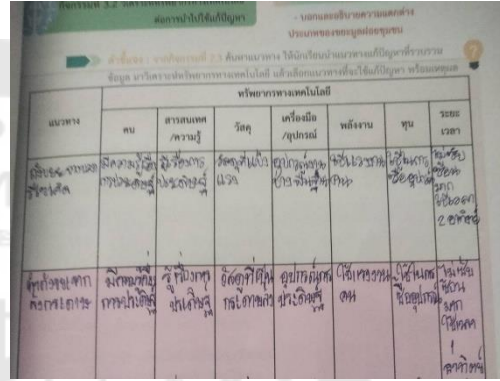
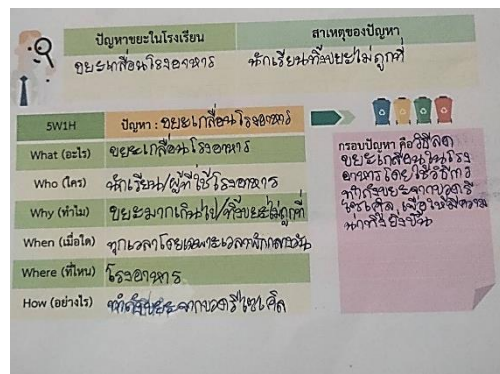
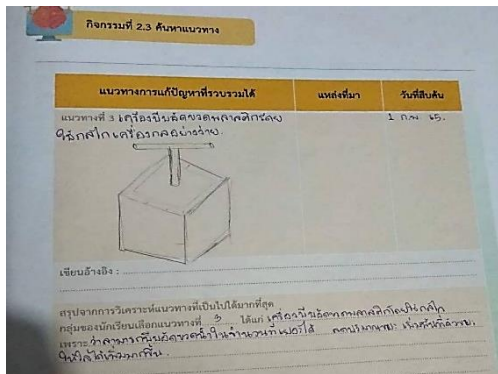
ภาพขณะนักเรียนเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา



ภาพขณะนักเรียนสืบค้นวิธีการแก้ปัญหา



ภาพขณะนักเรียนสร้างแบบจำลอง



ภาพตัวอย่างแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน



ภาพตัวอย่างชิ้นงานนักเรียน



ภาพตัวอย่างชิ้นงานนักเรียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายสมทบ ศรีคงรักษ์
วัน เดือน ปี เกิด 1 มีนาคม 2536
สถานที่เกิด จังหวัดจันทบุรี
วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2554
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนเบญจมราชาทิศ จังหวัดจันทบุรี
พ.ศ. 2559
การศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

