

**การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

อภิญา สิงห์โต

**การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มิถุนายน 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร**

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2563

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนการวิจัยสำเร็จลงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือตลอดจนให้ข้อเสนอแนะจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากร และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

อภิญา สิงห์โต

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้ศึกษาค้นคว้า	อภิญา สิงห์โต
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม., สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยดำเนินการวิจัยตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 คน, 9 คน และ 30 คน ตามลำดับ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมการแบบเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแบบประเมินคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับครู สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 41 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

แบบแผนวิจัยที่ใช้ คือ One Group Pretest Posttest Only Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และและการวิเคราะห์ค่าที่ (t – test) แบบ dependent Samples

ผลการวิจัย พบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน กิจกรรมการเรียนรู้แบบแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.17$, S.D. = 0.30) คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับครูมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.19$, S.D. = 0.37) เมื่อนำกิจกรรมไปทดลองใช้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/ 77.98

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Title THE DEVELOPMENT OF STEM EDUCATION LEARNING
ACTIVITIES TO ENHANCE PROBLEM SOLVING
THINKING ABILITY FOR MATHAYOMSUKSA 1

Authors Aphinya Singto

Adviser Assistant Professor Dr. Angkana Onthanee

Academic Paper Independent Study M.ED, in curriculum and Instruction,
Naresuan University, 2019

Keywords STEM Education Learning Activities, Problem Solving Thinking Ability

ABSTRACT

The Objectives of this research were to 1) to create and evaluate the efficiency STEM education learning activities to enhance problem solving thinking ability for Mathayomsuksa 1 students of according to criteria 75/75. 2) Comparison of problem-solving abilities between before and after STEM education learning activities to enhance problem solving thinking ability for Mathayomsuksa 1. The research methodology does by research and development in 2 steps as follows:

Step 1 : The creation and evaluation the efficiency STEM education learning activities to enhance problem solving thinking ability for Mathayomsuksa 1 students. By created an activity according to the STEM education model considered the appropriate of activities by 3 experts and then experiment with 3 students of Mathayomsuksa 1 students at Srithheprachasan school in the second semester of academic on year 2019 , take to experiment with 9 and 30 students were respectively to evaluation the efficiency of learning activities of according to criteria 75/75. The instruments that used for research are the leaning activities, assessment form appropriate of learning activities and assessment form appropriate of a quid to using learning activities for the teacher. The statistics which used for data analysis were Mean (\bar{x}), Standard Deviation (S.D.) and E_1/E_2

Step 2 : The experiment to used STEM education learning activities to enhance problem solving thinking ability for Mathayomsuksa 1 students. The sample group was Mathayomsuksa 1 students at Srithepprachasan school in the second semester of academic year 2019 by 41 students. The samples were chosen by Simple Random Sampling. The research design used was One Group Pretest – Posttest Design and instrument were problem solving thinking ability model measure. The statistics which used for date analysis were Mean (\bar{x}), Standard Deviation (S.D.) and t – test (dependent Samples)

The result of the research revealed that :

1. The STEM education learning activities to enhance problem Solving thinking ability for Mathayomsuksa 1 students, comprise were 1) Problem Identification 2) Related Information Search 3) Solution Design 4) Planning and Development 5) Testing, Evaluation and Design Improvement 6) Presentation. It has been submitted for examining the appropriate of learning activities at high level and met the efficiency at 78.49/ 77.98

2. The problem- solving thinking ability in Posttest were higher. Then Pretest at the statistical significance .01

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
	สมมติฐานของการวิจัย.....	10
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	12
	กิจกรรมการเรียนรู้.....	25
	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	35
	ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา.....	47
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
3	วิธีดำเนินงานวิจัย.....	58
	ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75.....	58
	ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	75
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75.....	75
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	85
5 บทสรุป.....	87
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผล.....	88
ข้อเสนอแนะ.....	91
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	98
ประวัติผู้วิจัย.....	196

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	15
2	แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	21
3	แสดงการวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอน ความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	60
4	แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบ.....	66
5	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา.....	68
6	แสดงแบบแผนการวิจัย.....	70
7	แสดงระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	77
8	แสดงระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	80
9	แสดงผลการตรวจความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษา และเวลาในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิด แก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียน 3 คน.....	84
10	แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่..... ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน.....	84
11	แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 30 คน.....	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
12	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 41 คน.....	86
13	แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	103
14	แสดงระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	110
15	แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถในการคิด แก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่เสริม ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน	127
16	คำอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่าย โอนความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	129
17	แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 9 คน.....	137
18	แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน.....	138

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
19	แสดงผลคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 41 คน.....	140

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการเรียนรู้.....	30

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30) วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560, หน้า 16) แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 มีเป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ประกอบด้วย ทักษะและคุณลักษณะต่อไปนี้ 3Rs ได้แก่ การอ่านออก(Reading) การเขียนได้ (Writing)และการคิดเลขเป็น (Arithmetics) 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking And Problem Solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross – cultural Understanding) ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และความรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information and Media Literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และ เทคโนโลยีสารสนเทศและการ

สื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรมจริยธรรม(Compassion)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่นานาชาติให้ความสำคัญในฐานะที่เป็นตัวชี้บ่งถึงความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง แต่ผลการประเมินชี้ว่าการระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดอ่อนของนักเรียนไทย นักเรียนไทยส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุได้ว่าประเด็นหรือปัญหาใดเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาใดสามารถแก้ไขได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ถ้าในชีวิตจริงนักเรียนไม่รู้ว่าเป็นเรื่องทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนก็จะไม่รู้จักวิธีการที่จะเผชิญปัญหาไม่รู้ว่าต้องใช้ความรู้และความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา จึงทำให้ขาดโอกาสที่จะใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ในการเผชิญปัญหาที่พบในชีวิต (สสวท., 2561)

จากผลการประเมินนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment PISA) พบว่าประเทศไทยได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ทุกครั้งซึ่งแบบทดสอบของ PISA เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหา ประเทศไทยดำเนินการโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประเทศไทยได้เข้าร่วม โครงการ PISA มาตั้งแต่ต้นคือ PISA 2000 (พ.ศ. 2543) และร่วมโครงการอย่างต่อเนื่องทุกรอบการประเมิน (PISA 2003, PISA 2006, PISA 2009, PISA 2012 และ PISA 2015) PISA 2015 มีผลการประเมินจำแนกตามทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการแก้ปัญหาที่ PISA ใช้ประเมิน ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ได้แก่ การสำรวจและทำความเข้าใจปัญหา การนำเสนอและวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาและการติดตามสะท้อนความเห็นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560) PISA 2015 เน้นประเมินด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลัก มีการอ่านและคณิตศาสตร์เป็นด้านรองมีการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ (Innovative Domain) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างประมาณ 540,000 คน เป็นตัวแทนของนักเรียนอายุ 15 ปี ที่มี ประมาณ 29 ล้านคน ในโรงเรียนจาก 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจซึ่งเป็นประเทศสมาชิก OECD 35 ประเทศ และประเทศร่วมโครงการ (Partner Countries/ Economics) 37 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถ ทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่า นักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะ

ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ทั้งนี้เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติใน การปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2015 ประเทศไทยคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และมีนักเรียนเกือบครึ่งหนึ่งยังรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานต่ำสุดที่วัยนี้ควรจะมี และนักเรียนไทยมีผลการประเมินในกลุ่มล่างหรือกลุ่มที่มีผลการประเมินต่ำ นักเรียนไทยมีผลการประเมินเฉลี่ยต่ำกว่านักเรียนทุกประเทศ เขตเศรษฐกิจในเอเชียตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ที่ร่วมโครงการ ยกเว้น อินโดนีเซียจากการประเมินผลนอกจากชี้ให้เห็นถึงความรู้และทักษะที่แตกต่างกันของนักเรียน จากประเทศต่าง ๆ ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วที่มีเศรษฐกิจดีและประเทศที่ยากจน บางประเทศมีนักเรียนที่มีความรู้และทักษะที่สามารถจะแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ระดับสูงซึ่ง OECD ถือว่าเป็นตัวชี้บอกรวมถึงอำนาจการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจและการพัฒนาของชาติในอนาคตบางประเทศมีนักเรียนที่มีความรู้และทักษะเพียงพอแล้วจะแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ที่มีความยากระดับปานกลาง บางประเทศก็มีนักเรียนที่มีสมรรถนะที่จะใช้วิทยาศาสตร์ มาแก้ปัญหาในชีวิตจริงอยู่ที่ระดับต่ำมาก ในจำนวนนั้นมีนักเรียนไทยรวมอยู่ด้วย สัดส่วนนักเรียนที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำเป็นตัวชี้บ่งที่สำคัญถึงความสามารถในการมีส่วนร่วมในสังคมและในตลาดแรงงานของพลเมืองของชาติในอนาคต นักเรียนไทยเกือบ 50% แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐานข้อมูลจึงชี้ถึงความอ่อนด้อยของระบบการศึกษา และชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของชาติในอนาคต (สสวท., 2561) สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการกล่าวว่านักเรียนที่ทำข้อสอบจำแนกตามทักษะการแก้ปัญหาพบว่าคะแนนเฉลี่ยรวม ร้อยละของนักเรียนตอบถูกต้องทั้งหมด 45.1 ร้อยละของนักเรียนตอบผิด 50.3 และจากรายงานผลการประเมินตนเองของโรงเรียนศรีเทพ - ประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2561 พบว่าจุดควรพัฒนาคือ ทักษะการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

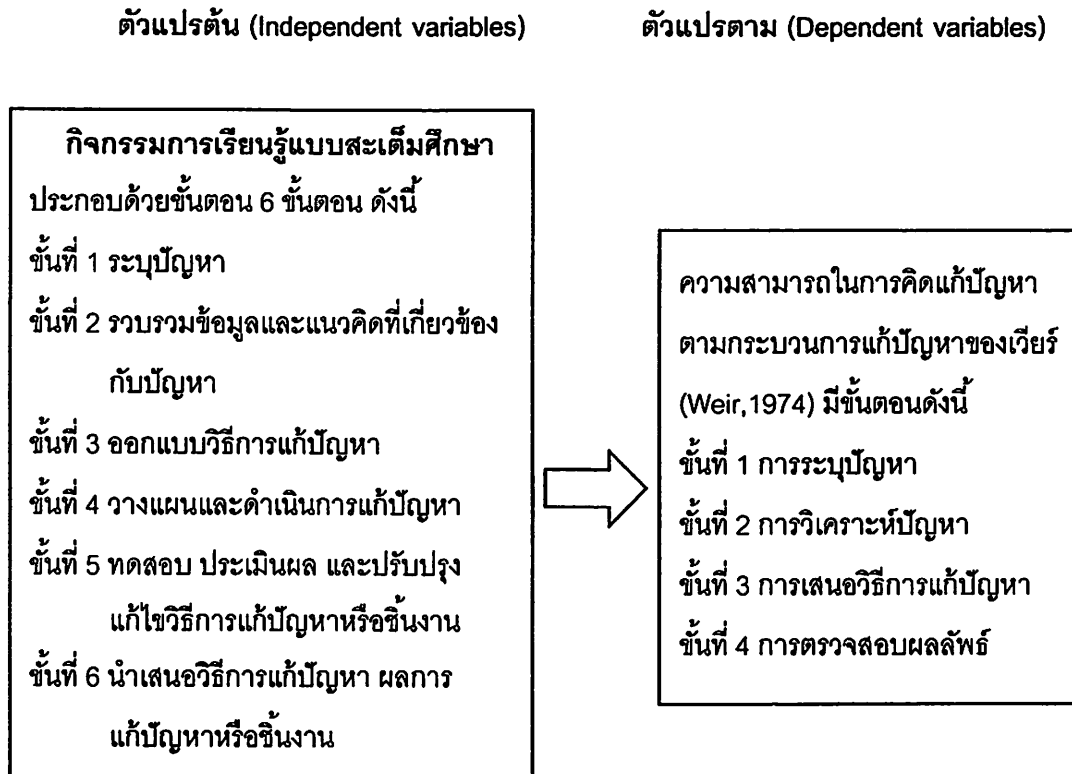
สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นการต่อยอดหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการ

ประกอบอาชีพในอนาคต สะเต็มศึกษาจึงส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ เช่น การเกษตร อุตสาหกรรม การพลังงานการจัดการสิ่งแวดล้อมการบริการสุขภาพ ลอจิสติกส์ ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หลายประการ (สะเต็มศึกษา สสวท.) ดังนั้นการเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเพื่อนำผลการวิจัยมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา แบ่งเป็น 2 ตอน โดยขอบเขตในแต่ละตอนเป็น 3 ด้าน คือ ด้านขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา ขอบเขตด้านตัวแปร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย

1.1 ครูชำนาญการพิเศษทางด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน

1.2 ครูชำนาญการพิเศษกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสบการณ์ การสอน วิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน

1.3 ครูชำนาญการพิเศษทางด้าน การวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการ เรียนสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีผลสูงกว่า ปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรม การเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75

2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรม การเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ ภายภาพมาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอน พลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยี อย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม ตามหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 1 กิจกรรม 12 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1. การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน
2. สมดุลความร้อน

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ จำนวน 41 คน (1 ห้องเรียน) โดยการสุ่มอย่างง่าย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ ภายภาคมาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยี อย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม ตามหลักสูตรแกนกลาง

การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 1 กิจกรรม 12 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1. การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน

2. สมดุลความร้อน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การเรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาหรือความไม่สะดวกสบาย จำเป็นต้องแก้ปัญหาให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ปัญหาหรือคู่มือที่ครูกำหนดให้ ครูใช้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา แล้วบอกว่าปัญหาคืออะไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาและ รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาทำได้จากการสืบค้นสืบเสาะระดมความคิดเพื่อนำข้อมูลมาประมวลและวิเคราะห์หาวิธีที่เป็นไปได้ให้ได้มากที่สุดที่นำจะสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากใบความรู้ อินเทอร์เน็ต จากผู้รู้ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีเพื่อหาแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดแล้วบันทึกข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และประเมินวิธีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาแล้วตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่แก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วออกแบบตามวิธีที่เลือก

นักเรียนแต่ละกลุ่มประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ครูแนะนำให้นักเรียนคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการตามวิธีที่ออกแบบแล้วลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้จนได้ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งอาจเป็นวิธีการหรือชิ้นงาน ซึ่งครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนเลือกใช้ และคอยแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มให้กำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงาน เป้าหมาย และระยะเวลาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้ชัดเจน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานที่สร้างขึ้นใช้แก้ปัญหาโดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ครูแนะนำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ แล้วบันทึกผลการทดสอบ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่าย แล้วนำเสนอต้นแบบ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ พร้อมทั้งผลการทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการ และมีการแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป และนำเสนอใจครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบและประเมินชิ้นงาน

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการคิด แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ให้ แล้วตั้งคำถามตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์

3. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ E_1 / E_2 เท่ากับ 75/75 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกำหนดเกณฑ์ คือ

เกณฑ์ E_1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทำผลงานระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เกณฑ์ E_2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ประเมิน $\bar{x} \geq 3.50, S.D. < 1$

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่งผลให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น
2. เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในหน่วยอื่น ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำมาเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 จุดหมาย

1.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.5 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. กิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 องค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

3. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.1 ความเป็นมาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.2 แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.3 กระบวนการขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.5 การวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

4. ความสามารถในการแก้คิดปัญหา

4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

- 4.2 แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- 4.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหา
- 4.4 การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1) มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2) มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกตการสำรวจตรวจสอบ การทดลองแล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการแนวคิดและองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	<p>ว 2.3 ม.1/1 วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q=mc\Delta t$ และ $Q=mL$</p> <p>ว 2.3 ม.1/2 ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร</p>	<p>- เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน อาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะ หรือ เปลี่ยนรูปร่าง</p> <p>- ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป- ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะโดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง</p>
ม.1	<p>ว 2.3 ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน</p> <p>ว 2.3 ม.1/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่าง ๆ</p>	<p>- ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัวแต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว- ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้านเช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์มอมิเตอร์</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	<p>ว 2.3 ม.1/5 วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$</p>	<p>- ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่าสมดุลความร้อน</p> <p>- เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน</p>
ม.1	<p>ว 2.3 ม.1/6 อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อนการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน</p> <p>ว 2.3 ม.1/7 ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน</p>	<p>- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกวัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	ว 4.1 ม.1/1 อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยี พัฒนาขึ้น ประจำวันและ วิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัย ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของเทคโนโลยี	<p>- เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างหรือในชีวิตซึ่งอาจ เป็นไปได้ทั้งชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อใช้แก้ปัญหา</p> <p>สนองความต้องการหรือเพิ่มความสามารถในการ ทำงานของมนุษย์</p> <p>- ระบบทางเทคโนโลยีเป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกัน และ ทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยในการ ทำงานของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบ ไป ด้วยตัวป้อน(input) กระบวนการ (process)และ ผลผลิต(output) ที่สัมพันธ์กันนอกจากนี้ระบบทาง เทคโนโลยีอาจมีข้อมูล ย้อนกลับ(feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ซึ่ง การวิเคราะห์ระบบทาง เทคโนโลยีช่วยให้เข้าใจ องค์ประกอบและ การทำงานของเทคโนโลยีรวมถึง สามารถ ปรับปรุงให้เทคโนโลยีทำงานได้ตาม ต้องการ</p> <p>- เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่ อดีต จนถึงปัจจุบันซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจาก หลายด้าน เช่น ปัญหาความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจสังคม</p>
	ว 4.1 ม.1/2 ระบุปัญหา หรือความต้องการในชีวิต ประจำวันรวบรวมวิเคราะห์ ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้อง กับปัญหา	<p>- ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันพบได้ จากหลายบริบทขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ เช่น การเกษตร การอาหาร</p> <p>- การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่ การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	ว 4.1 ม.1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นผู้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนและดำเนินการ	<p>- การวิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นผู้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่มีอยู่ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม</p> <p>- การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน</p> <p>- การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อนดำเนินการแก้ปัญหาคือช่วยให้ทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมายและลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น</p>
	ว 4.1 ม.1/4 ทดสอบประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา	<p>- การทดสอบ และประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่องและ ดำเนินการปรับปรุงโดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้</p> <p>- การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน และชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอ ผลงาน การจัดนิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์</p>

ตาราง 1(ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	ว 4.1 ม.1/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุเครื่องมือกลไกไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ โลหะอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย	<p>- วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน- การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไกไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED บัสเซอร์มอเตอร์ วงจรไฟฟ้า</p> <p>- อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน หรือ พัฒนาวิธีการมีหลายประเภทต้องเลือกใช้ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้งรู้จักเก็บรักษา</p>

1.5 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ว21102 วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อน สมดุลความร้อน บรรยากาศ อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ ลม ความชื้น เมฆ ฝน การพยากรณ์อากาศ พายุ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก การออกแบบอัลกอริทึม การออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ใช้เทคโนโลยีในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึก จัดกลุ่มข้อมูล

และการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.1/9, ม.1/10

ว 2.2 ม.1/1

ว 2.3 ม.1/1, ม.1/2, ม.1/3, ม.1/4, ม.1/5, ม.1/6, ม.1/7

ว 3.2 ม.1/1, ม.1/2, ม.1/3, ม.1/4, ม.1/5, ม.1/6, ม.1/7

รวมทั้งหมด 17 ตัวชี้วัด

1.6 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โครงสร้างรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชา วิทยาศาสตร์
จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
รหัสวิชา ว21102
จำนวนเวลา 60 ชั่วโมง

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ความร้อนกับ การเปลี่ยน แปลงของ สสาร	ว 2.1 ม.1/9, ม.1/10 ว 2.3 ม.1/1, ม.1/2, ม.1/3, ม.1/4,	- สสารได้รับหรือสูญเสีย ความร้อนอาจทำให้สสาร เปลี่ยนอุณหภูมิเปลี่ยน สถานะ หรือเปลี่ยนรูปร่าง - ปริมาณความร้อนที่ทำให้ สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับ มวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป - ปริมาณความร้อนที่ทำให้ สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับ มวลและความร้อนแฝง จำเพาะโดยขณะที่สสาร เปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะ ไม่เปลี่ยนแปลง - ความร้อนทำให้สสาร ขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับ ความร้อนจะทำให้อนุภาค เคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิด	15	22

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			<p>การขยายตัวแต่เมื่อสสาร คายความร้อนจะทำให้ อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงทำให้ เกิดการหดตัว ความรู้เรื่อง การหดและขยายตัวของ สสารเนื่องจากความร้อน นำไปใช้ประโยชน์ได้ ด้านต่าง ๆ</p> <p>การหดและขยายตัวของ สสารเนื่องจากความร้อน นำไปใช้ประโยชน์ได้ ด้านต่าง ๆ</p>		
2	การถ่ายโอน ความร้อน	ว 2.3 ม.1/5, ม.1/6, ม.1/7	<p>- เมื่อมีการถ่ายโอนความ ร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิ ต่างกันจนเกิดสมดุลความ ร้อนความร้อนเพิ่มขึ้นของ สสารหนึ่งจะเท่ากับความ ร้อนที่ลดลงของอีกสสาร หนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎ การอนุรักษ์พลังงาน</p> <p>- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความ ร้อน การพาความร้อน และ การแผ่รังสีความร้อน</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับการถ่าย โอนความร้อนสามารถ</p>	12	10

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			นำไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันได้		
3	กระบวนการ เปลี่ยนแปลง ลมฟ้า อากาศ	ว 2.2 ม.1/1 ว 3.2 ม.1/1, ม.1/2, ม.1/3, ม.1/4, ม.1/5	- เมื่อวัตถุอยู่ในอากาศจะมี แรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุ ในทุกทิศทาง แรงที่อากาศ กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับ ขนาดพื้นที่ของวัตถุนั้น - แรงที่อากาศกระทำตั้ง ฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่เรียกว่าความดัน อากาศ - ความดันอากาศมีวาม สัมพันธ์กับความสูงจากพื้น โลกโดยบริเวณ ที่สูงจาก พื้นโลกขึ้นไปอากาศเบา บางลง มวลอากาศน้อยลง ความดันอากาศก็จะลดลง - โลกมีบรรยากาศห่อหุ้ม นักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติ และองค์ประกอบของ บรรยากาศในแบ่ง บรรยากาศของโลก ออกเป็นชั้นซึ่งแบ่งได้หลาย รูปแบบตามเกณฑ์ที่ แตกต่างกันโดยทั่วไป	18	20

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
4	มนุษย์และ การ เปลี่ยนแปลง	ว 3.2 ม.1/3,ม.1/6, ม.1/7	- ภูมิอากาศโลกเกิดการ เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจัยทางธรรมชาติ แต่ ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่าง รวดเร็วเนื่องจากกิจกรรม ของมนุษย์ในการปลดปล่อย แก๊ส เรือนกระจกสู่บรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกที่ถูก ปลดปล่อยมากที่สุดได้แก่ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักร คาร์บอน - การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกก่อให้เกิด ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม เช่น การ หลอมเหลวของน้ำแข็งขั้ว โลก การเพิ่มขึ้นของระดับ ทะเล การเปลี่ยนแปลงวัฏ จักรน้ำการเกิดโรคอุบัติใหม่ และอุบัติซ้ำ และการเกิด ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ รุนแรงขึ้นมนุษย์จึงควร เรียนรู้แนวทางการปฏิบัติ	9	8

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
ตนภายใต้สถานการณ์ ดังกล่าว					
รวมระหว่างภาค				54	60
กลางภาค				3	10
ปลายภาค				3	30
รวมตลอดภาคเรียน				60	100

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ตามมาตรฐาน ว 2.3 ตัวชี้วัด ม.1/5 ,ม1/6 และม.1/7 มาใช้ในการวิจัย โดยจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เวลาในการวิจัย 12 ชั่วโมง

2. กิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 11) ให้ความหมายของคำว่า กิจกรรม (Activity) คือ กระบวนการเรียนรู้หรือสร้างนิสัยที่มีลำดับขั้นตอน เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2557, หน้า 55) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558, หน้า 48) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ โดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลนั้นจะเกิดขึ้นค่อนข้างถาวรหรือถาวร

สำนักวิชาการและมาตรฐานทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2562, หน้า 14) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกระบวนการปฏิบัติต่าง ๆ ของผู้เรียนที่

ก่อให้เกิด การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ วิธีการ/กิจกรรมที่ครูหรือผู้เกี่ยวข้อง นำมาใช้เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ สอดคล้องเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ คือ กระบวนการ/วิธีการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่าง แท้จริง นั่นคือกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลต่อ ผู้เรียน ดังนี้ 1) กระตุ้นความสนใจ สนุกสนาน ตื่นตัวใน การเรียน มีการเคลื่อนไหว 2) เปิดโอกาสให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ 3) ปลูกฝังความเป็น ประชาธิปไตย การใช้ทักษะชีวิต 4) ฝึกความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลตาม ศักยภาพ และคุณลักษณะที่ดี 5) ส่งเสริมทักษะกระบวนการต่าง ๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์ การ สื่อสาร การแก้ปัญหากระบวนการกลุ่ม การบริหารจัดการ ฯลฯ 6) ฝึกการใช้เทคโนโลยีให้เกิด ประโยชน์ เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ตลอดชีวิต 7) สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน กับครู และบุคคลที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ 8) เข้าใจบทเรียนและส่งเสริมพัฒนาการผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน

จากการศึกษาความหมายของกิจกรรม ผู้วิจัยสรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มีการระบุวิธีการหรือขั้นตอนของกระบวนการนั้นทำให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้

สำนักวิชาการและมาตรฐานทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน (2553, หน้า 8) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดเป็นเป้าหมาย ในการพัฒนาผู้เรียน และนำพาผู้เรียนให้เกิด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้อง คำนึงถึงการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคล พัฒนาการ ทางสมอง และเน้นคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่พึงประสงค์ ใช้สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ ภูมิ ปัญญาท้องถิ่น สื่อศูนย์การเรียนรู้ ระบบสารสนเทศ เครือข่ายการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำคัญต่อ การพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ และ

สำนักวิชาการและมาตรฐานทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน (2553, หน้า 63) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการนำเทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะ นำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภาระงาน เกิดทักษะและความสามารถตามสมรรถนะของผู้เรียน กระบวนการตามธรรมชาติวิชา คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด ซึ่งกำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2557, หน้า 55) กล่าวถึง ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการ

เรียนรู้เนื่องจากกิจกรรม การเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง ความสำคัญของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่มีผลต่อการเรียนรู้ไว้หลายประการดังนี้

1. กิจกรรมช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียน
2. กิจกรรมจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ
3. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย
4. กิจกรรมช่วยปลูกฝังความรับผิดชอบ
5. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. กิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเคลื่อนไหว
7. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้สึกสนุกสนาน
8. กิจกรรมช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างบุคคล
9. กิจกรรมช่วยขยายความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวาง
10. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมความมั่งคั่งและพัฒนาการของผู้เรียน
11. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมทักษะ
12. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังเจตคติที่ดี
13. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักทำงานเป็นหมู่
14. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน
15. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความซาบซึ้ง ความงามในเรื่องต่าง ๆ

จากการศึกษาความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี จะส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนและทำให้เกิดทักษะที่ต้องการ

2.3 องค์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544, หน้า 166-170) การพิจารณากิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอนครั้งนั้น จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับ กระบวนการสอนที่มีลำดับขั้นสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน คือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญเพื่อช่วยกระตุ้นหรือ ใ้ผู้เรียนให้เกิดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ อย่างแท้จริง หากกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนไม่ได้ กระตุ้นหรือใ้ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะทำให้ขาดการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิดเพื่อตอบสนอง อย่างใดอย่างหนึ่ง ผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่ บทเรียนจำเป็นจะต้องช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจในบทเรียน และต้องให้สัมพันธ์ สอดคล้องกับกิจกรรมในชั้นสอนด้วย ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม และเพิ่มเติมความรู้ให้สัมพันธ์กับการสอนเนื้อหาใหม่หรือหลักการใหม่ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการระลึกได้ และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่าจะต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อไร

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ โดยทางตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว จะเกิดการเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง

ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณากำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรม ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในชั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

2. ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับขั้นตอนการสอน ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาไม่เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด อาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

3. ต้องกำหนดสิ่งที่จะกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลิน หรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

4. ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้สอนเอง จะช่วยให้การสอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ชั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 กิจกรรมแกนหลัก เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนั้น ๆ โดยเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนเรื่องนั้น ๆ ในการกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละครั้งมีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1 พิจารณาจุดประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนั้นว่า มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับใดซึ่งจะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่แสดงพฤติกรรมของจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ จึงจะตัดสินได้ว่า จุดประสงค์การเรียนรู้ครั้งนั้น ๆ ตรงกับพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับใด

2.1.2 เลือกหรือกำหนดกิจกรรมแกนหลักตามระดับของพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2 กิจกรรมทดสอบ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความรู้ความคิด การแก้ปัญหา ทักษะทางกาย และเจตคติในการตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ก็ควรจะให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือซ่อมเสริมเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ สามารถเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการ

3. ชั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

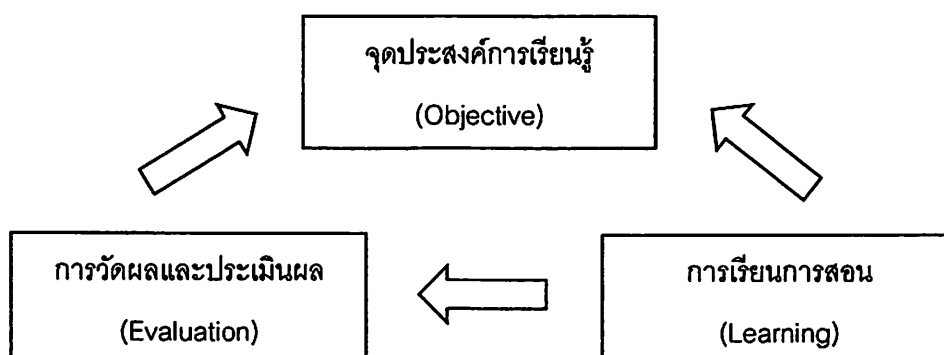
3.1 กิจกรรมสรุปบทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียงเรียงความรู้ความคิด และทักษะทางกาย แล้วสรุปเป็นแนวคิด หรือมโนภาพ หรือหลักการ หรือข้อสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรตระหนักถึงการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกันโดยการอภิปราย หรือเขียนตอบ ตามความเหมาะสม แต่ผู้สอนไม่ควรเป็นผู้สรุปเอง ผู้สอนเป็นผู้แนะแนวทางบางประการเท่านั้น หรืออาจช่วยรวบรวมข้อสรุปเขียนไว้บนกระดานบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกครั้งหนึ่งหลังจากผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนแล้ว จำเป็นต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป แต่อาจจำได้ไม่นานหรือลืมได้ง่าย ดังนั้น ผู้สอนควรหาวิธีที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะ เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมอง และ/หรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้า ทำรายงาน ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน ปฏิบัติงานตามโครงการ เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ เป็นต้น

จิราภรณ์ บุญประเสริฐ และคณะ (2550, หน้า 55) กล่าวว่า องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้มี 3 ส่วนประกอบหลัก ได้แก่

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective) คือ สิ่งที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน
2. การเรียนการสอน (Learning) คือ กระบวนการที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้
3. การวัดผลและประเมินผล (Evaluation) คือ สิ่งที่ต้องการตรวจสอบผู้เรียนว่าเกิดการเรียนรู้และมีพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ซึ่งองค์ประกอบสำคัญในการจัดทำแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว เรียกโดยย่อว่า OLE ซึ่งมีความประสานสัมพันธ์กัน ดังนี้



ภาพ 2 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการเรียนรู้

จากแผนภูมิ OLE จะเห็นความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันเป็นกระบวนการ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวตั้งหรือเป็นตัวเริ่มต้น การเรียนการสอนเป็นตัวกลางนำไปสู่การบรรลุ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย

1. สาระสำคัญ
2. เนื้อหาวิชา
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. สื่อการเรียนการสอน

การวัดการประเมินผล เป็นตัวสรุปเพื่อบ่งชี้ความสำเร็จว่าการจัดกระบวนการเรียนการสอน หรือการจัดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551, หน้า 114) ได้สรุปองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่จัดการเรียนรู้และสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้
5. สื่อการจัดการเรียนรู้

6. วัดผลประเมินผล

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2551, หน้า 22) ได้สรุปองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง
 - 2.2 จุดประสงค์นำทาง
3. เนื้อหาสาระ
4. กิจกรรมการเรียนรู้
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
 - 6.1 วิธีการวัดและประเมินผล
 - 6.2 เครื่องมือวัดและประเมินผล
 - 6.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล
7. กิจกรรมเสนอแนะ(ถ้ามี)

พิมพ์พร อรุณแจ่มวิไล (2558, หน้า 37) องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้จะประกอบด้วย

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. กิจกรรมการเรียนรู้
3. การวัดและประเมินผล

จากแนวคิดของนักวิชาการข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบหลัก คือ 1. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2. กิจกรรมการเรียนรู้ 3. การวัดและประเมินผล กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการนำเทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภาระงาน เกิดทักษะและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

2.4 การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 50-51) กล่าวไว้ว่า การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนานวัตกรรมการศึกษาภายหลังจากการผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะพื้นภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแล้วผลจะเป็นประการใดที่การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมินดังนี้

1) การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึงการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบว่านวัตกรรมดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องของสร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้ความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีการเหมาะสมในการนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไปการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากการแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่คุณลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั้นเอง

2) การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง การนำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวนทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่า ค่า E_1 / E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ของนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีอยู่สามเกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้มีหลักพิจารณาว่าด้านนวัตกรรมการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้ามีเนื้อหาสาระไม่ยากมากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกันถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากจะเกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักการที่กล่าวมาแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ คือ พื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน

ขวลิต ชุกกำแพง กล่าวว่า (2553, หน้า 131) กล่าวว่า การวิจัยทางหลักสูตรและการสอน นักวิจัยจะใช้การจัดการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมเป็นเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งต้องหาคุณภาพของ

นวัตกรรมที่ใช้ นิยามค่าประสิทธิภาพของ (ซึ่งไม่ใช่ค่าสถิติ) เป็นขั้นตอนทำการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว สามารถหาประสิทธิภาพของสื่อ (E_1/E_2) ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างด้วย รายละเอียดดังนี้

1) ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายในกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียน โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย หรือคะแนนจากพฤติกรรมกรรมการเรียนหรือคะแนนจากกิจกรรมการเข้ากลุ่ม ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ	E_1	แทน	สื่อประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกส่วน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของทั้งหมด

2) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การหาประสิทธิภาพจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา โดยเกณฑ์ดังกล่าว นิยมใช้หลักการเรียนแบบรอบรู้ คือตั้งเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 80 และยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 ดังนั้น ต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า $80 \times 2.5 = 77.5$ ส่วนการกำหนดเกณฑ์ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ คือ ไม่ควรเกินร้อยละ 5 นอกจากนั้นยังพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อนวัตกรรม สถิติปัญญาของกลุ่มผู้เรียน และวุฒิภาวะของผู้เรียน เป็นต้น โดยทั่วไป

นวัตกรรมสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าการพัฒนาความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาทักษะต้องใช้เวลามากกว่า ยกตัวอย่าง เช่น นวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาความรู้ อาจกำหนด เท่ากับ 80/80 ส่วนนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ อาจกำหนด E_1/E_2 ที่ 75/75

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ อ้างใน วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (2556) กล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพไว้ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6 – 10 คน (แต่ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรม หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงคะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยจากห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้ประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพ

ภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100 ผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่ควรเกิน 2.5% สามารถยอมรับ สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การทำวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของ รัตนะ บัวสนธ์ (2552) ซึ่งประกอบไปด้วย การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) และ การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) แล้วทำการประเมินประสิทธิภาพกับกลุ่มใหญ่ คือ หนึ่งต่อนักเรียนทั้งห้อง เนื้อหาสาระที่ใช้สอนในกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาที่ยากและผู้เรียนมีพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหาค่อนข้างต่ำผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพ 75/75 เพื่อมุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน

3. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.1 ความเป็นมาของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559, หน้า 12) คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดย สสวท.ให้คำจำกัดความว่า เป็นองค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและ การทำงาน

สสวท. (2557, หน้า 4) สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

วศินีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559, หน้า 2) การจัดการศึกษาที่กำลังเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 คือ การเรียนรู้แบบ STEM Education หรือการศึกษาสะเต็ม ซึ่งเกิดจากการนำศาสตร์ทั้ง 4 มาบูรณาการการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี E หมายถึง Engineering หรือวิศวกรรม M หมายถึง Mathematics หรือคณิตศาสตร์ STEM Education เป็นการบูรณาการการสอนในวิชา

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กเรียนรู้ด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติ และเน้นการคิดเพื่อสร้างสรรค์ และแก้ปัญหาต่าง ๆ

ประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มนโยบายการศึกษาแบบ STEM ใน ค.ศ. 2002 สมัยประธานาธิบดีจอร์จ ดับเบิลยู บุช เจอร์ (President George W. Bush Jr.) โดยเพิ่ม STEM Education เข้าไปในกฎหมายทางการศึกษา No Child Left Behind และประกาศนโยบาย American Competitiveness Initiative เพื่อพัฒนาประเทศในด้านการศึกษาให้เป็นผู้นำของโลกในด้านนวัตกรรม และเทคโนโลยี วศินีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559, หน้า 4)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559, หน้า 210) อออสเตรเลียจัดทำนโยบายที่นำไปดำเนินการทั้งรัฐบาลผลักดันแนวคิดการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา และการวิจัยด้านสะเต็มให้เป็นนโยบายระดับชาติที่นำไปดำเนินการทั้งรัฐบาล ตั้งแต่รัฐบาลระดับเครือจักรภพ (Commonwealth) โดยกำหนดนโยบายของรัฐเกี่ยวกับการศึกษาระดับโรงเรียน และการส่งต่อไปยังสะเต็ม ตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จนถึงระดับอุดมศึกษาอย่างชัดเจน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559, หน้า 236) ระบบการศึกษาของประเทศอังกฤษ ในปัจจุบันนั้น นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนวิชาทางด้านสะเต็ม คือ วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตั้งแต่อายุ 5-16 ปี และนักเรียนทุกคนจะต้องเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งสามวิชา คือ ฟิสิกส์ ชีววิทยา และเคมี

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559, หน้า 85) ประเทศจีน ในการปฏิรูปการศึกษา ค.ศ. 2004 มีประเด็นหลักคือ การกำหนดมาตรฐานหลักสูตรในทุกช่วงชั้น บรรจุนี้อาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าในทุกระดับการศึกษา โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษา นักเรียนทุกคนทั้งที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์- วิศวกรรมศาสตร์ หรือที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์-สังคมศาสตร์ จะต้องได้รับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยวิชาที่เน้นมากที่สุดจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ เป้าหมายของสะเต็มในระดับมัธยม

คณะกรรมการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีมติเห็นชอบให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินโครงการสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยมีแผนดำเนินงาน ดังนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 5)

1. พ.ศ. 2556 จัดตั้งคณะทำงาน และศูนย์สะเต็มศึกษา (STEM Academy) ใน 10 จังหวัด และแต่ละจังหวัดมีจำนวน 3 โรงเรียน รวม 30 โรงเรียน รวมทั้งประชาสัมพันธ์สร้างเครือข่ายกับหน่วยงานต่าง ๆ พัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา ให้เป็นรูปธรรม และหลังจากนั้นจึงจะได้ขยายไปสู่วงกว้างต่อไป

2. พ.ศ. 2557 จัดให้มีการประเมินผลโครงการนำร่อง เพื่อพัฒนาแผนแม่บท (Master Plan) และแผนที่นำทาง (Roadmap) ประกอบการยกร่างนโยบายแห่งชาติ เสนอต่อรัฐบาลและเตรียมขยายผลในทุกจังหวัด

3. พ.ศ. 2558 เริ่มจัดตั้ง iSTEM เป็นศูนย์กลางกระจายสื่อการสอนผ่านทางอินเทอร์เน็ต และร้านสะดวกซื้อเพื่อสนับสนุนสะเต็มศึกษา และจัดตั้ง STEM Hall of Fame เพื่อยกย่องเชิดชูเกียรติ นักเรียน นักศึกษา ครูอาจารย์ และทูตสะเต็ม (ผู้เชี่ยวชาญ)

วารินทร์พร พันเฟื่องฟู (2560, หน้า 15-16) คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน “สะเต็ม” หรือ “STEM” ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิง ถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

1.2 แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

วารสารวิชาการแพรววาทศิลป์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ (ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ, 2562, หน้า 161-163) ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ทฤษฎี Constructionism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้ คือ ศาสตราจารย์ซีมัวร์ เพเพอร์ท (Seymour Papert) อาจารย์สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) แนวความคิดของทฤษฎีนี้ คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง และด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียนจะอยู่คงทนผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี และยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning)

เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และมีความหมายการเรียนรู้เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ในโครงสร้างสติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสองของผู้เรียนอยู่แล้วกรอบแนวคิดขอ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Verbal Learning) ได้แก่ 1) ผู้สอน ควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่ 2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำแต่สอน ให้เกิดการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน 3) ผู้สอนควรใช้ Advance Organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของครูผู้สอน 4) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยการจัดเรียงเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่ 5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้าง ๆ ก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่ ๆ ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้ สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอดเนื้อหาสาระวิธีการสอนและกระบวนการ เรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน 5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน 6) ผู้สอน ควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559, หน้า 342-343)
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่ 1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ได้แก่ 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วย ตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละ

คนมีความรู้ และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมการมีประสบการณ์ตรงและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนจุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการทำงาน กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่ 1) นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้าง ความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือก บทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเองนักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน และทำรายงานผลการเรียนรู้ 3) นักเรียนได้รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหารจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตาม และที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน 4) ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเองผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรมของนักเรียนในการนำเสนอประสบการณ์ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อยผู้สอนอาจจะยกกรณี ตัวอย่าง หรือสถานการณ์ก็ได้ 3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ ด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน 3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระวิธีการสอน และกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี 4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน 5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน 6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน 4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้น

เมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่ยุ่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ในโครงสร้างสติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้ว กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) ได้แก่ 1) ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจ เรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่ 2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน 3) ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของผู้สอน 4) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการจัดเรียงเรียงข้อมูลข่าวสาร ที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่ 5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้าง ๆ ก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่ 5. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิด และนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนกรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) ได้แก่ 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ต่อไป 2) เป็นการ จัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ เช่น ความถนัด ความสามารถ และประสบการณ์แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้มีการช่วยเหลือกัน และกันการสร้างสรรคผลงาน และความรู้รวมทั้งพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย 3) เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตรเป็นกันเองที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย สบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุขการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3.3 กระบวนการขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สสท.(2557, หน้า.4-5)สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งการบูรณาการสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

- 1) การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration)
- 2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration)
- 3) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration)
- 4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Trans disciplinary Integration)

การบูรณาการภายในวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้ คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละ วิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ตามรายวิชาของตนเอง

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึก ทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึง ความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การ จัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหา และฝึก ทักษะอย่างน้อย 2 วิชาพร้อมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียน ได้เห็นความสอดคล้องกันในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกัน และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดย ให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้ และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดย ให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือ ปัญหาของนักเรียน โดยครูกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุ ปัญหาที่เฉพาะเจาะจง และวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษา นั้น ครูต้องคำนึงถึง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัญหาหรือ คำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 3) ความรู้เดิมของนักเรียน

พรทิพย์ ศิริภักตราชัย (2556, หน้า 50) ได้สรุปแนวคิด และลักษณะที่สำคัญของสะเต็ม ศึกษาไว้ ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของ ธรรมชาติ และวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมกันอย่างลงตัว กล่าวคือวิทยาศาสตร์ (S) เป็นวิชาที่เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอน ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรม สอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียน ระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียน

เบื่อหน่าย และไม่สนใจ แต่ในการสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้ผู้เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยให้นักเรียน นักศึกษาใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ละเทคโนโลยีช่วยในการพัฒนาซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ยาก แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/การจัดกลุ่ม จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ และเกี่ยวกับภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า เป็นต้น และการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Hinger-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นบูรณาการที่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มมาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษา ในการสอนได้เร็วเท่าใด จะยิ่งช่วยเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

3.3 ด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

ภัสสร ติตมา (2558, หน้า 44) ได้กล่าวถึง ลู และคณะ (Lou, et al.,2010) ได้ทำการศึกษาผลกระทบและทัศนคติที่เกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Problem-based Learning มาใช้เป็นการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นการยืนยันปัญหา (The problem confirmation stage) โดยจะให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อจะช่วยกันตอบคำถามและอธิบายปัญหาผ่านการอภิปราย
2. ขั้นอธิบายหรือชี้แจงปัญหา (The problem clarification stage) นักเรียนจะได้ศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหาที่ตั้งขึ้น และช่วยกันแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้าช่วยในการอธิบายหรือชี้แจงปัญหา
3. ขั้นตอนการวางแผน (The planning stage) นักเรียนจะช่วยกันคิดแนวทางการวางแผน กรอบการทำงาน ขั้นตอนการผลิต และปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น
4. ขั้นวางแผนสำรอง (The contingency plan stage) นักเรียนจะช่วยกันคิดแผนฉุกเฉิน และขั้นตอนที่จะใช้เมื่อเจอปัญหาที่พบในแต่ละขั้น
5. ขั้นการปฏิบัติตามแผน (The planning reorganization stage) นักเรียนลงมือสร้างผลงานตามแผนที่วางไว้ และแนะนำหรืออธิบายลักษณะของงานที่สร้างขึ้นผล
6. ขั้นการประเมิน (The assessment stage) เป็นขั้นการประเมินผลงานที่สร้างขึ้นตั้งแต่นั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย เรียนรู้อะไรจากการทดสอบผลงานและขั้นตอนการปรับเปลี่ยน

ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย "สะเต็มศึกษา" กระทรวงศึกษาธิการ ครั้งที่ 2/2559 เมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2559 มีรายละเอียด ดังนี้

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษาได้กำหนดนิยามของ "สะเต็มศึกษา" ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 อีกทั้งคณะกรรมการฯ ได้มีการกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ในรูปแบบของสะเต็มศึกษา ได้แก่

- ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา
- ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology)
- ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering)
- ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering)
- ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

ศูนย์ส่งเสริมแห่งชาติ (2557) จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มา ออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่ การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ แนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และ เงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนด ลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือ วิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยพบว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของ สสวท.มีความสอดคล้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหามากที่สุด อีกทั้งขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มประกอบ 6 ขั้นตอน คือ 1.ระบุปัญหา 2.รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4.วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา 5.ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มาใช้ในการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ครูต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจ
2. ครูต้องเตรียมพร้อมล่วงหน้าเป็นอย่างดี ในเรื่องความรู้ที่นำมาสอน ลำดับการถ่ายทอด ความรู้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้พร้อมสำหรับผู้เรียนทำกิจกรรม
3. ระหว่างจัดกิจกรรมต้องคอยตั้งคำถามที่สร้างความสนใจให้ผู้เรียน และนำไปสู่การ อภิปรายข้อมูลได้ และเป็นคำถามที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนในแต่ละวัย
4. ครูต้องคอยตั้งคำถามที่นำไปสู่การคิด วิเคราะห์ เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปสู่การ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์ผลงาน
5. ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจ ในข้อมูลของแต่ละสาขาวิชาที่นำมาบูรณาการเข้าด้วยกันได้

3.5 การวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

แนวทางการวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษา การวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียน แสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้การสะท้อนถึง ความรู้ ความคิด เจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้ สสวท. (2558, หน้า 18-19)

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมิน ความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเองในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงานซึ่งสามารถสะท้อนให้

เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูงกระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมี ประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จ ของงานมีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมิน ความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้ 1. การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมายมีความสำคัญมีความสัมพันธ์กับ หลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง 2. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ และกระบวนการ ทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การประเมินผลด้านความสามารถประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียนควรจะเป็นประชุมปรึกษาหารือ และทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและ ผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู 1. การกำหนดตัวอย่างงานให้ และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน ให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นต้น 2. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา 3. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีค่าจำเป็น เนื่องจากใช้ความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้น ในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้ แบบทดสอบ

ข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

จากการศึกษาพบว่าวิธีการวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวข้างต้น เป็นการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินตามสภาพจริง การวัดความสามารถจากการปฏิบัติกิจกรรม ประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด แบบทดสอบข้อเขียน และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ความสามารถในการแก้คิดปัญหา

4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

กาเย่ (Gagne 1970, หน้า 63 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557 หน้า 67) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหาโดยอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทสังคม

บร็อน,เฮสทรานด์ และโดมินอสกี (Boume, Ekstrand and Dominowski, 1971, หน้า 75) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นการแสดงความรู้ ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันโดยนำมาจัดเรียงใหม่เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

ทอแรนซ์ (Torrance, 1985 อ้างอิงใน Crabbe, 1990, หน้า73) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบการคิดแก้ปัญหาที่เริ่มจากการรับรู้ถึงสถานการณ์ที่ยังไม่ปรากฏขึ้น แล้วนำเอาสภาพการณ์นั้นมาเข้าสู่ระบบการคิดแก้ปัญหา หรือค้นคว้าคำตอบที่แปลกใหม่เป็นแนวคิดที่มีคุณค่าตามกระบวนการคิดแก้ปัญหา

สุชา จันทรเฒ (2536 ,หน้า 188) ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตหรือมนุษย์ซึ่งมุ่งที่จะให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การแก้ปัญหาประกอบด้วยกิจกรรมหลาย ๆ อย่างต่อเนื่องกัน ปัญหายากและใหญ่จะต้องใช้กิจกรรมมาก

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 91-92) การคิดแก้ปัญหา เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมของบุคคล นำมาคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนดไว้

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 15) การคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

1.2 แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2553, หน้า 203 -204) ทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์ การเรียนรู้ด้วยการหยั่งรู้ (Insight) นอกจากกฎต่าง ๆ เกี่ยวกับการรับรู้กลุ่มจิตวิทยาเกสตัลท์ ซึ่งมีเวทท์โทมเมอร์ ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง พุทธิปัญญาประเภทต่าง ๆ เช่น "ความคิดสร้างสรรค์" "การแก้ปัญหา" ของมนุษย์ตัวอย่างที่มีชื่อเสียงก็คือ การคิดแก้ปัญหาค้าง "การหยั่งรู้" (Insight) ของ Kohler ซึ่งเป็นการอธิบายถึงกระบวนการพุทธิปัญญา (Cognitive Processes) ที่เกิดในระหว่างการคิดแก้ปัญหา โดยผู้เรียนมีความเข้าใจโครงสร้างของปัญหา และเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมกับปัญหา และเกิดการรวมภาพ (restructure) การรับรู้แบบ "Gestalt" ใหม่ขึ้นอย่างทันทีทันใด และปัญหาได้หรือมีการ "หยั่งรู้" เวทท์โทมเมอร์ศึกษาผลว่าทั้งเด็กและผู้ใหญ่มีการ "หยั่งรู้" ในการแก้ปัญหา เคท เลวิน (Kurt Lewin) นักจิตวิทยา เกสตัลท์ ผู้นี้ได้นำจิตวิทยาสังคม เรียกว่า "Cognitive field Phycology"

การทดลองที่มีชื่อเสียงของนักจิตวิทยาเกสตัลท์ (Kohler, 1925) เป็นการทดลองที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนมีการหยั่งรู้ขึ้นทันทีทันใด (Insight) และคิดแก้ปัญหาได้และอธิบายว่าทั้งนี้เป็นเพราะผู้เรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าที่เป็นสิ่งแวดล้อมของปัญหาที่ตนกำลังเผชิญอยู่ Kohler ได้ทำการทดลองกับลิงชื่อ "สุลต่าน" โดยขังสุลต่านไว้ในกรง และเมื่อสุลต่านเกิดความหิวเพราะถึงเวลากินอาหาร โคทเลอร์ ได้วางกล้วยไว้นอกกรงในระยะเวลาที่สุลต่านไม่สามารถจะเอื้อมมือถึงได้ด้วยมือเปล่า พร้อมกับวางท่อนไม้ซึ่งมีขนาดต่างก้นสั้นบ้างยาวบ้าง ท่อนสั้นอยู่ใกล้

ทรงสุลด่าน แต่ท่อนยาวอยู่ห่างออกไปสุลด่านคว่ำไม้ท่อนสั้นที่ใกล้มือเขี่ยกล้วย แต่ไม่สามารถจะเขี่ยได้ สุลด่านวางไม้ท่อนสั้นลงและวิ่งไปวิ่งมาอยู่ครู่หนึ่ง และในทันทีทันใด “สุลด่าน” จับไม้ท่อนสั้นเขี่ยไม้ท่อนยาวมาใกล้ตัว และหยิบไม้ท่อนยาวเขี่ยกล้วยมากินได้ พฤติกรรมของสุลด่านไม่มีการลองผิดลองถูกเลย โคท์เลอร์จึงสรุปว่า สุลด่านมีการหยั่งรู้ (Insight) ในการแก้ปัญหา คือมองเห็นความสัมพันธ์ของไม้ท่อนสั้นและยาว และกล้วย

นักจิตวิทยาที่เห็นด้วยกับหลักการของกลุ่มเกสตัลท์ ถือว่าการเรียนรู้เป็นผลของการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ยอมรับว่าในกระบวนการเรียนรู้ สิ่งเร้าที่สำคัญคือสิ่งเร้าที่ผู้เรียนรับรู้ และการรับรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญของการเรียนรู้ การเรียนรู้ไม่จำเป็นจะต้องเริ่มด้วยการลองผิดลองถูกเสมอไป ผู้เรียนอาจจะเกิดการหยั่งรู้ในการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาได้ในทันทีโดยไม่ต้องเสริมแรง องค์ประกอบของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

กรอสนิค และบรูคเนอร์ (Grossnickle and Brueckner, 1959, p.310-311) กล่าวถึงองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาต้องเกี่ยวข้องกับตัวเด็ก
2. เป็นปัญหาที่สามารถทำการแก้ไขได้
3. ปัญหานั้นอยู่ในขอบเขตที่ชัดเจนที่เด็กแต่ละคนสามารถเข้าใจได้
4. เด็กจะเสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
5. เด็กได้รับคำแนะนำจากครูในการวางแผนการแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล และการประเมินผล

6. นำวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. เด็กจะนำกระบวนการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้แล้วนั้นมาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นต้นกำเนิดของปัญหาที่เกิดขึ้น

8. สรุปการแก้ปัญหา

มอร์แกน (Morgan, 1978, หน้า 154-155) สรุปความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคลต่างกัน เนื่องจากองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญหาคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ความพร้อมในการแก้ปัญหานั้นเนื่องจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4.3 กระบวนการคิดแก้ปัญหา

บลูม (1956, หน้า 122 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 91-92) ได้ชี้ให้เห็นขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมี 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนพบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การให้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1957, หน้า 6-22) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหาสรุปวิเคราะห์ แปลความทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มา มีอะไรบ้าง ข้อมูลเพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วน ๆ เพื่อสะดวกในการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดลักษณะใดจะต้องเพิ่มเพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง

ดิวอี้ (Dewey, 1975, หน้า 139) ได้เสนอขั้นตอนในกระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอปัญหา (Presentation of the Problem) อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีอื่น

ขั้นที่ 2 กำหนดขอบเขต ปัญหาและ แยกแยะลักษณะสำคัญของปัญหาเพื่อทำปัญหามีความชัดเจนขึ้น (Definition of Problem)

ขั้นที่ 3 เสนอวิธีแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐาน (Formulation of Hypotheses) ที่คาดว่าจะใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ วิธีการแก้ปัญหานั้นขั้นนี้อาจเสนอไว้หลายวิธี

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตรวจสอบ (Verification) โดยการใช้วิธีการตรวจสอบตามข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งมีหลายข้อ จนกระทั่งสามารถพบวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง หรือพบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

บรูเนอร์ (Bruner, 1966, หน้า 123-127 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557, หน้า 71) ได้เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อนเป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึง

ประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา

4. ขั้นการตัดสินใจตอบสนอง ที่สอดคล้องกับปัญหา

เวียร์ (Weir, 1974, หน้า 18 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557, หน้า 71) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่ามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา
- ขั้นตอนที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

ทอแรนซ์ (Torrance, 1985 อ้างอิงใน Crabbe 1990, หน้า 157) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาขนาดตามแนวคิดของทอแรนซ์ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา
2. การสรุปปัญหาที่สำคัญและสาเหตุ
3. การระดมสมองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา
4. การเลือกเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินวิธีการแก้ปัญหา
5. การประเมินเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 97) กระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 การเสนอปัญหา อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีการต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การกำหนดขอบเขตและทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อให้ปัญหาชัดเจนขึ้น แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐาน ที่คาดว่าอาจจะใช้แก้ปัญหาได้ วิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจเสนอไว้หลายวิธี โดยต้องเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 4 การลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่ได้เลือกไว้

ขั้นที่ 5 การประเมินและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจมีหลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและดีที่สุด

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยการนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจ และเข้าใจง่าย

กระบวนการคิดแก้ปัญหา วารี ธีระจิตร (2534, หน้า 63) ได้ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาของมนุษย์ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอปัญหา (Presentation of the Problem) อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีอื่น

ขั้นที่ 2 กำหนดขอบเขตของปัญหา และแยกลักษณะสำคัญของปัญหา เพื่อให้ปัญหาชัดเจนขึ้น (Definition of Problem)

ขั้นที่ 3 เสนอวิธีการแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐาน (Formulation of Hypotheses) ที่คาดว่าอาจจะใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ วิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจเสนอไว้หลายวิธี

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตรวจสอบ (Verification) ข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีหลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีแก้ปัญหที่ถูกต้อง หรือพบวิธีการที่ดีที่สุด

จากแนวคิดของนักการศึกษา นำมาสรุปเป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาได้ดังนี้ 1.การตั้งปัญหา คือ ความสามารถในการระบุ บอกรูปปัญหาในขอบเขตที่กำหนด 2 การวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการหาสาเหตุจากสถานการณ์ที่กำหนด 3 เสนอวิธีแก้ปัญหาคือ ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุของปัญหา 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ คือความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหว่าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

4.4 การวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

จูไร จักซ์ตรีมมิงคล (2556, หน้า 13-16) กล่าวว่าแบบวัดทักษะการคิดตามแนวทางของมหาวิทยาลัยแคมบริดจ์ เป็นการวัดการคิดสองชนิด ได้แก่ การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking)

การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะการคิดแก้ปัญหเป็นการอธิบายเหตุผลด้วยทักษะทางการคำนวณและมีติสัมพันธ์ ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ ในวิชาการและวิชาชีพนั้นมีความ

แตกต่างกันและหลากหลาย ไม่มีสูตรสำเร็จตายตัว ดังนั้นจึงต้องพยายามหาทางแก้ปัญหาให้ได้การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) คำถามในส่วนนี้มี 3 ชนิด ได้แก่

1. การเลือกข้อมูลที่สำคัญ (relevant selection) เราพบว่าบ่อยครั้งที่ปัญหาที่เกิดขึ้นมักจะมีข้อมูลสารสนเทศเกินความจำเป็น ขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา ก็คือการตัดสินใจว่าข้อมูลใดที่เป็นประโยชน์หรือมีความสำคัญใจหยาอาจจะให้ข้อมูลที่ไม่มีความสำคัญ ฟุ่มเฟือย ทำให้ขอข้อคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบเลือกข้อมูลที่สำคัญ มักจะเป็นโจทย์ที่ให้หาข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา

2. ค้นหาคะบวนการ (Finding Procedures) บางครั้งเมื่อสำรวจข้อมูลที่มีอยู่แล้วก็ยังไม่พบวิธีการแก้ปัญหา เพราะยังไม่ค้นพบวิธีการหรือกระบวนการที่จะใช้ในการเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหา โดยทั่วไปจะมี 3 – 4 ขั้นตอนที่จะใช้เพื่อดำเนินการ

3. หาความเหมือน (Identifying Similarity) โจทย์ลักษณะนี้จะกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วถามหาสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับโจทย์

สถาบันทดสอบทางการศึกษา (2551, หน้า 54) ได้นำเสนอเครื่องมือวัดทักษะในการแก้ปัญหามี 4 ชนิด ดังนี้

1. ให้ระบุปัญหา (Problem Recognition Tasks) ผู้สอนรวบรวมปัญหาต่าง ๆ เข้าเป็นหมวดหมู่ นำเสนอผู้เรียน เพื่อให้เห็นความหลากหลายของปัญหา หน้าที่ของผู้เรียน คือ ระบุปัญหาที่ผู้สอนให้ดูว่าจัดอยู่ในประเภทใดของปัญหา

2. อะไร คือ หลักการ (What's the principles) หลังจากให้ผู้เรียนระบุปัญหาแล้ว เขาต้องอธิบายว่า เขาจะนำเนื้อหาส่วนใดมาใช้แก้ปัญหา

3. คิดแก้ปัญหาได้มาอย่างไร (Documented Problem Solutions) หลังจากผู้เรียนแก้ปัญหาได้แล้ว เขาจะต้องอธิบายว่า เขาคิดแก้ปัญหามาได้อย่างไร

4. เทปเสียงและภาพที่แสดง ให้ผู้เรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหา โดยอัดเทปหรือวีดีโอไว้ เพื่อให้ผู้สอนจะนำมาวิเคราะห์ในรายละเอียดถึงวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป

จากแนวทางการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่กล่าวมาจะเห็นว่า จะใช้คำถามในการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 75/75 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกำหนดเกณฑ์ คือ เกณฑ์ E_1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทำผลงานระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกณฑ์ E_2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ปาลิตา สุขสำราญ (2560) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเพื่อศึกษาการใช้รูปแบบการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการทดลองคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านจำบอน จำนวน 15 คน รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ One-Group Pretest - Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ dependent samples เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการวัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล กิจกรรมการเรียนรู้มี 6 ขั้นตอน ขั้นท้าทายให้กระหายใคร่รู้ ขั้นมุ่งสู่การเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตั้งศูนย์ร่วมวางแผนปฏิบัติการ ขั้นสานต่อสร้างสรรค์ผลงาน ขั้นวิพากษ์ ทบทวน ขวนสะท้อน ขั้นป้อนผลลัพธ์กลับสู่สังคม ผลการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิการจัดการรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมระดับมาก ดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.62113 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 ครูและนักเรียนมีความพึงพอใจกับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

นัสรินทร์ บือชา (2557) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม

ศึกษา(STEM Education) 2. เพื่อศึกษาพัฒนาการ (Gain score)ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา(STEM Education) 3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อน และหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา(STEM Education) 4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา(STEM Education) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ (One group Pretest-Posttest design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 21.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา(STEM Education)อยู่ในระดับมาก

อาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ทำการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้งรูปแบบการวิจัยเป็นแบบ (the one group pretest-posttest design) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังเรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ3) วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ คือ 1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน 2.แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียน และ 3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent group) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนเท่ากับ 76.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75

จัดอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 70 จัดอยู่ในระดับดี

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ceylan and Ozdilek (2015) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับกรดและเบสตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นเกรด 8 ด้วย โดยผู้วิจัยใช้แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest Posttest Design โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นเกรด 8 จำนวน 12 คน (ผู้ชาย 4 คน และ ผู้หญิง 8 คน) ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นร่วมกับโมเดลการเรียนรู้แบบ 5E สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบทดสอบ Kappa ของโคเฮน และการทดสอบของวิลคอกชัน สำหรับตัวอย่างแบบคู่ที่ไม่ใช่พารามิเตอร์ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโดยใช้โปรแกรม SPSS 20.00 อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก 9.75 (SD = 3.04) เป็น 23.25 (SD = 2.89) 2.การทดสอบของวิลคอกชัน เนื่องจากจำนวนนักเรียนและ p-value = 0.002 (<0.05) ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลลัพธ์ก่อนและหลังการทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าคะแนนระดับความสำเร็จหลังเรียน ($z(0-12) = -3.063, p < 0.01$) ของนักเรียนสูงกว่าคะแนนของนักเรียนก่อนเรียน

Strimel (2014) ได้พัฒนาการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการบูรณาการข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) โดยผู้วิจัยได้นำปัญหาและประเด็นที่กำลังเป็นที่สนใจในปัจจุบันมาใช้เป็นหัวข้อหลัก (Theme) สำหรับการจัดกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นั่นคือการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ มีทั้งหมด 4 เนื้อหาย่อยซึ่งเกี่ยวข้องกับการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ ภูมิศาสตร์ กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการขุดเจาะ การแยกแก๊สธรรมชาติ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ เนื่องจากประเด็นนี้เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจของประเทศ และมีอาชีพหลากหลายสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกับการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักธรณีวิทยา เป็นต้น และยังถือว่าเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมอีกด้วย ซึ่งผลจากการนำประเด็นปัญหาที่กำลังเป็นที่สนใจ และมีความเป็นปัจจุบันทั้งยังเกี่ยวข้องต่อผู้เรียนนั้น มาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่า สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนเข้ากับชีวิตจริง ซึ่งจะทำ

ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ มากกว่านั้นยังเป็นการสร้างความสนใจในอาชีพในสาขาวิชาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น วิศวกร ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้และแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรมในบริบทที่มีความสอดคล้องต่อชีวิตจริงและสาขาอาชีพ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการออกแบบ สร้างชิ้นงาน ตลอดจนการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี และวิศวกรรม ในด้านองค์ความรู้นั้น การที่ผู้เรียนได้รับความรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการที่สำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับงานอาชีพทางสะเต็ม และส่งเสริมให้เกิดความตระหนัก และเห็นความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม สังคมและโลกอีกด้วย

Tseng, et al. (2013) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ทักษะคิดของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนในการเรียนรู้และแรงจูงใจในการเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ศึกษามีจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างนำมาใช้ในการตรวจสอบทัศนคติของนักเรียน นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานักเรียนมีความชอบวิชาเทคโนโลยีมากที่สุด และหลังจากเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานักเรียนมีความชอบวิชาวิศวกรรมมากที่สุด และโดยภาพรวมนักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อ 4 สาขาวิชาในการเรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งหมด

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา ซึ่งมีขั้นตอนและรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75

แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย

1.1 นางกาพิตา สืบศรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40

1.2 นางวิไลพร พฤษชาติ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนระหานวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41

1.3 นางสาวเมธินี เนื้ออ่อน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวชิรบรรณมีพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 คน (เป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง)โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และเวลา

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 คน (เป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่ม

ตัวอย่าง)โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงกว่าปานกลาง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

2.4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน เพื่อทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนที่ใช้การพัฒนาที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ค้นคว้าดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาหลักสูตรโรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขอบข่าย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา และผู้วิจัยได้นำสาระการเรียนรู้ที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ว 2.3 ม.1/5 วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	- ความร้อนถ่ายโอนจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่าสมดุลความร้อน - เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	4
ว 2.3 ม.1/6 อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน	- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง	4
ว 2.3 ม.1/7 ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร	4

จากตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ประกอบด้วยเนื้อหา การถ่ายโอนความร้อน และ สมดุลความร้อน

1.3 ศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษารวมทั้งบทบาทครู- นักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ดำเนินการสร้างคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ แล้วนำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้เกณฑ์ $\bar{x} \geq 3.50$, S.D. < 1

1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแล้วไปประเมินประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.8.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมมีความเกี่ยวข้อง สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนมากน้อยเพียงใด คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในกิจกรรมนักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงกิจกรรมเพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

1.8.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E₁/E₂ ตามเกณฑ์ 75/75

1.8.3 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E₁/E₂ ตามเกณฑ์ 75/75

1.9 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขปรับปรุงแล้วไปจัดพิมพ์เอกสารฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ค้นคว้าดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้

2.2.1 การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วย ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน คือ

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)
2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

2.2.2 การประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจัดทำเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด ,2545, หน้า103) ได้กำหนดความหมายของระดับความเหมาะสม ดังนี้

5 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมาก

3 คะแนน มีระดับความเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อย

1 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 จัดพิมพ์แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอเชิญมาเป็นผู้เชี่ยวชาญ แล้วเสนอเรื่องขอเชิญผู้เชี่ยวชาญจากบัณฑิตวิทยาลัย

1.2 นำกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พร้อมทั้งแบบประเมินความเหมาะสมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อมาตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม

1.3 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ข้อมูล แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 มีขั้นตอนดำเนินงาน ดังนี้

2.1 นำกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมมีความเกี่ยวข้อง สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนมากน้อยเพียงใด คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในกิจกรรมนักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงกิจกรรมเพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E₁/E₂ ตามเกณฑ์ 75/75

2.3 นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E₁/E₂ ตามเกณฑ์ 75/75

2.4 จัดพิมพ์กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาค่าเฉลี่ย \bar{x} และค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) มีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำแบบประเมินเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านมาตรวจให้คะแนน โดยกำหนดความหมายของระดับความเหมาะสม ดังนี้

- 5 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.2 การหาค่าเฉลี่ย \bar{x} ในแต่ละรายการ แล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ยให้เป็นระดับความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์จากการคำนวณอันตรภาคชั้น (บุญชม ศรีสะอาด ,2545, หน้า 105-106) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ความเหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ความเหมาะสมปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.3 กำหนดเกณฑ์พิจารณาระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ $\bar{x} \geq 3.50$, S.D. <1

2. การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากสูตร E_1/E_2 ดังนี้

2.1 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการทำใบกิจกรรมของกิจกรรม การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (E_1)

2.2 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการทำแบบวัดทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (E_2)

ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แหล่งข้อมูล

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 41 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

1.2 ศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา โดยการกำหนดปัญหาของผู้เรียน ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ โดยการดำเนินการตรวจสอบผลสำเร็จของการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา

1.3 วิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบ

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน สถานการณ์ ที่สร้าง	จำนวน สถานการณ์ ที่ต้องการจริง
ว 2.3 ม.1/5	1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจาก สมดุลความร้อนได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้ 3. นักเรียนสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้ 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบวิธีการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้	สมดุล ความร้อน	2	1
ว 2.3 ม.1/6	1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับการถ่ายโอนความร้อนได้ 2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้ 3. นักเรียนสามารถเสนอวิธีการปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	การถ่าย โอนความร้อน ความร้อน	2	1

ตาราง 4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน สถานการณ์ ที่สร้าง	จำนวน สถานการณ์ ที่ต้องการจริง
	4. นักเรียนสามารถตรวจสอบวิธีการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อน ได้			
ว 2.3 ม.1/7	1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวันได้	การถ่าย โอนความ ความร้อน	2	1
	2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนในชีวิต ประจำวันได้			
	3. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้าง อุปกรณ์เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการ ถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวันได้			
	4. นักเรียนสามารถตรวจ สอบวิธีการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อน ในชีวิตประจำวันได้			

2. สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยมีความสอดคล้องกับรายวิชา
วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3 และมาตรฐาน ว 4.1 ในระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง
พ.ศ. 2560) เป็นแบบวัดอัตนัย โดยออกข้อสอบเป็น 2 เท้า ของข้อสอบที่ต้องการ แบบวัดอัตนัยที่
ต้องการ 4 สถานการณ์ จึงออกข้อสอบ 8 สถานการณ์ เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนความ
ร้อน แต่ละสถานการณ์มี 4 คำถามย่อย ตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ
ขั้นที่ 1 การตั้งปัญหา ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การ
ตรวจสอบผลลัพธ์

3. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นตอนกระบวนการ คิดแก้ปัญหา	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1.การตั้งปัญหา	3 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจนระบุ
	2 คะแนน	ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุม ปานกลาง
	1 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2.การวิเคราะห์	3 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้อง ชัดเจน
	2 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา	3 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้อง ชัดเจน
	2 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	3 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจน และมีความเป็นไปได้มากที่สุด
	2 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความ เป็นไปได้น้อย
	1 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มี ความเป็นไปได้
	0 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้หรือ ไม่อธิบาย

4. นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาพร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ประกอบด้วย

5.1 นางวิไลพร พฤษชาติ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนระหานวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41

5.2 นางกาพิตา สืบศรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40

5.3 นางสาวเมธินี เนื้ออ่อน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวชิรบรรณมณีพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41

ตรวจสอบสถานการณ์ปัญหา การใช้คำถาม ความถูกต้องด้านภาษา และความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ตามความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

เกณฑ์การให้คะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64)

6. นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าค่าดัชนีความสอดคล้องถ้าคำถามข้อใดมีค่าดัชนีต่ำกว่า 0.50 ข้อคำถามนั้น ถูกตัดทิ้งหรือนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 คัดเลือกไว้ใช้ได้ (ปกรณ์ ประจันทรบาน, 2552, หน้า 164)

7. นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา จำนวน 8 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ มีคำถาม 4 ข้อย่อย ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

7.1 หาความยากง่าย (Difficulty Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.48 – 0.78 จำนวน 32 ข้อ

7.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers, n.d.) พบว่า แบบวัด

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.45

7.3 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 218 อ้างอิงใน รัตติกาล สิทธิยศ, 2560, หน้า 71) พบว่าแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

8. จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกลุ่มเดียวแบบแผนการทดลองในการวิจัย ได้แก่ แบบ One Group Pretest Posttest Only Design (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2544, หน้า 106) ดังตาราง

ตาราง 6 แสดงแบบแผนการวิจัย

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลองใช้ กิจกรรมการเรียนรู้	ทดสอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T_1 คือ การสอบก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

X คือ การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

T_2 คือ การสอบหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 41 คนโดยการสุ่มอย่างง่าย

2. ผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิด แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลารวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อน เรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 40 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 41 คน ซึ่งแบบวัดชุดเดียวกับก่อน เรียน

4. นำคำตอบของนักเรียนมาตรวจทำการให้คะแนน

5. นำผลคะแนนของนักเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้กิจกรรม การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยการทดสอบค่าที (t-test) (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 239)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนน โดยใช้สูตร ดังนี้

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

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

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ปกกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 228)

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

เมื่อ S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
$(\sum x)^2$	แทน	กำลังสองของคะแนนรวม
n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่ม

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (IOC) (เทียมจันทร์ พาณิชย์ผลินไชย, ม.ป.ป., หน้า 181)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยาก (Difficulty Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และ ซาเบอร์ (Whyitney and Sabers, n. d. อ้างอิงใน รัตติกาล สิริยศ, 2560, หน้า 78)

$$P_E = \frac{(S_H + S_L) - (2N_1 X_{\min})}{2N_1 (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E	แทน	ค่าความยาก
S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ
X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ
N_1	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และ ซาเบอร์ (Whyitney and Sabers, n. d. อ้างอิงใน รัตติกาล สิริยศ, 2560, หน้า 77)

$$D = \frac{S_H - S_L}{N_H (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ
X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ
N_H	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งกลุ่มสูง

2.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบาค (Cronbrach, n.d. อ้างอิงใน รัตติกาล สิริยศ, 2560, หน้า 78)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t - test แบบ dependent ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ โดยใช้สูตร

$$E_1/E_2 = 75/75$$

สูตรที่ 1

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

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
 N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2

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

- เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum f$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูล พัฒนาโดย ปกรณ์ ประจันบาน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นจำนวน 12 ชั่วโมง เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาหรือความไม่สะดวกสบาย จำเป็นต้องแก้ปัญหานักเรียนศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ปัญหาหรือดูวีดิทัศน์ ที่ครูกำหนดให้ ครูใช้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาและ รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาทำได้จากการสืบค้นสืบเสาะระดมความคิดเพื่อนำข้อมูลมาประมวลและวิเคราะห์หาวิธีที่เป็นไปได้ให้ได้มากที่สุดที่นำจะสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากใบความรู้ อินเทอร์เน็ต จากผู้รู้ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีเพื่อหาแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดแล้วบันทึกข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และประเมินวิธีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาแล้วตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่แก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วออกแบบตามวิธีที่เลือก นักเรียนแต่ละกลุ่มประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ครูแนะนำให้นักเรียนคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการตามวิธีที่ออกแบบแล้วลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้จนได้ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งอาจเป็นวิธีการหรือชิ้นงาน ซึ่งครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนเลือกใช้ และคอยแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มให้กำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงาน เป้าหมาย และระยะเวลาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้ชัดเจน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานที่สร้างขึ้นใช้แก้ปัญหาโดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ครูแนะนำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ แล้วบันทึกผลการทดสอบ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่าย แล้วนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้นในการ

แก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา และมีการแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 7 แสดงระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1	ขั้นระบุปัญหา			
	1.1 ส่งเสริมการระบุปัญหาจากสถานการณ์	4.00	0.00	มาก
	1.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.33	0.47	มาก
2	ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา			
	2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์	4.33	0.58	มาก
	2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา	3.67	0.58	มาก
	2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุขอบเขตของปัญหา	4.33	0.58	มาก
	2.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเลือกใช้วิธีการนี้แก้ปัญหาที่เหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.08	0.32	มาก

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3	ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา			
	3.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานในการแก้ปัญหา	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลในการออกแบบชิ้นงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหา	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.33	0.47	มาก
4	ชั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา			
	4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวางแผนขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานในการแก้ปัญหา	4.33	0.58	มาก
	4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย	4.00	0.47	มาก
5	ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			
	5.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อประเมินชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหา	4.67	0.58	มากที่สุด
	5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาชิ้นงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหา	4.00	0.00	มาก
	5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบันทึกเก็บข้อมูลผลการทดสอบ ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.22	0.38	มาก

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
6	ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			
	6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลวิธีการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
	6.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยว กับวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเองและผู้อื่น	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.17	0.24	มาก
	ภาพรวมของการจัดกิจกรรม			
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตาม ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา	4.00	0.00	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา	4.33	0.58	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	4.00	0.00	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนยิ่งขึ้น	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.13	0.18	มาก
	สรุปผลรวม	4.17	0.30	มาก

จากตาราง 7 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการ
คิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 8 แสดงระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้			
1	คำชี้แจงสำหรับครู			
	1.1 อธิบายรายละเอียดครบถ้วนเป็นลำดับขั้นตอน	4.33	0.58	มาก
	1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้ครูนำไปปฏิบัติได้	4.00	1.00	มาก
	1.3 ครูมีความเข้าใจสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย	4.00	0.33	มาก
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา			
	2.1 ประกอบด้วยขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา	4.67	0.58	มากที่สุด
	2.2 การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาชัดเจน	4.00	0.00	มาก
	2.3 อธิบายรายละเอียดของการจัดกิจกรรมแต่ละ ขั้นตอนอย่างชัดเจน	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย	4.11	0.51	มาก
3	บทบาทของครู- นักเรียน			
	3.1 อธิบายบทบาทของครูนักเรียนอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
	3.2 อธิบายรายละเอียดเป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.00	0.00	มาก
	3.3 การสื่อความหมายภาษาที่เข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.4 ช่วยให้ครูมีความเข้าใจและปฏิบัติอย่างถูกต้อง	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.25	0.32	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4	แผนการจัดการเรียนรู้			
4.1	ส่วนนำของแผนการจัดการเรียนรู้			
4.1.1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	4.33	0.58	มาก
4.1.2	สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัดสอดคล้องกัน	4.00	0.00	มาก
4.2	สาระสำคัญ			
4.2.2	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	3.67	0.58	มาก
4.2.3	เนื้อหาความรู้เป็นภาษาที่รัดกุมเข้าใจ ง่าย	4.00	1.00	มาก
4.2.4	มีความถูกต้องชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
4.2.5	เนื้อหาความรู้เข้าใจจดจำได้	4.00	1.00	มาก
4.3	จุดประสงค์การเรียนรู้			
4.3.1	สอดคล้องกับตัวชี้วัด มาตรฐานการ เรียนรู้	4.33	0.58	มาก
4.3.2	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการคิด แก้ปัญหาอย่างชัดเจน	4.00	1.00	มาก
4.3.3	ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและ ประเมินผลได้	4.33	0.58	มาก
4.3.4	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.00	0.00	มาก
4.4	สาระการเรียนรู้			
4.4.1	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.33	0.58	มาก
4.4.2	ตรงตามสาระการเรียนรู้หลักสูตร แกนกลาง	4.00	0.00	มาก
4.4.3	ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.5.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5.2	สอดคล้องกับใบความรู้ ใบกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5.3	กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	4.33	0.58	มาก
4.5.4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผลนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	3.67	0.58	มาก
4.5.5	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา	4.00	0.00	มาก
4.5.6	การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากเนื้อหาที่เรียน	4.33	0.58	มาก
4.5.7	กำหนดระยะเวลาเหมาะสมกับกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5.8	การจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.33	0.58	มาก
4.6 สื่อแหล่งเรียนรู้				
4.6.1	สอดคล้องกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
4.6.2	ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.58	มาก
4.6.3	นักเรียนนำไปใช้ได้จริงและสะดวกปลอดภัย	4.00	0.00	มาก
4.6.4	เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.33	0.58	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.7 การวัดและประเมินผล				
4.7.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.7.2	ครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.58	มาก
4.7.3	เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
4.7.4	เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย		4.23	0.39	มาก
5	สื่อการเรียนรู้			
ใบกิจกรรม				
5.1	สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	3.67	0.58	มาก
5.2	ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.00	0.00	มาก
5.3	มีการอธิบายรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมที่เข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
5.4	เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
5.5	รูปแบบน่าสนใจ	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย		4.07	0.28	มาก
สรุปผลรวม		4.19	0.37	มาก

จากตาราง 8 พบว่าคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

4. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 9 แสดงผลการตรวจความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษา และเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียน 3 คน

ด้าน	ผลการหาประสิทธิภาพ	การปรับปรุงแก้ไข
เนื้อหา	เนื้อหามีความเหมาะสมตามมาตรฐานตัวชี้วัด	-
ภาษา	นักเรียนที่มีปัญหาด้านการการอ่านยังไม่สามารถเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ครูอธิบายความหมายของคำที่นักเรียนไม่เข้าใจปรับภาษาให้สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย
เวลา	นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้เสร็จตามเวลาที่กำหนด	-

จากตาราง 9 พบว่าการตรวจความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ทำการปรับปรุงด้านภาษาสามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย

ตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำใบกิจกรรม (E ₁)	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (E ₂)
เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย	77.29	
เรื่อง สร้างบ้านให้หมีขาว	78.27	77.08
เรื่อง แก้วเก็บความเย็น	79.76	
$E_1/E_2 = 78.44/77.08$		

จากตาราง 10 พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.44 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.08 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.44/77.08 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตาราง 11 แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 30 คน

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ในการทำใบกิจกรรม (E_1)	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ในการทำแบบวัด ความสามารถในการคิด แก้ปัญหา (E_2)
เรื่อง เทอร์โมมิเตอร์อย่างง่าย	77.56	77.98
เรื่อง สร้างบ้านให้หมีขาว	78.73	
เรื่อง แก้วเก็บความเย็น	79.18	
$E_1/E_2 = 78.49/77.98$		

จากตาราง 11 พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.49 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.98 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 41 คน

การทดสอบ	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	S.D. _D	t	Sig
ก่อนเรียน	22.39	4.61	12.56	3.59	22.43*	0.0000
หลังเรียน	34.95	2.87				

* $P < .01$

จากตาราง 12 พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 22.39 คะแนน และ 34.95 คะแนนตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างและประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 12 ชั่วโมง ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 เรื่อง ดังนี้ เรื่องที่ 1 เทอร์มอมิเตอร์ อย่างง่าย เรื่องที่ 2 สร้างบ้านให้หมีขาว เรื่องที่ 3 แก้วเก็บความเย็น ในแต่ละเรื่องจะใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้แก่ ขั้นที่ 1 ช้้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1.2 การพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x} = 4.17$, S.D. = 0.30)

1.3 การพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x} = 4.19$, S.D. = 0.37)

1.4 การตรวจสอบด้านเนื้อหา ด้านภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนโรงเรียนศรีเทพประชานุสรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 แบบประเมินหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) จำนวน 3 คน พบว่าในด้านของภาษาต้องปรับภาษาให้สามารถอ่านได้ง่าย

1.5 การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนโรงเรียนศรีเทพ

ประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 แบบกลุ่มเล็ก จำนวน 9 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.44/77.08 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

1.6 การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนโรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 40 จำนวน 30 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายโดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. การสร้างและประเมินประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการพิจารณาความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.17$, S.D. = 0.30) การพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.19$, S.D. = 0.37) เมื่อนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/ 77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน โดยเริ่มจากศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ศึกษาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดแล้วจึงดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยได้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ จำนวน 41 คน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมตามขั้นตอนของการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบแบบสะเต็มศึกษาจากสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวันและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกในการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลลัพธ์ของวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ สิริณา กิจเกื้อกูล (2558, หน้า 201) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานและมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาลิตา สุขสำราญ (2560) เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พบว่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.62113 นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ครูและนักเรียนมีความพึงพอใจกับการจัดการเรียนรู้ที่ และยังสอดคล้องกับ Strimel (2014) ได้พัฒนาการเรียนรู้อตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการบูรณาการข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) โดยผู้วิจัยได้นำปัญหาและประเด็นที่กำลังเป็นที่สนใจในปัจจุบันมาใช้เป็นหัวข้อหลัก (Theme) สำหรับการจัดกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้อตามแนวสะเต็มศึกษา

2. ความสามารถในการแก้คิดปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 ผลที่ได้การวิจัยดังกล่าว มาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนทำให้นักเรียนมีความสนใจในการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ครูจะเป็นเพียงผู้นำเสนอปัญหา ใช้คำถามกระตุ้น และคอยแนะนำ

เพื่อให้ นักเรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์จากบัตร สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของ สถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา แล้วร่วมกันระบุปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูลแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และพร้อม ทั้งเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อใน การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตาม สถานการณ์ที่กำหนด และสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหากำหนดลำดับ ขั้นตอนในการทำงาน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้ชัดเจน แล้วร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ทำการทดสอบและประเมิน การใช้งานของชิ้นงานวิธีการ หรือต้นแบบโดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้ มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา ต่อไปและให้ผู้อื่นเข้าใจโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ผล สอดคล้องกับ อาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะ เต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนเท่ากับ 76.35 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 จัดอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษาที่มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติระดับ .05 นักเรียนที่เรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีร้อยละคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 70 จัดอยู่ในระดับดี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการสอนที่มีกระบวนการขั้นตอนที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นการนำเสนอสถานการณ์ ในชีวิตจริงซึ่งจะทำทนายให้ผู้เรียนใช้ความรู้และทักษะทั้งหมดเพื่อนำไปสู่การคิดออกแบบวิธี การแก้ปัญหาและลงมือสร้างผลงานเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ เชื่อให้นักเรียนคิดออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นัส รินทร์ บือชา (2557) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM

Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 21.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ

1. การกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา ควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุด เพราะผู้เรียนสนใจกิจกรรมการเรียนรู้ จะเห็นความสำคัญประโยชน์ของการเรียน

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรกำหนดควบคุมระยะเวลาให้เหมาะสมเพื่อที่ผู้เรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมอย่างครบถ้วนตามขั้นตอน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา กระตุ้นให้เกิดความสามารถในการระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา รวบรวมข้อมูลหาแนวทางแก้ไขปัญหานั้นเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานั้นสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระอื่น ๆ ที่ เช่น วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เทคโนโลยี เป็นต้น

2. ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในด้านการคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและสร้างสรรค์ผลผลิตต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์:เพชรบูรณ์.
- จิราภรณ์ บุญประเสริฐ และคณะ. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หน่วยการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). การวิจัยหลักสูตรและการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). ศิลปะการสอนเพื่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2556) หน้า 9 -13.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (ม.ป.ป.). ระเบียบวิธีวิจัย. พิษณุโลก: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, (ม.ป.ป.). สถิติเพื่อการวิจัย. พิษณุโลก: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปรกรณ์ ประจันบาน. (2552). สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยและประเมิน. (Advanced Statistics for Research and Evaluation). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ปาลิตา สุขสำราญ. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน
ระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์
ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ราชบัณฑิตยสถาน.
- พิมพ์ อรุณแจ่มวิไล. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ
เปลี่ยนแปลงของโลก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การศึกษาค้นคว้า
ด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.
วารสารนักบริหาร 33 (2) (เมษายน-มิถุนายน 2556), หน้า 49-56.
- ภัสสร ติดมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ด้วย
กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2557). คู่มือการจัดระบบการเรียน
การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. ปทุมธานี: ศูนย์การเรียนรู้การผลิตและจัดการธุรกิจ
สิ่งพิมพ์ดิจิทัล มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- รัตนะ บัวสนธ์. 2552. วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตติกาล สิทธิยศ. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง โลกและการ
เปลี่ยนแปลงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วารินทร์พร พันเพ็ญฟู. (2560). สะเต็มศึกษากับการศึกษาไทย. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์
(มนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์). 7(2), หน้า 13-23.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Black ward Design. ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วศินีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education. กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ. (2562). สเต็มศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้. วารสารวิชาการ แพรวภาพสิรินทร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ 33 (2) (เมษายน-มิถุนายน 2562), หน้า 49-56.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2551). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุชา จันทร์เอม. (2536). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพมหานคร : ดวงกลมสมัย.
- สิริวรรณ สุวรรณอาภา. เอกสารการสอนชุดวิชาการระบบการเรียนการสอน Learning- teaching system. (พิมพ์ครั้งที่ 14). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2551). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550. สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2562, จาก เว็บไซต์สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2556). หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษา Science Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education). กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2560). หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). เอกสารแนวทางการดำเนินการปฏิรูปการเรียนการสอนตามเจตนารมณ์กระทรวงศึกษาธิการ “2553 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอน” แนวทางการบริหารหลักสูตรและการเรียนการสอน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2552. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2562). เอกสารแนวทางการดา เน้นการปฏิรูปการเรียน การสอนตามเจตนารมณ์กระทรวงศึกษาธิการ “2562 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียน การสอน” แนวทางการบริหารหลักสูตรและการเรียนการสอน ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2560). มาตรฐานการศึกษาเพื่อประเมิน คุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานรับรอง มาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). กระทรวงศึกษาธิการ. (ร่าง) รายงานสมรรถนะ การศึกษาไทย ในเวทีสากล พ.ศ.2559.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579. กรุงเทพมหานคร : บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา วิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- อุไร จักร์ตรีมงคล. (2556). การพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดสำหรับการประเมินคุณภาพ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ.
- Bourne, L.E. Jr., Bruce R. Ekstrand and Roger L. Dominowski. (1971). The Psychology of Thinking. New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Crabbe, E. (1990). Biodiesel production from crude palm oil and evaluation of butanol extraction and fuel properties. Process Biochemistry. 37 : 65-71.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM Education (Master thesis). Turkey: Uludag University.
- Dewey. (1975). "Reading, Writing, and Reflection," New Directions for Teaching and Learning. 1998 (73) : 47 - 56.
- Kohler. (1925). Statistics for Social Scientists : A Coordinated Learning System. New York : John Wiley.

- Grossnikle, F. E. and L. J. Brueckner. (1959). *Discovery Meaning in Arithmetic*, New York : Holt Rinehart and Winston, Inc.
- Morgan, C. T. (1978). "Thinking and Problem Solving", *A Brief Introduction to Psychology*. 2nd ed. New Delhi : Tata McGraw – Hill Co.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* New York : Doubleday and Company Garden City.
- Strimel, G. (2014). Shale Gas Extraction: Drilling Into Current Issues and Making STEM Connections. *Technology and Engineering Teacher*, 73(5), 16-24.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102. doi:10.1007/s10798-011-9160-x

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. นางวิไลพร พฤษชาติ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนระหานวิทยา
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41
(ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)
2. นางกาพิตา สืบศรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40
(ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน)
3. นางสาวเมธิณี เนื้ออ่อน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวชิรบรรรมีพิทยาคม
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41
(ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา)

ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่
ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แล้วลงความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสม และ
สอดคล้องในด้านต่าง ๆ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็น ตามความ
คิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับดังนี้

- 5 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1. ชั้นระบุปัญหา					
1.1 ส่งเสริมการระบุปัญหาจากสถานการณ์					
1.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา					
2. ชั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์					
2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา					
2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุขอบเขตของปัญหา					
2.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเลือกใช้วิธีการนี้แก้ปัญหาที่เหมาะสม					
3. ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา					
3.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานในการแก้ปัญหา					
3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลในการออกแบบชิ้นงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหา					
4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา					
4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวางแผนขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานในการแก้ปัญหา					
4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา					
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน					
5.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อประเมินชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหา					
5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาชิ้นงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหา					
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบันทึกเก็บข้อมูลผลการทดสอบ ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6. ชี้แนะเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน					
6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลวิธีการแก้ปัญหาวงวิธีการที่เข้าใจง่าย					
6.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและผู้อื่น					
ภาพรวมของการจัดกิจกรรม					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนยิ่งขึ้น					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1

ตาราง 13 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3			
	ขั้นตอนของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้						
1	ขั้นระบุปัญหา						
	1.1 ส่งเสริมการระบุปัญหาจาก สถานการณ์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	1.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุเงื่อนไขและ ข้อจำกัด ของปัญหา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.50	4.50	4.00	4.33	0.47	มาก
2	ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา						
	2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุสาเหตุของ ปัญหาจากสถานการณ์	4	5	4	4.33	0.58	มาก
	2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา	3	4	4	3.67	0.58	มาก
	2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนระบุขอบเขตของ ปัญหา	5	4	4	4.33	0.58	มาก
	2.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเลือกใช้วิธีการนี้ แก้ปัญหาที่เหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.00	4.25	4.00	4.08	0.32	มาก

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3			
3	ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา						
	3.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานในการแก้ปัญหา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลในการออกแบบชิ้นงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.50	4.00	4.50	4.33	0.47	มาก
4	ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา						
	4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวางแผนขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานในการแก้ปัญหา	4	4	5	4.33	0.58	มาก
	4.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	4	3	4	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย	4.00	3.50	4.50	4.00	0.47	มาก
5	ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน						
	5.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อประเมินชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
	5.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาชิ้นงานหรือแนวทางแก้ไขปัญหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบันทึกเก็บข้อมูลผลการทดสอบ ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.33	4.33	4.00	4.22	0.38	มาก

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
6	ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน						
	6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูล วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	0.58	มาก
	6.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และผู้อื่น	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.50	4.00	4.00	4.17	0.24	มาก
	ภาพรวมของการจัดกิจกรรม						
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตาม ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา	5	4	4	4.33	0.58	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับ เวลา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการ เรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
	- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ยิ่งขึ้น	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.20	4.00	4.20	4.13	0.18	มาก
	สรุปผลรวม	4.25	4.10	4.15	4.17	0.30	มาก

ภาคผนวก ง แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แล้วลงความคิดเห็นว่ามีความเหมาะสม และสอดคล้องในด้านต่าง ๆ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างระดับความคิดเห็น ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับดังนี้

- 5 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน มีระดับความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 คะแนน มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้					
1. คำชี้แจงสำหรับครู					
- อธิบายรายละเอียดครบถ้วนเป็นลำดับขั้นต้นตอน					
- ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้ครูนำไปปฏิบัติได้					
- ครูมีความเข้าใจสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง					
2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
- ประกอบด้วยขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
- การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาชัดเจน					
- อธิบายรายละเอียดของการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน					
3. บทบาทของครู- นักเรียน					
- อธิบายบทบาทของครูนักเรียนอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย					
- อธิบายรายละเอียดเป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย					
- การสื่อความหมายภาษาที่เข้าใจง่าย					
- ช่วยให้ครูมีความเข้าใจและปฏิบัติอย่างถูกต้อง					
4. แผนการจัดการเรียนรู้					
4.1 ส่วนนำของแผนการจัดการเรียนรู้					
- ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)					
- สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัดสอดคล้องกัน					
4.2 สาระสำคัญ					
- สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
- เนื้อหาความรู้เป็นภาษาที่รัดกุมเข้าใจง่าย					
- มีความถูกต้องชัดเจน เข้าใจง่าย					
- เนื้อหาความรู้เข้าใจจดจำได้					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้					
- สอดคล้องกับตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้					
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาอย่างชัดเจน					
- ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้					
- มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
4.4 สาระการเรียนรู้					
- สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
- ตรงตามสาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลาง					
- ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
- สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
- สอดคล้องกับใบความรู้ ใบกิจกรรม					
- กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาทดสอบ ประเมินผลนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา					
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหา					
- การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากเนื้อหาที่เรียน					
- กำหนดระยะเวลาเหมาะสมกับกิจกรรม					
- การจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน					
4.6 สื่อแหล่งเรียนรู้					
- สอดคล้องกิจกรรมการเรียนรู้					
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
- นักเรียนนำไปใช้ได้จริงและสะดวกปลอดภัย					
- เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4.7 การวัดและประเมินผล					
- สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
- ครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
- เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
- เกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
5. สื่อการเรียนรู้					
ใบกิจกรรม					
- สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา					
- ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
- มีการอธิบายรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมที่เข้าใจง่าย					
ใบความรู้					
- เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้					
- รูปแบบน่าสนใจ					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ๑ ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 สะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 14 แสดงระดับความเหมาะสมของคู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็ม
 ศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3			
คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้							
1	คำชี้แจงสำหรับครู						
	1.1 อธิบายรายละเอียดครบถ้วนเป็น ลำดับขั้นตอน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
	1.2 ใช้ภาษาเข้าใจง่ายช่วยให้ครูนำไป ปฏิบัติได้	3	4	5	4.00	1.00	มาก
	1.3 ครูมีความเข้าใจสามารถนำไป ปฏิบัติได้ถูกต้อง	4	4	3	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย	3.67	4.00	4.33	4.00	0.33	มาก
2	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา						
	2.1 ประกอบด้วยขั้นตอนของการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
	2.2 การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ชัดเจน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	2.3 อธิบายรายละเอียดของการจัด กิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน	4	4	3	3.67	0.58	มาก
	เฉลี่ย	4.33	4.33	3.67	4.11	0.51	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3			
3	บทบาทของครู - นักเรียน						
	3.1 อธิบายบทบาทของครูนักเรียนอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4.33	0.58	มาก
	3.2 อธิบายรายละเอียดเป็นขั้นตอน เข้าใจง่าย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	3.3 การสื่อความหมายภาษาที่เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.4 ช่วยให้ครูมีความเข้าใจและปฏิบัติอย่างถูกต้อง	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.25	4.00	4.50	4.25	0.32	มาก
4	แผนการจัดการเรียนรู้						
	4.1 ส่วนนำของแผนการจัดการเรียนรู้						
	4.1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	5	4	4	4.33	0.58	มาก
	4.1.2 สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดสอดคล้องกัน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	4.2 สาระสำคัญ						
	4.2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	3	4	4	3.67	0.58	มาก
	4.2.3 เนื้อหาความรู้เป็นภาษาที่รัดกุมเข้าใจง่าย	4	3	5	4.00	1.00	มาก
	4.2.4 มีความถูกต้องชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4.33	0.58	มาก
	4.2.5 เนื้อหาความรู้เข้าใจจดจำได้	3	4	5	4.00	1.00	มาก
	4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้						
	4.3.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3			
4.3.2	ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพฤติกรรม การคิดแก้ปัญหาอย่างชัดเจน	5	4	3	4.00	1.00	มาก
4.3.3	ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัด และประเมินผลได้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.3.4	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.4 สาระการเรียนรู้							
4.4.1	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.4.2	ตรงตามสาระการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลาง	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.4.3	ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.5.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5.2	สอดคล้องกับใบความรู้ ใบ กิจกรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5.3	กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.5.4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุปัญหา รวบรวม ข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผลนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	3	4	4	3.67	0.58	มาก
4.5.5	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม การคิดแก้ปัญหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		1	2	3			
4.5.6	การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้รับ ความรู้จากเนื้อหาที่เรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.5.7	กำหนดระยะเวลาเหมาะสม กับกิจกรรม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5.8	การจัดกิจกรรมได้เหมาะสม กับวัยและความสามารถของนักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.6	สื่อแหล่งเรียนรู้						
4.6.1	สอดคล้องกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.6.2	ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตาม จุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	4	3.67	0.58	มาก
4.6.3	นักเรียนนำไปใช้ได้จริงและ สะดวกปลอดภัย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.6.4	เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของนักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4.7	การวัดและประเมินผล						
4.7.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.7.2	ครอบคลุมกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	3	3.67	0.58	มาก
4.7.3	เครื่องมือที่ใช้วัดสอดคล้องกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.7.4	เกณฑ์การประเมินสอดคล้อง กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ย	4.14	4.28	4.28	4.23	0.39	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
5	สื่อการเรียนรู้						
	ใบกิจกรรม						
	5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา	4	3	4	3.67	0.58	มาก
	5.2 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	5.3 มีการอธิบายรายละเอียดในการ ดำเนินกิจกรรมที่เข้าใจง่ายไปความรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
	5.4 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วนตามสาระ การเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	5.5 รูปแบบน่าสนใจ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
	เฉลี่ย	4.20	4.00	4.00	4.07	0.28	มาก
	สรุปผลรวม	4.14	4.20	4.23	4.19	0.37	มาก

ภาคผนวก จ แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถในการคิด
 แก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาการ
 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 1

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถ
 ในการคิดแก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการคิด
 แก้ปัญหาการ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
 -1 เมื่อใจว่าข้อสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	สถานการณ์ที่ 1 วันนี้ (6 ส.ค.61) ผู้สื่อข่าวรายงานว่า สเปนลดระดับการเตือนคลื่นความร้อน จากระดับสีแดงเป็นสีส้ม หลังอุณหภูมิ ลดลงเล็กน้อย แต่สภาพอากาศยังคง ร้อน คาดว่าอุณหภูมิจะพุ่งสูงระหว่าง 40-42 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิใน ประเทศโปรตุเกสเริ่มลดลง โดยก่อนหน้านี้ นี้มีแนวโน้มว่าจะพุ่งสูงเป็นประวัติการณ์ ที่ 47 องศาเซลเซียส แม้ว่าสภาพอากาศ ร้อนจัดในโปรตุเกสจะเริ่มคลายความ				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	รุนแรง แต่สถานการณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ทาง ภาคใต้ของประเทศไทยยังนำวิตก หลังไฟลวก ไหม้ติดต่อกันเป็นวันที่ 3 เจ้าหน้าที่ ดับเพลิงระดมกำลัง 800 นาย พร้อมเครื่องบินบรรทุกน้ำ 12 ลำเข้าสกัด เพลิง แต่ยังไม่สามารถควบคุมได้ มี รายงานว่าไฟเผาผลาญพื้นที่ไปแล้ว มากกว่า 6,200 ไร่ https://news.thaipbs.or.th/content/273803				
สามารถระบุปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่ สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ ทำให้เกิดปัญหา คือ				
สามารถเสนอวิธีการ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหา หรือป้องกันการเกิดปัญหานี้ได้อย่างไร				
สามารถตรวจสอบ วิธีการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา จะเป็นอย่างไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน			ข้อเสนอแนะ
		ความคิดเห็น			
		+1	0	-1	
	<p>สถานการณ์ที่ 2</p> <p>วันที่ 13 พ.ค.58 ที่ผ่านมา ผู้สื่อข่าวรายงานว่า เกิดเหตุถนนคอนกรีตยกตัว เกิดรอยแตกกว้างเป็นแนวยาวเฉยให้เห็น โฟรงใต้ถนน ในพื้นที่บ้านนาเกาและบ้านบึง ต.แกใหญ่ อ.เมือง จ.สุรินทร์ จนชาวบ้านต่างพากันออกมากกราบไหว้เชื่อเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์และสันนิษฐานถึงสาเหตุต่าง ๆ นานา ศ.ดร.อมร พิमानมาศ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร รองเลขาธิการสภาวิศวกร กล่าวว่า จากภาพข่าวถนนยกตัวที่เห็น เบื้องต้นสันนิษฐานได้ว่า น่าจะมีสาเหตุมาจากความร้อนที่ทำให้พื้นคอนกรีตเกิดการขยายตัวชนกัน จึงแ่นขึ้นเป็นโฟรง พบว่าบริเวณที่เกิดรอยแตก คือส่วนของรอยต่อระหว่างแผ่นถนน ซึ่งเป็นแนวปะทะระหว่างส่วนปลายของแผ่นคอนกรีตแต่ละแผ่นปกติจะต้องใช้วัสดุอุดรอยต่อเพื่อรองรับกับการขยายตัวของถนน</p> <p>https://mgronline.com/science/detail/9580000055299</p>				
สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
สามารถวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้ถนนคอนกรีตยกตัว เกิดรอยแตกร้าวคือ อะไร				
สามารถเสนอวิธีการ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันถนนคอนกรีตไม่ให้ยกตัวเกิดรอยแตกร้าวได้อย่างไร				
สามารถตรวจสอบ วิธีการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร				
	<p>สถานการณ์ที่ 3</p> <p>มีรายงานพบการฟอกขาวในระยะเริ่มต้นของปะการังในแนวปะการังน้ำตื้นหลายบริเวณของฝั่งทะเลอันดามัน และอ่าวไทย เช่น เกาะปายู (ในพื้นที่อ่าวกึ่ง) เกาะไม้ท่อน เกาะแฉวง เกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต โดยแต่ละบริเวณมีปะการังที่มีอาการเริ่มต้นของการฟอกขาวประมาณ <math>< 5-10\% </math> ของปะการังมีชีวิต โดยรายงานการฟอกขาวเริ่มพบในหลายพื้นที่มากขึ้นตั้งแต่วันที่ 21 พฤษภาคม 2561 เป็นต้นมา สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทาง</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	ทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน จึงได้ติดตามสถานการณ์อุณหภูมิน้ำทะเลในช่วงที่มีการฟอกขาว โดยใช้ข้อมูลของ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) พบว่าอุณหภูมิน้ำทะเลมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ประมาณสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤษภาคม 2561 เป็นต้นมา https://www.dmcr.go.th/miniprojects/100/23407				
สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เกิดการฟอกขาวของปะการังมีคืออะไร				
สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	3. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เกิดการฟอกขาวของปะการังมีคืออะไร				
สามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>สถานการณ์ที่ 4</p> <p>ในปัจจุบันสภาพอากาศในประเทศไทยมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การขนส่งปลาทะเลแช่แข็งจาก ห้างเย็นใหญ่ เพื่อกระจายไปยังห้างเย็นเล็กเกิด อุณหภูมิที่สูงขึ้นระหว่างการขนส่ง โดยการทำการขนส่งจะใช้รถตู้ 4 ล้อในการขนส่ง ทำให้สภาพปลาระหว่างการขนส่ง โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก การโดนความร้อนภายนอกที่ซึมผ่านผนังเข้ามา ทำให้เมื่อขนส่งมาถึงห้างเย็นเล็กเกิดการละลายของปลาทะเลแช่แข็งที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ปลาทะเลแช่แข็งตกเลือด และอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโตเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งทำให้สูญเสียผลกำไรจากปลาทะเลที่เกิดจากความเสียหาย</p>				
สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้ปลาทะเลแช่แข็งตกเลือดเสียหายคือ อะไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
สามารถเสนอวิธีการ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหา ป้องกันไม่ให้ปลาทะเลแข็งตกลือด ปลาทะเลเกิดจากความเสียหายได้ อย่างไร				
สามารถตรวจสอบ วิธีการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา จะเป็นอย่างไร				
	<p>สถานการณ์ที่ 5</p> <p>สำนักข่าวซีเอ็นเอ็น รายงานว่า เมื่อ วันที่ 13 มิ.ย.ที่ผ่านมา กวาร์ร้อยละ 40 ของประเทศกรีนแลนด์ได้ประสบกับ ภาวะการละลายของน้ำแข็ง โดยพบแผ่น น้ำแข็งละลายโดยเฉลี่ย 2 พันล้านตัน ล่าสุด วันนี้ (15 มิ.ย.2562) ไทยพีบีเอ สออนไลน์ สอบถามข้อมูลไปยัง รศ.สุ ชนา ชวนิชย์ อาจารย์ประจำกลุ่มวิจัย ชีววิทยาแนวปะการัง ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเลคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หนึ่งใน นักวิจัยไทยผู้เชี่ยวชาญด้านผลกระทบ ภาวะโลกร้อน โดย รศ.สุชนา ระบุว่า การ ละลายของแผ่นน้ำแข็ง 2 พันล้านตันใน วันเดียว มีโอกาสเกิดขึ้นได้ เนื่องจากการ ลงพื้นที่สำรวจของนักวิจัยไทยพบว่า</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	บริเวณขั้วโลกเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ขณะที่อุณหภูมิน้ำทะเลขั้วโลกเหนืออุ่น ขึ้น 5 องศาเซลเซียส				
สามารถระบุปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่ สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ แผ่นน้ำแข็งละลายมีอะไรบ้าง				
สามารถเสนอวิธีการ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหา หรือป้องกันแผ่นน้ำแข็งละลายได้อย่างไร				
สามารถตรวจสอบ วิธีการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา จะเป็นอย่างไรบ้าง				
	สถานการณ์ที่ 6 ข้อมูลการเก็บสถิติจำนวนเพนกวิน จากเกาะ Elephant Island ในขั้วโลกใต้ โดยเปรียบเทียบจำนวนประชากรของ เพนกวิน ณ ปัจจุบัน กับจำนวนเพนกวิน เมื่อปี 1971 พบว่า เมื่อปี 1971 มีจำนวน นกเพนกวิน อยู่ 122,550 คู่ แต่จากการ				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	สำรวจล่าสุดพบว่า มีเพนกวินเหลืออยู่ บน เกาะ Elephant Island 52,786 คู่ หรือลดลงไปถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลง คือ สภาพะโลกร้อน ที่ทำให้แผ่นน้ำแข็ง ในขั้วโลกใต้ละลาย และเมื่อน้ำแข็งละลาย ก็ทำให้สัตว์ทะเลตัวเล็ก ๆ เช่น แพลงก์ตอนต่าง ๆ หายไปด้วยสัตว์เล็ก ๆ พวกนี้เป็นอาหารของปลา ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์ในขั้วโลกใต้เช่น เพนกวิน เมื่อขาดแหล่งอาหารในท้องทะเล สัตว์ชนิดต่าง ๆ ย่อมค่อย ๆ สูญพันธุ์ไป ตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ https://www.naewna.com/lady/473239				
สามารถระบุปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลงมีอะไรบ้าง				
สามารถเสนอวิธีการ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหา หรือป้องกันการลดจำนวนเพนกวิน ได้อย่างไร				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
สามารถตรวจสอบ วิธีการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา จะเป็นอย่างไรบ้าง				
	<p>สถานการณ์ที่ 7</p> <p>สำนักอุตุนิยมวิทยาจากหลาย ประเทศในยุโรป ออกประกาศเตือน ประชาชนรับมือคลื่นความร้อน ซึ่งคาด ว่าจะเข้าปกคลุมพื้นที่ทวีปยุโรปฝั่ง ตะวันตก อาทิ เยอรมันนี ฝรั่งเศส สเปน สวิตเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ เบลเยียม อังกฤษ และอิตาลี ในช่วงสัปดาห์นี้ ซึ่ง จะทำให้ส่งผลกระทบต่อหลายเมืองใน ยุโรปต้องเผชิญกับอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะกรุงปารีส ฝรั่งเศส ซึ่งอาจมี อุณหภูมิสูงที่สุด โดยอาจสูงถึง 45 องศา เซลเซียสสำหรับปรากฏการณ์คลื่นความ ร้อนที่เพิ่มสูงขึ้นนี้ เป็นผลมาจากภาวะ โลกร้อน จากการเกิดก๊าซเรือนกระจกที่ เพิ่มขึ้นจากการเผาไหม้ของ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซ และสถานะการณ์คลื่น ความร้อนเช่นนี้ จะยังคงทวีความรุนแรง เพิ่มขึ้น หากประเทศต่าง ๆ ไม่ลดการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจก</p> <p>https://www.greennetworkthailand.com</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
สามารถระบุปัญหาที่ เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่ สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ ทำให้อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีอะไรบ้าง				
สามารถเสนอวิธีการ ปัญหาที่เกิดขึ้นจาก การถ่ายโอนความ ร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหา หรือป้องกันไม่ให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นได้ อย่างไร				
สามารถตรวจสอบ วิธีการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการถ่าย โอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา จะเป็นอย่างไรบ้าง				
	สถานการณ์ที่ 8 จากข้อมูลสถิติการเกิดไฟฟ้าทั่ว ประเทศ 20 ปีย้อนหลัง ประเทศไทยเกิด ไฟฟ้าย่อยครั้ง ส่งผลให้เกิดหมอกควัน ปกคลุมนานต่อเนื่องเป็นเวลานาน เกิด ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศที่เราใช้ หายใจสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน สุดท้าย ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพ โดยเฉพาะเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ของคนในพื้นที่และปัญหาอื่น ๆ อีก มากมายตามที่เราได้ทราบข่าวกัน ตั้งแต่				

จุดประสงค์การเรียนรู้ และกระบวนการคิด แก้ปัญหา	สถานการณ์/ข้อสอบ	คะแนน ความคิดเห็น			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	1 ต.ค. 61 - 20 ส.ค. 62 มีรายงานการเกิดไฟฟ้าทั่วประเทศมากถึง 7,301 ครั้ง มีพื้นที่ถูกไฟไหม้รวม 149,061 ไร่ นับว่ามากเป็นเท่าตัวเมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อนหน้านี้ คือในช่วง 1 ต.ค. 60 - 20 ส.ค. 61 มีรายงานการเกิดไฟฟ้าทั่วประเทศอยู่ที่ 3,765 ครั้ง ในขณะเดียวกันข้อมูลจุดความร้อนสะสม (HOT SPOT) เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า https://www.gistda.or.th/main/th/node/3601				
สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร				
สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เกิดหมอกควัน ฝุ่นละออง คือ อะไร				
สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันไม่ให้เกิดหมอกควัน ฝุ่นละอองได้อย่างไร				
สามารถตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนความร้อนได้	4. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง				

ภาคผนวก ช ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถในการคิด
 แก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาการ
 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 1

ตาราง 15 แสดงผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถในการคิด
 แก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ส่งเสริม
 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
19	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ภาคผนวก ข ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเรื่องการ
ถ่ายโอนความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่าย
โอนความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.25	ตัดทิ้ง
2	0.45	ตัดทิ้ง
3	0.45	ตัดทิ้ง
4	0.20	ตัดทิ้ง
5	0.40	คัดเลือกไว้
6	0.20	คัดเลือกไว้
7	0.20	คัดเลือกไว้
8	0.25	คัดเลือกไว้
9	0.30	คัดเลือกไว้
10	0.40	คัดเลือกไว้
11	0.20	คัดเลือกไว้
12	0.40	คัดเลือกไว้
13	0.25	ตัดทิ้ง
14	0.20	ตัดทิ้ง
15	0.35	ตัดทิ้ง
16	0.20	ตัดทิ้ง
17	0.25	คัดเลือกไว้
18	0.20	คัดเลือกไว้
19	0.20	คัดเลือกไว้
20	0.25	คัดเลือกไว้
21	0.20	คัดเลือกไว้
22	0.25	คัดเลือกไว้
23	0.30	คัดเลือกไว้

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
24	0.40	คัดเลือกไว้
25	0.20	ตัดทิ้ง
26	0.25	ตัดทิ้ง
27	0.40	ตัดทิ้ง
28	0.20	ตัดทิ้ง
29	0.20	ตัดทิ้ง
30	0.40	ตัดทิ้ง
31	0.35	ตัดทิ้ง
32	0.30	ตัดทิ้ง

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.84

ภาคผนวก ฅ แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาฉบับนี้ใช้วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบมีทั้งหมด 4 สถานการณ์ 16 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
3. คะแนนเต็มทั้งหมด 48 คะแนน ข้อละ 3 คะแนน
4. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้เข้าใจก่อน แล้วลงมือทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
5. หากมีข้อสงสัยให้ถามครูผู้คุมสอบทันที

ชื่อ.....นามสกุล.....

ชั้น.....เลขที่.....

โรงเรียน.....

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1 - 4

วันที่ 13 พ.ค.58 ที่ผ่านมา ผู้สื่อข่าวรายงานว่า เกิดเหตุถนนคอนกรีตยกตัวเกิดรอยแตกกว้างเป็นแนวยาวเผยให้เห็นโพรงใต้ถนน ในพื้นที่บ้านนาเกาและบ้านบึง ต.แกใหญ่ อ.เมือง จ.สุรินทร์ จนชาวบ้านต่างพากันออกมาราบไหว้เชื่อเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์และสันนิษฐานถึงสาเหตุต่าง ๆ นานา ศ.ดร.อมร พิमानมาศ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร รองเลขาธิการสภาวิศวกร กล่าวว่า จากภาพข่าวถนนยกตัวที่เห็น เบื้องต้นสันนิษฐานได้ว่า น่าจะมีสาเหตุมาจากความร้อนที่ทำให้พื้นคอนกรีตเกิดการขยายตัวจนกันจึงแอ่นขึ้นเป็นโพรง พบว่าบริเวณที่เกิดรอยแตก คือส่วนของรอยต่อระหว่างแผ่นถนน ซึ่งเป็นแนวปะทะระหว่างส่วนปลายของแผ่นคอนกรีตแต่ละแผ่นปกติจะต้องใช้วัสดุอุดรอยต่อเพื่อรองรับกับการขยายตัวของถนน

<https://mgronline.com/science/detail/9580000055299>

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้ถนนคอนกรีตยกตัว เกิดรอยแตกกว้างคือ อะไร

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันถนนคอนกรีตไม่ให้ยกตัวเกิดรอยแตกกว้างได้อย่างไร

.....

.....

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหามลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5 - 8

มีรายงานพบการฟอกขาวในระยะเริ่มต้นของปะการังในแนวปะการังน้ำตื้นหลาย บริเวณของฝั่งทะเลอันดามัน และอ่าวไทย เช่น เกาะปายู (ในพื้นที่อ่าวกึ่ง) เกาะไม้ท่อน เกาะแฉวง เกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต โดยแต่ละบริเวณมีปะการังที่มีอาการเริ่มต้นของการฟอกขาว ประมาณ <5-10% ของปะการังมีชีวิต โดยรายงานการฟอกขาวเริ่มพบในหลายพื้นที่มากขึ้น ตั้งแต่วันที่ 21 พฤษภาคม 2561 เป็นต้นมา สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน จึงได้ติดตามสถานการณ์อุณหภูมิน้ำทะเลในช่วงที่มีการฟอกขาว โดยใช้ข้อมูลของ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) พบว่าอุณหภูมิน้ำทะเลมี แนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ประมาณสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤษภาคม 2561 เป็นต้นมา

<https://www.dmcg.go.th/miniprojects/100/23407>

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

.....

6. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เกิดการฟอกขาวของปะการังมีคืออะไร

.....

.....

.....

7. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาการฟอกขาวของปะการังได้อย่างไร

.....

.....

.....

8. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 ให้ตอบคำถามข้อที่ 9- 12

สำนักข่าวซีเอ็นเอ็น รายงานว่า เมื่อวันที่ 13 มิ.ย.ที่ผ่านมา กว่าร้อยละ 40 ของประเทศกรีนแลนด์ได้ประสบกับภาวะการละลายของน้ำแข็ง โดยพบแผ่นน้ำแข็งละลายโดยเฉลี่ย 2 พันล้านตัน ล่าสุด วันนี้ (15 มิ.ย.2562) ไทยพีบีเอสออนไลน์ สอบถามข้อมูลไปยัง รศ.สุชนา ชวนิชย์ อาจารย์ประจำกลุ่มวิจัยชีววิทยาแนวปะการัง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หนึ่งในนักวิจัยไทยผู้เชี่ยวชาญด้านผลกระทบภาวะโลกร้อน โดย รศ.สุชนา ระบุว่า การละลายของแผ่นน้ำแข็ง 2 พันล้านตันในวันเดียว มีโอกาสเกิดขึ้นได้ เนื่องจากการลงพื้นที่สำรวจของนักวิจัยไทยพบว่า บริเวณขั้วโลกเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ขณะที่อุณหภูมิน้ำทะเลขั้วโลกเหนืออุ่นขึ้น 5 องศาเซลเซียส

<https://news.thaipbs.or.th/content/280902>

9. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

10. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่แผ่นน้ำแข็งละลายมีอะไรบ้าง

.....

.....

11. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันแผ่นน้ำแข็งละลายได้อย่างไร

.....

.....

12. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 13 - 16

ข้อมูลการเก็บสถิติจำนวนเพนกวินจากเกาะ Elephant Island ในขั้วโลกใต้ โดยเปรียบเทียบจำนวนประชากรของเพนกวิน ณ ปัจจุบันกับจำนวนเพนกวิน เมื่อปี 1971 พบว่า เมื่อปี 1971 มีจำนวนนกเพนกวิน อยู่ 122,550 คู่ แต่จากการสำรวจล่าสุดพบว่า มีเพนกวินเหลืออยู่บน เกาะ Elephant Island 52,786 คู่ หรือลดลงไปถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลง คือ สภาวะโลกร้อน ที่ทำให้แผ่นน้ำแข็งในขั้วโลก ได้ละลาย และเมื่อน้ำแข็งละลาย ก็ทำให้สัตว์ทะเลตัวเล็ก ๆ เช่น แพลงก์ตอนต่าง ๆ หายไปด้วยสัตว์เล็ก ๆ พวกนี้เป็นอาหารของปลาเป็นอาหารของสัตว์ในขั้วโลกใต้ เช่น เพนกวิน เมื่อขาดแหล่งอาหารในท้องทะเล สัตว์ชนิดต่าง ๆ ย่อมค่อย ๆ สูญพันธุ์ไปตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ <https://www.naewna.com/lady/473239>

13. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

.....

14. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลงมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

15. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันการลดจำนวนเพนกวิน ได้อย่างไร

.....

.....

.....

16. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับ	เกณฑ์การให้คะแนน
กระบวนการ คิดแก้ปัญหา	คะแนน	
1.การตั้งปัญหา	3 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	2 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2.การวิเคราะห์ ปัญหา	3 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	2 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอ วิธีแก้ปัญหา	3 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	2 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
4 การตรวจสอบ ผลลัพธ์	3 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้มากที่สุด
	2 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้น้อย
	1 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มีความน่าจะเป็นไปได้
	0 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหา

ภาคผนวก ร คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู



คู่มือการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาวอภิญญา สิงห์โต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยนเรศวร



คำนำ

คู่มือเล่มนี้สร้างขึ้นเพื่อชี้แจงการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ครูที่จะนำกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีความเข้าใจ สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์โดยใช้ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน โดยมีครูคอยแนะนำและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน

ผู้วิจัยหวังว่าเป็นอย่างยิ่งว่ากิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีผลในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้

นางสาวอภิญา สิงห์โต



สารบัญ

	หน้า
คำชี้แจงสำหรับครู	1
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหา	2
บทบาทของนักเรียน – ครู	4
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	8
ใบกิจกรรม	
ใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหา เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย	17
ใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์ อย่างง่าย	18
ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย	20
ใบกิจกรรมที่ 4 บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพ เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย	21
บัตรสถานการณ์ปัญหา	22
ใบความรู้	
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน	25
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมดุลความร้อน	28
ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์	29
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	33
เกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา	38
เฉลยแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา	29



คำชี้แจงสำหรับครู

กิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สามารถระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ของวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพบรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนต้องศึกษาทำความเข้าใจคู่มือการใช้กิจกรรมดังนี้

ก่อนสอน

1. ศึกษาคำชี้แจงการใช้กิจกรรม
2. ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
3. ศึกษาบทบาทของครู-นักเรียน
4. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้
5. ศึกษาจุดประสงค์การใช้กิจกรรมการเรียนรู้
6. ศึกษาใบกิจกรรมการเรียนรู้
7. ศึกษาใบความรู้
8. ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนในใบกิจกรรม
9. ศึกษาแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
10. ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
11. ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียน

ระหว่างสอน

1. สังเกตพฤติกรรมผู้เรียน
2. บันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนลงในแบบประเมิน

หลังสอน

1. ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน
2. ประเมินคะแนนในใบกิจกรรม
3. ประเมินแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา



ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาหรือความไม่สะดวกสบายจำเป็นต้องแก้ปัญหานักเรียนศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ปัญหาหรือดูวิดีโอที่ครูกำหนดให้ ครูใช้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา แล้วบอกว่าปัญหาคืออะไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาและ รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาทำได้จากการสืบค้นสืบเสาะระดมความคิดเพื่อนำข้อมูลมาประมวลและวิเคราะห์หาวิธีที่เป็นไปได้ให้ได้มากที่สุดที่น่าจะสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากใบความรู้ อินเทอร์เน็ต จากผู้รู้ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีเพื่อหาแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดแล้วบันทึกข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และประเมินวิธีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาแล้วตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่แก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วออกแบบตามวิธีที่เลือก นักเรียนแต่ละกลุ่มประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ครูแนะนำให้นักเรียนคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสุดกระบวนการตามวิธีที่ออกแบบแล้วลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้จนได้ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งอาจเป็นวิธีการหรือชิ้นงาน ซึ่งครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนเลือกใช้ และคอยแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มให้กำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงานเป้าหมาย และระยะเวลาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้ชัดเจน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานที่สร้างขึ้นใช้แก้ปัญหาโดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ครูแนะนำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ แล้วบันทึกผลการทดสอบ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่าย แล้วนำเสนอต้นแบบ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ พร้อมทั้งผลการทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการ และมีการแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป และนำเสนอใจครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบและประเมินชิ้นงาน



บทบาทของครู – นักเรียน
ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน หลังจากทำการสอบเสร็จแล้วให้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของครู
ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ที่ได้รับ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน เขียน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหา 	<ol style="list-style-type: none"> ครูแจกใบสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ครูกระตุ้นให้นักเรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน ระบุปัญหาจากบัตรสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูล และแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูล 	<ol style="list-style-type: none"> ครูเตรียมแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าได้แก่ ใบความรู้ อินเทอร์เน็ต



ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของ ครู
	2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ได้คัดเลือกลงในใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2. ครูกระตุ้นนักเรียนโดยตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาหัวข้อการเรียนรู้ 3. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบ สร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาลงกระดาษปรีฟ หรือกระดาษที่ครูเตรียมไว้	1. ครูคอยแนะนำให้นักเรียนคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดเงื่อนไข และเวลาตามสถานการณ์ที่กำหนด 2. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบชิ้นงาน 3. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา	1. นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงาน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาของสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	1. ครูคอยชี้แนะสนับสนุนเพื่อให้ นักเรียนทำการทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขของการทดสอบ 2. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้



ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของ ครู
<p>ขั้นที่ 5</p> <p>ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการ ทดสอบและประเมินการใช้งาน ของชิ้นงานวิธีการ หรือต้นแบบ</p> <p>2. นักเรียนนำผลทดสอบที่ได้มา หาข้อบกพร่องแล้วนำมาใช้ในการ</p>	<p>1. ครูคอยชี้แนะสนับสนุนเพื่อให้ นักเรียนทำการสร้างชิ้นงาน แก้ปัญหาควบคุมดูแลในการใช้ เครื่องมือสร้างชิ้นงาน</p> <p>2. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้</p>
	<p>ปรับปรุงและพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>3. บันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 4 บันทึกผลการทดสอบ ประสิทธิภาพ</p>	
<p>ขั้นที่ 6</p> <p>นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ แนวคิดและขั้นตอนการ แก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการ หลังจาก การพัฒนาปรับปรุงทดสอบและ ประเมินวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้วิธีการ นำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือ รูปแบบอื่นที่เข้าใจง่ายและ น่าสนใจ</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มถาม คำถาม หรือบอกข้อเสนอแนะ</p>	<p>1. ครูให้คำแนะนำในการนำเสนอ</p> <p>2. ครูร่วมสรุปกิจกรรมและให้ ความรู้เพิ่มเติม</p> <p>3. ครูเตรียมแบบประเมินการ นำเสนอผลงาน</p> <p>4. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้</p>



ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของ ครู
	4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน ประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่ม ที่นำเสนอ	



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
 รายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว21101 เวลา 4 ชั่วโมง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครูผู้สอน นางสาวอภิญญา สิงห์โต

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2.3 ม.1/5 วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{รับ}$

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

2. ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
ว 2.3 ม.1/5 วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้	ค 3.1 ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลรวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ว4.1ม.1/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา



วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$		ว4.1ม.1/3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจ เลือกข้อมูลที่จำเป็น นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการ ว4.1ม.1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นพร้อม ทั้งหาแนวทางการปรับปรุง แก้ไขและนำเสนอผลการ แก้ปัญหา

หมายเหตุ : เทคโนโลยี(T) ใช้ตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ (E) ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการออกแบบและเทคโนโลยี

3. สาระสำคัญ

ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารที่มีอุณหภูมิต่างกัน จนเกิดสมดุลความร้อนปริมาณความร้อนที่สสารหนึ่งได้รับจะเท่ากับปริมาณความร้อนที่อีกสสารหนึ่งสูญเสีย $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

การสืบค้น รวบรวมข้อมูลความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นโดยคำนึงถึง



เงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน การนำเสนอผลงาน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้
3. นักเรียนสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้
4. นักเรียนสามารถตรวจ สอบวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสมดุลความร้อนได้

4. สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพา ความร้อนเป็น การถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการ ถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะสูญเสียความร้อนไปทำให้อุณหภูมิของสสารนั้นลดลง ความร้อนที่สูญเสียไปจะถ่ายโอนไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าทำให้อุณหภูมิของสสารนั้นเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน (thermal equilibrium)

เทคโนโลยี

วิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้นรวบรวมข้อมูลความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาที่จำเป็นโดยคำนึงถึงเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงานการกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน ก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้ทำงานสำเร็จ ได้ตามเป้าหมายและลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้นการทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบ การนำเสนอผลงาน



คณิตศาสตร์

สถิติ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น แผนภูมิรูปวงกลม การแปลความหมายข้อมูล การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา (20 นาที)

1. ครูกระตุ้นความสนใจโดยตั้งคำถามในเรื่อง การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน เช่น อากาศร้อนอบอ้าวมาก เพราะประเทศเราอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร แหล่งพลังงานความร้อนที่สำคัญที่โลกได้รับ คือ ดวงอาทิตย์ แล้วดวงอาทิตย์มีการถ่ายโอนความร้อนอย่างไร เราจะใช้วัดอะไรวัดอุณหภูมิความร้อน แล้วให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้

2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย นักเรียนแต่ละกลุ่มนักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา หาข้อสรุปของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน ระบุปัญหา จากบัตรสถานการณ์ปัญหา

- ปัญหาที่นักเรียนจะต้องแก้ไขคืออะไร
- สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร
- มีข้อจำกัดและเงื่อนไขของปัญหาอย่างไรบ้าง
- นักเรียนมีวิธีแก้ไขปัญหานี้อย่างไร
- การถ่ายโอนความร้อน เกิดขึ้นได้อย่างไร
- สมดุลความร้อน เป็นอย่างไร

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน เขียน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (30 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันศึกษาสืบค้นข้อมูล สาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวจากอินเทอร์เน็ต และจากใบความรู้ เรื่องการถ่ายโอนความร้อน และสมดุลความร้อน



2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหา และคัดเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. ครูกระตุ้นนักเรียนโดยตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่อง การถ่ายโอนความร้อน มีหลักการอย่างไร ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า มีอุปกรณ์ใดบ้างในการสร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ได้คัดเลือกลงในใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (50 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงาน เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้

2. ครูคอยแนะนำให้นักเรียนคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด เงื่อนไข และเวลาตามสถานการณ์ที่กำหนด

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายจากนั้นบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และกระดาษปรีฟที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (50 นาที)

1. นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงาน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาของสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้ชัดเจน ที่สร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (50 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายที่สร้างขึ้น มาทดสอบตามเงื่อนไขของการทดสอบคือ สามารถวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็นได้ใกล้เคียงกับเทอร์มอมิเตอร์แบบมาตรฐาน จากนั้นบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 4 บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพ

2. นักเรียนประเมินการใช้งานเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

3. หากชิ้นงานไม่ได้ผลตามเงื่อนไข นักเรียนสามารถปรับปรุงและพัฒนาแก้เก็บความเย็นให้มีคุณภาพเหมาะสมที่สุด สามารถปรับปรุงและทดสอบได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา แล้วบันทึกโครงร่างที่ปรับปรุงแก้ไขลงในใบกิจกรรมที่ 4 บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพ



ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (40 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดแสดงผลงาน โดยแบ่งหน้าที่สมาชิกภายในกลุ่มให้มีผู้นำเสนอประจำกลุ่ม และผู้ประเมินผลงานไปตามกลุ่มเพื่อนนักเรียนอื่น ๆ มีการสลับเปลี่ยนหมุนเวียนหน้าที่ผู้ประเมินและผู้นำเสนอประจำกลุ่ม

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย โดยอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ และได้ข้อเสนอแนะ นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

3. ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถถามคำถาม หรือมีข้อเสนอแนะร่วมกันประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มที่นำเสนอได้

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นการถ่ายโอนความร้อนที่สามารถนำมาแก้ปัญหที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. บัตรสถานการณ์ปัญหาที่ 1
2. ใบความรู้ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
3. ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน
4. ใบความรู้ เรื่อง การทำงานของเทอร์มอมิเตอร์
5. ใบกิจกรรมที่ 1,2,3 และ 4
6. อินเทอร์เน็ต
7. ห้องสมุด/ห้องสืบค้น
8. วัสดุ อุปกรณ์
 - ขวดแก้ว
 - สี
 - น้ำ
 - ไม้บรรทัด
 - สายยาง



- เทอร์มอมิเตอร์
- ดินน้ำมัน
- หลอดกาแฟ
- สก็อตเทปใส
- น้ำเย็น อุณหภูมิ 20 C⁰ และ น้ำร้อน อุณหภูมิ 50 C⁰
- กระดาษปรู๊ฟ
- ปากกาเคมี ปากกาสี

9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ สมดุลความร้อน	ตรวจใบกิจกรรม	แบบประเมินใบกิจกรรม	นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะ กระบวนการ 1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหาที่ 3. การเสนอวิธีการ แก้ปัญหา 4. การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา	1. ตรวจใบกิจกรรม 2. ตรวจชิ้นงาน 3. การนำเสนอผลงาน	1. แบบประเมินใบกิจกรรม 2. แบบประเมินชิ้นงาน 3. แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป



แบบบันทึกหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

คำชี้แจง แบบบันทึกหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 เพื่อใช้ในการประกอบการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

1. ชั้นระบุปัญหา

.....

.....

.....

2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

.....

.....

.....

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....



5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(นางสาวอภิญา สิงโต)



บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวอภิญา สิงห์โต)

ตำแหน่งครู

ความคิดเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา / ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ตำแหน่ง



ใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหา เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
2. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
3. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
4. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
5. ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

สถานการณ์

นักเรียนต้องผสมน้ำเพื่ออาบให้น้องซึ่งเด็กทารกจะมีผิวที่อ่อนโยนและบอบบางมาก ทำให้ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิของน้ำที่ร้อนได้ดีเท่ากับผู้ใหญ่ในทางกลับกันหากน้ำเย็นเกินไปก็เป็นอันตรายต่อทารกน้อยได้เช่นกันผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าทารกควรอาบน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส

ให้นักเรียนออกแบบและสร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายสามารถวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็นได้ใกล้เคียงกับเทอร์มอมิเตอร์แบบมาตรฐานด้วยอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์

.....

.....

.....

.....



4. ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

เรื่อง	ความรู้ที่ได้
วิทยาศาสตร์	
คณิตศาสตร์	
เทคโนโลยี	
กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	



ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

1. ให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายโดยเขียนวิธีขั้นตอนการสร้างพร้อมทั้งวาดภาพองค์ประกอบของเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย



ใบกิจกรรมที่ 4 บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพ
เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

1. ให้นักเรียนบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่ายลงในตารางบันทึกผล
ตารางบันทึกผลการทดสอบ

ลำดับที่	อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ มาตรฐาน (C ⁰)	ระดับของเหลว (มิลลิเมตร) ของเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

2. เปรียบเทียบอุณหภูมิเพื่อสร้างมาตราส่วนสเกลสำหรับอ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้มอมิเตอร์
อย่างง่าย แล้วเขียนกราฟแสดงผลการวัดค่าอุณหภูมิ



บัตรสถานการณ์ที่ 1

นักเรียนต้องผสมน้ำเพื่ออาบน้ำให้น้องซึ่งเด็กทารกจะมีผิวที่อ่อนโยน และบอบบางมาก ทำให้ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิของน้ำที่ร้อนได้ดีเท่ากับผู้ใหญ่ในทางกลับกันหากน้ำเย็นเกินไปก็เป็นอันตรายต่อทารกน้อยได้เช่นกัน ผู้เชี่ยวชาญแนะนำว่าทารกควรอาบน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส

ให้นักเรียนออกแบบและสร้างเทอร์โมมิเตอร์อย่างง่าย สามารถวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนและน้ำเย็นได้ใกล้เคียงกับเทอร์โมมิเตอร์แบบมาตรฐาน ด้วยอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด





บัตรสถานการณ์ที่ 2

ภาวะโลกร้อนให้น้ำแข็งที่ขั้วโลกละลายลงอย่างรวดเร็ว หมีขั้วโลกที่ปกติอาศัยอยู่บนพื้นน้ำแข็งก็หาแผ่นน้ำแข็งอยู่ได้ยาก ขึ้น มีหลายครั้งที่หมีขั้วโลกต้องว่ายน้ำเป็นร้อย ๆ ไมล์เพื่อหาอาหาร และหาแผ่นน้ำแข็งเหยียบ ทำให้มีหมีขั้วโลกจมน้ำตายไปด้วยอาหารที่หายากมากขึ้นบวกกับน้ำแข็งที่เป็นที่อยู่ของมันลดน้อยลงอัน

ให้นักเรียนออกแบบและสร้างบ้านให้หมีขาวที่สามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกมาสู่ภายในตัวบ้านให้ได้มากที่สุด ซึ่งในที่นี้จะ





บัตรสถานการณ์ที่ 3

เมื่อเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อนผู้คนต่างมองหาเครื่องดื่มที่ช่วยคลายความร้อน ดับกระหายและเพิ่มความสดชื่น ตัวอย่าง เช่น นมเย็น ชาไข่มุก ชาเขียว โกโก้ แต่อากาศที่ร้อนมากของเมืองไทยทำให้น้ำแข็งละลายรวดเร็วมาก เนื่องจาก แก้วที่บรรจุเครื่องดื่มไม่สามารถรักษาความเย็นไว้ได้นานเมื่อน้ำแข็งละลายทำให้รสชาติของเครื่องดื่มเปลี่ยนไป

ให้นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไรในการสร้างแก้วเก็บความเย็นที่สามารถบรรจุเครื่องดื่มหรือน้ำขนาด 500 มล. จำนวน 1 แก้ว และต้องเก็บรักษาความ



การถ่ายโอนความร้อน



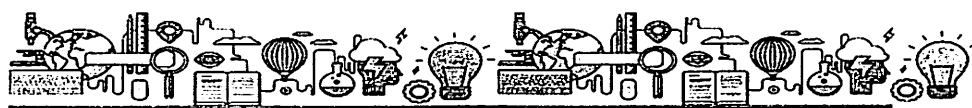
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

ความร้อนมีการถ่ายโอนได้ในบริเวณที่สสารสัมผัสกัน ถ้าอุณหภูมิของบริเวณที่สัมผัสต่างกัน จะมีการ ถ่ายโอนความร้อนให้แก่กันจนอุณหภูมิคงที่ วัตถุต่าง ๆ ถ่ายโอนความร้อนได้ดีไม่เท่ากัน วัตถุใดที่ยอมให้ความ ร้อนถ่ายโอนผ่านได้ดี เรียกว่า ตัวนำความร้อน วัตถุที่ความร้อนไม่สามารถถ่ายโอนผ่านไปได้หรือความร้อน ผ่านได้ไม่ดี เรียกว่า ฉนวนความร้อน



ภาพการถ่ายโอนความร้อน ที่มา : [s://sites.google.com/site/yoncsyonyanggg/](https://sites.google.com/site/yoncsyonyanggg/)

การถ่ายโอนพลังงานความร้อนมี 3 แบบ คือ 1. การถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยความร้อนจะเคลื่อนที่ไป ตามเนื้อของวัตถุจากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่วัตถุที่เป็นตัวกลางในการ ถ่ายโอนความร้อนไม่ได้เคลื่อนที่ เช่น การนำแผ่นอะลูมิเนียมมาเผาไฟ โมเลกุลของแผ่นอะลูมิเนียมที่อยู่ใกล้ เปลวไฟจะร้อนก่อนโมเลกุลที่อยู่ไกลออกไป เมื่อได้รับความร้อนจะสั่นมากขึ้นจึงชนกับโมเลกุลที่อยู่ติดกัน และ ทำให้โมเลกุลที่อยู่ติดกันสั่นต่อเนื่องกันไป ความร้อนจึงถูกถ่ายโอนไปโดยการสั่นของโมเลกุลของแผ่น อะลูมิเนียมโลหะต่าง ๆ เช่น เงิน ทอง อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นวัตถุที่นำความร้อนได้ดี จึงถูกนำมาทำภาชนะใน การหุงต้มอาหาร วัตถุที่นำความร้อนไม่ดีจะถูกนำมาทำฉนวนกันความร้อน เช่น ไม้ พลาสติก แก้ว กระเบื้อง เป็นต้น



การถ่ายโอนความร้อน



ภาพการนำความร้อนจากกระทะ

2. การถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยวัตถุที่เป็นตัวกลางในการพาความร้อนจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับความร้อนที่พาไป ตัวกลางในการพาความร้อนจึงเป็นสารที่โมเลกุลเคลื่อนที่ได้ง่าย ได้แก่ ของเหลวและแก๊ส ลมบก ลมทะเล เป็นการเคลื่อนที่ของอากาศที่พาความร้อนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง การต้ม การนึ่ง และการทอดอาหารเป็นการทำให้อาหารสุกโดยการพาความร้อน



ภาพ การพาความร้อนจากเตาไฟ

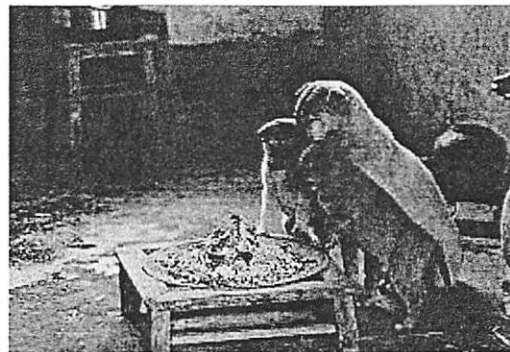


การถ่ายโอนความร้อน

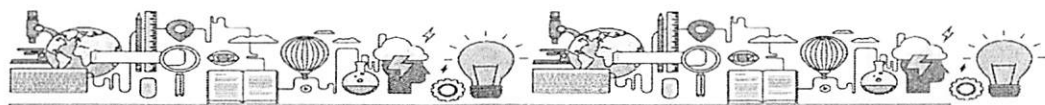


3. การถ่ายโอนความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยไม่

ต้องอาศัยตัวกลาง เช่น การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังโลก การแผ่รังสีความร้อนจากเตาไฟไปยังอาหารที่ปิ้งย่างบนเตาไฟ เป็นต้น



ภาพ การแผ่รังสีความร้อนจากกองไฟ



การถ่ายโอนความร้อน



ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมดุลความร้อน

จากการถ่ายโอนความร้อน วัตถุชิ้นแรกที่มีพลังงานความร้อนมาก จะถ่ายเทพลังงานความร้อนไปยังวัตถุชิ้นที่สองที่มีพลังงานความร้อนน้อยกว่า ทำให้วัตถุชิ้นแรกมีพลังงานความร้อนลดลง และวัตถุอีกชิ้นที่สองมีพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้นเท่ากับพลังงานความร้อนที่ลดลงในวัตถุชิ้นแรก และจะหยุดถ่ายโอนเมื่ออุณหภูมิของทั้งสองชิ้นเท่ากัน ซึ่งเป็นสภาพที่เรียกว่า สมดุลความร้อน (Thermal Equilibrium) โดยจะไม่ขึ้นอยู่กับชนิดหรือขนาดของวัตถุ

การถ่ายโอนพลังงานจะเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยถ้าไม่มีการสูญเสียพลังงานให้แก่สิ่งแวดล้อม และพลังงานที่เพิ่มขึ้นของวัตถุชิ้นที่สอง และพลังงานที่ลดลงของวัตถุชิ้นที่หนึ่ง เท่ากัน จะได้ว่า

ความร้อนลด = ความร้อนเพิ่ม

$$Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$$

โดยการคำนวณจะใช้สูตร $Q = mc\Delta t$ หรือ $Q = mL$ ในการคำนวณ

หมายเหตุ

อุณหภูมิที่คำนวณได้จากสูตร จะต้องไม่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และไม่เกินจุดเดือดของวัตถุที่นำมาผสมกัน (จุดเดือดของน้ำคือ 100 องศาเซลเซียส จุดเยือกแข็งคือ 0 องศาเซลเซียส) แต่ถ้าเป็นสารอื่น ๆ ก็จะเป็นค่าอื่น ๆ โดย

1. ถ้าอุณหภูมิที่คิดได้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะตอบว่าอุณหภูมิจริงจะเท่ากับจุดเยือกแข็ง และในขณะนั้นสารแข็งตัวยังไม่หมด หรือสารละลายไม่หมด

2. ถ้าอุณหภูมิที่คิดได้สูงกว่าจุดเดือด จะตอบว่าอุณหภูมิจริงจะเท่ากับจุดเดือด และในขณะนั้นสารระเหยไม่หมด หรือ สารควบแน่นไม่หมด ที่มา :

<https://sites.google.com/site/thermophysic/heatequil>





ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์

หลักการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์

จะบรรจุของเหลวที่ในปรอท หรือ แอลกอฮอล์ผสมสี เหตุที่ใช้ของเหลวนี้เพราะมีคุณสมบัติในการขยายและหดตัว หลักการสำคัญของเทอร์มอมิเตอร์มีอยู่ว่า สารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อลดความร้อนจะหดตัว หรือมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

เทอร์มอมิเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อนหรืออุณหภูมิ ประดิษฐ์ขึ้นโดยอาศัยหลักการขยายตัวของของเหลวเมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อคายความร้อนของเหลวที่ใช้บรรจุในกระเปาะแก้วของเทอร์มอมิเตอร์ คือปรอทหรือแอลกอฮอล์ที่ผสมกับสีแดง เมื่อแอลกอฮอล์หรือปรอทได้รับความร้อน จะขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้วเล็กๆเหนือกระเปาะแก้ว และจะหดตัวลงไปอยู่ในกระเปาะตามเดิมถ้าอุณหภูมิลดลง



รูปที่ 1.1 เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ

ที่มา: <http://www.alphahatch.com/chicktec-6-thermometer-498-p.asp>

สาเหตุที่ใช้แอลกอฮอล์หรือปรอทบรรจุลงในเทอร์มอมิเตอร์เพราะของเหลวทั้งสองนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และไม่เกาะผิวของหลอดแก้ว แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่น เช่น น้ำจะเกาะผิวหลอดแก้ว เมื่อขยายตัวหรือหดตัว จะติดค้างอยู่ในหลอดแก้วไม่ยอมกลับมากที่กระเปาะ





การวัดอุณหภูมิ



อุณหภูมิ คือ ระดับความสูงต่ำของความร้อน เราสามารถทราบได้โดยการ วัดระดับความร้อนของสิ่งนั้นๆ เครื่องมือที่ใช้วัดระดับของอุณหภูมิ เรียกว่า "เทอร์มอมิเตอร์" ซึ่งทั่วไปนิยมใช้บอกองศาเซลเซียส และ องศาฟาเรนไฮต์ การใช้โดยการให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัดโดยตรงจริง ๆ เท่านั้นและตั้งตรง อ่านสเกลต้องอ่านในระดับสายตาและระดับเดียวกับขีดของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

(‘ความหมายของอุณหภูมิตามราชบัณฑิตยสภา)





เทอร์มอมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ



เทอร์มอมิเตอร์ มีหลายแบบถ้าเป็นเทอร์มอมิเตอร์แบบเซลเซียส ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ถ้าเป็นเทอร์มอมิเตอร์แบบฟาเรนไฮต์ ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) สำหรับประเทศไทยนิยมใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบเซลเซียส เทอร์มอมิเตอร์ที่นำมาใช้งาน จะวัดอุณหภูมิได้ต่ำสุดและสูงสุดกี่องศาเซลเซียส หรือองศาฟาเรนไฮต์ ขึ้นอยู่กับการออกแบบเพื่อนำไปใช้ให้ตรงกับลักษณะงาน เช่น ต้องการใช้วัดอุณหภูมิ $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ ก็อาจใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบเซลเซียส ซึ่งวัดอุณหภูมิได้ต่ำสุด -20°C และสูงสุด 120°C เป็นต้น



รูปที่ 1.2 เทอร์มอมิเตอร์ชนิด $^{\circ}\text{C}$ และ $^{\circ}\text{F}$ และเทอร์มอมิเตอร์วัดไข้

นอกจากนี้ยังมีเทอร์มอมิเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อนหรืออุณหภูมิของร่างกาย เรียกเทอร์มอมิเตอร์ชนิดนี้ว่า เทอร์มอมิเตอร์วัดไข้





หลักการใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิ

1. กระจาปะของเทอร์มอมิเตอร์ต้องจุ่มหรือสัมผัสกับสิ่งที่เราต้องการวัดอุณหภูมิเสมอ
2. ต้องให้เทอร์มอมิเตอร์ตั้งตรงในแนวตั้ง
3. การอ่านค่าอุณหภูมิควรอ่านเมื่อระดับของของเหลวหยุดนิ่งแล้วจึงจะสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้
4. ขณะี่อ่านอุณหภูมิ ต้องให้กระจาปะของเทอร์มอมิเตอร์จุ่มหรือสัมผัสกับสิ่งที่เราต้องการจะวัด
5. การอ่านเทอร์มอมิเตอร์ต้องให้ระดับของของเหลวในหลอดแก้วอยู่ในระดับสายตา ถ้าเป็นเทอร์มอมิเตอร์ชนิดบรรจุด้วยปรอท ให้อ่านตัวเลขบริเวณฐานของส่วนนูน ส่วนเทอร์มอมิเตอร์ชนิดแอลกอฮอล์ ให้อ่านตัวเลขบริเวณส่วนที่เว้าที่สุด

ที่มา :

https://www.google.com/search?bih=754&biw=1536&rlz=1C1SQJL_enTH834TH834&hl=th&ei=gXmvXoz7L8rc9QPC1qSAAw&q=



แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาฉบับนี้ใช้วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบมีทั้งหมด 4 สถานการณ์ 16 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
3. คะแนนเต็มทั้งหมด 48 คะแนน ข้อละ 3 คะแนน
4. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้เข้าใจก่อน แล้วลงมือทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
5. หากมีข้อสงสัยให้ถามครูผู้คุมสอบทันที

ชื่อ.....นามสกุล.....

ชั้น.....เลขที่.....

โรงเรียน.....

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1 - 4

วันที่ 13 พ.ค.58 ที่ผ่านมา ผู้สื่อข่าวรายงานว่า เกิดเหตุถนนคอนกรีตยกตัวเกิดรอยแตกกว้างเป็นแนวยาวเผยให้เห็นโพรงใต้ถนน ในพื้นที่บ้านนาเกาะและบ้านบึง ต.แกใหญ่ อ.เมือง จ.สุรินทร์ จนชาวบ้านต่างพากันออกมาราบไหว้เชื่อเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์และสันนิษฐานถึงสาเหตุต่าง ๆ นานา ศ.ดร.อมร พิमानมาศ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร รองเลขาธิการสภาวิศวกร กล่าวว่า จากภาพข่าวถนนยกตัวที่เห็น เบื้องต้นสันนิษฐานได้ว่า น่าจะมีสาเหตุมาจากความร้อนที่ทำให้พื้นคอนกรีตเกิดการขยายตัวชนกันจึงแอ่นขึ้นเป็นโพรง พบว่าบริเวณที่เกิดรอยแตก คือส่วนของรอยต่อระหว่างแผ่นถนน ซึ่งเป็นแนวปะทะระหว่างส่วนปลายของแผ่นคอนกรีตแต่ละแผ่นปกติจะต้องใช้วัสดุอุดรอยต่อเพื่อรองรับกับการขยายตัวของถนน

<https://mgronline.com/science/detail/9580000055299>

คำถาม

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้ถนนคอนกรีตยกตัว เกิดรอยแตกกว้างคือ อะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันถนนคอนกรีตไม่ให้ยกตัวเกิดรอยแตกกว้างได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5 - 8

มีรายงานพบการฟอกขาวในระยะเริ่มต้นของปะการังในแนวปะการังน้ำตื้นหลายบริเวณของฝั่งทะเลอันดามัน และอ่าวไทย เช่น เกาะปายู (ในพื้นที่อ่าวทุ่ง) เกาะไม้ท่อน เกาะแคว เกาะเฮ จังหวัดภูเก็ต โดยแต่ละบริเวณมีปะการังที่มีอาการเริ่มต้นของการฟอกขาวประมาณ <math>< 5-10\% </math> ของปะการังมีชีวิต โดยรายงานการฟอกขาวเริ่มพบในหลายพื้นที่มากขึ้นตั้งแต่วันที่ 21 พฤษภาคม 2561 เป็นต้นมา สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน จึงได้ติดตามสถานการณ์อุณหภูมิน้ำทะเลในช่วงที่มีการฟอกขาว โดยใช้ข้อมูลของ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) พบว่าอุณหภูมิน้ำทะเลมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ประมาณสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนพฤษภาคม 2561 เป็นต้นมา <https://www.dmcr.go.th/miniprojects/100/23407>

คำถาม

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

.....

6. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เกิดการฟอกขาวของปะการังมีคืออะไร

.....

.....

.....

7. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาการฟอกขาวของปะการังได้อย่างไร

.....

.....

.....

8. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาคือจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9- 12

สำนักข่าวซีเอ็นเอ็น รายงานว่า เมื่อวันที่ 13 มิ.ย.ที่ผ่านมา กว่าร้อยละ 40 ของประเทศกรีนแลนด์ได้ประสบกับภาวะการละลายของน้ำแข็ง โดยพบแผ่นน้ำแข็งละลายโดยเฉลี่ย 2 พันล้านตัน ล่าสุด วันนี้ (15 มิ.ย.2562) ไทยพีบีเอสออนไลน์ สอบถามข้อมูลไปยัง รศ.สุชนา ชวนิชย์ อาจารย์ประจำกลุ่มวิจัยชีววิทยาแนวปะการัง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หนึ่งในนักวิจัยไทยผู้เชี่ยวชาญด้านผลกระทบภาวะโลกร้อน โดย รศ.สุชนา ระบุว่า การละลายของแผ่นน้ำแข็ง 2 พันล้านตันในวันเดียว มีโอกาสเกิดขึ้นได้ เนื่องจากการลงพื้นที่สำรวจของนักวิจัยไทยพบว่า บริเวณขั้วโลกเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ขณะที่อุณหภูมิน้ำทะเลขั้วโลกเหนืออุ่นขึ้น 5 องศาเซลเซียส

<https://news.thaipbs.or.th/content/280902>

คำถาม

9. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

.....

10. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่แผ่นน้ำแข็งละลายมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

11. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันแผ่นน้ำแข็งละลายได้อย่างไร

.....

.....

.....

12. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 13 - 16

ข้อมูลการเก็บสถิติจำนวนเพนกวินจากเกาะ Elephant Island ในขั้วโลกใต้ โดยเปรียบเทียบจำนวนประชากรของเพนกวิน ณ ปัจจุบันกับจำนวนเพนกวิน เมื่อปี 1971 พบว่า เมื่อปี 1971 มีจำนวนนกเพนกวิน อยู่ 122,550 คู่ แต่จากการสำรวจล่าสุดพบว่า มีเพนกวินเหลืออยู่บน เกาะ Elephant Island 52,786 คู่ หรือลดลงไปถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลง คือ สภาวะโลกร้อน ที่ทำให้แผ่นน้ำแข็งในขั้วโลก ได้ละลาย และเมื่อน้ำแข็งละลาย ก็ทำให้สัตว์ทะเลตัวเล็ก ๆ เช่น แพลงก์ตอนต่าง ๆ หายไปด้วยสัตว์เล็ก ๆ พวกนี้เป็นอาหารของปลาเป็นอาหารของสัตว์ในขั้วโลกใต้ เช่น เพนกวิน เมื่อขาดแหล่งอาหารในท้องทะเล สัตว์ชนิดต่าง ๆ ย่อมค่อย ๆ สูญพันธุ์ไปตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ <https://www.naewna.com/lady/473239>

คำถาม

13. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

.....

.....

.....

14. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลงมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

15. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันการลดจำนวนเพนกวิน ได้อย่างไร

.....

.....

.....

16. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับ	เกณฑ์การให้คะแนน
กระบวนการ คิดแก้ปัญหา	คะแนน	
1.การตั้งปัญหา	3 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	2 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2.การวิเคราะห์ ปัญหา	3 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	2 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา
3. การเสนอ วิธีแก้ปัญหา	3 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน
	2 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง
	1 คะแนน	เสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน
	0 คะแนน	ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
4 การตรวจสอบ	3 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจนและมีผลลัพธ์ความเป็นไปได้มากที่สุด
	2 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้น้อย
	1 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มีความน่าจะเป็นไปได้
	0 คะแนน	อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่อธิบาย

เฉลยแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สถานการณ์ที่ 1

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน คือ ถนนคอนกรีตยกตัว หรือถนนเกิดรอยแตกร้าว หรือถนนชำรุด

2 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น ถนนพัง หรือถนนโค้งงอ

1 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น ถนน หรือ คอนกรีต

0 คะแนน ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้ถนนคอนกรีตยกตัว เกิดรอยแตกร้าวคือ อะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน เช่น ความร้อนทำให้ถนนขยายตัว หรือไม่มีวัสดุอุดรอยต่อ

2 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น ความร้อน

1 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน ร้อน หรือมีการขยายตัว

0 คะแนน ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันถนนคอนกรีตไม่ให้ยกตัวเกิดรอยแตกร้าวได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน เช่น ใช้วัสดุอุดรอยต่อ

2 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น ซ่อมถนน

1 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น ไม่ทำให้ถนนได้รับความร้อน

0 คะแนน ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

4. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร
เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้มากที่สุด เช่น ถนนไม่ยกตัว ถนนไม่พังเสียหายจากการขยายตัว ถนนไม่แตกร้าว

2 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้บ้าง เช่น ถนนมีรอยแตกร้าว

1 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มีความน่าจะเป็นไปได้ เช่น ถนนพัง

0 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่อธิบาย

สถานการณ์ที่ 2

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน เช่น การฟอกขาวของปะการังหรือ ปะการังฟอกขาว การฟอกขาวประมาณ <math>< 5-10\% </math> ของปะการังมีชีวิต

2 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น ปะการังตาย

1 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น ปะการัง

0 คะแนน ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

6. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เกิดการฟอกขาวของปะการังมีคืออะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

- 3 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน เช่น อุณหภูมิ น้ำทะเลสูงขึ้นหรือ อุณหภูมิน้ำสูงขึ้น หรือ การเปลี่ยนแปลงของสภาพ ภูมิอากาศโลก
- 2 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น น้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- 1 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น อุณหภูมิ ความร้อน
- 0 คะแนน ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา

7. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาการฟอกขาวของปะการังได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

- 3 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน เช่น ลดภาวะโลกร้อนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- 2 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น ทำให้อุณหภูมิของโลกลดลง ฟื้นฟูแนวปะการัง เพิ่มจำนวนปะการัง
- 1 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น ดูแลปะการัง
- 0 คะแนน ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

8. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

- 3 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้มากที่สุด เช่น ปะการังลดการฟอกขาว การฟอกขาวปะการังลดลง อุณหภูมิ น้ำทะเลไม่สูงขึ้น
- 2 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้น้อย ปะการังเพิ่มจำนวน
- 1 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มีความน่าจะเป็นไปได้ ปะการังตาย
- 0 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่อธิบาย

สถานการณ์ที่ 3

9. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน คือ แผ่นน้ำแข็งละลาย หรือ เกิดการละลายของแผ่นน้ำแข็ง

2 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น อุณหภูมิ น้ำทะเลทั่วโลกเหนือขึ้น

1 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น น้ำแข็ง น้ำทะเล การละลาย

0 คะแนน ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

10. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่แผ่นน้ำแข็งละลายมีอะไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน เช่น ผลกระทบภาวะโลกร้อน

2 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง ทั่วโลก เช่น เหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น

1 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน อุณหภูมิ น้ำแข็ง

0 คะแนน ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา

11. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันแผ่นน้ำแข็งละลายได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน การลดโลกร้อน เช่น ลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้

2 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน ไม่ทำลายป่า

0 คะแนน ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

12. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง
เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

- 3 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้มากที่สุด เช่น แผ่นน้ำแข็งละลายช้าลง แผ่นน้ำแข็งละลายน้อยลง
- 2 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้น้อย เช่น แผ่นน้ำแข็งไม่เกิดการละลาย
- 1 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มีความน่าจะเป็นไปได้ เช่น แผ่นน้ำแข็งละลายเร็วขึ้น
- 0 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่อธิบาย

สถานการณ์ที่ 4

13. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สำคัญคือ อะไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

- 3 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน คือ เพนกวินมีจำนวนลดลง
- 2 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น เพนกวินอาจสูญพันธุ์
- 1 คะแนน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น เพนกวิน
- 0 คะแนน ไม่มีระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

14. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สาเหตุที่ทำให้เพนกวินมีจำนวนลดลงมีอะไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

- 3 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน คือ แผ่นน้ำแข็งในขั้วโลกใต้ละลายหรือ สภาวะโลกร้อน
- 2 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น ขาดแหล่งอาหารในท้องทะเล
- 1 คะแนน ระบุสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน เช่น น้ำแข็งการละลาย
- 0 คะแนน ไม่มีระบุสาเหตุของปัญหา

15. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาหรือป้องกันการลดจำนวนเพนกวิน ได้อย่างไร

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ถูกต้องชัดเจน คือ ป้องกันการละลายของแผ่นน้ำแข็งในขั้วโลก หรือการลดโลกร้อน ด้วยวิธีการต่าง ๆ

2 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครอบคลุมปานกลาง เช่น รมณรงค์ช่วยเหลือเพนกวิน

1 คะแนน เสนอวิธีแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ชัดเจน นำเพนกวินมาเลี้ยงดูให้อาหารเพนกวิน

0 คะแนน ไม่เสนอวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

16. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไรบ้าง

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการตอบ

3 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาได้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้มากที่สุด เช่น จำนวนเพนกวินไม่ลดลง

2 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้น้อย เช่น จำนวนเพนกวินเพิ่มขึ้น

1 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่มีความน่าจะเป็นไปได้ เช่น เพนกวินสูญพันธุ์

0 คะแนน อธิบายผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่อธิบาย

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	อภิญญา สิงห์โต
วัน เดือน ปีเกิด	8 ตุลาคม 2520
ที่อยู่ปัจจุบัน	63 หมู่ 12 ตำบลสระกรวด อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ ตำบลสระกรวด อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1
ประวัติการศึกษา	คบ.(ชีววิทยา) สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์
ประสบการณ์การทำงาน	โรงเรียนวิชรบารมีพิทยาคม ตำบลหนองหลุม อำเภอวิชรบารมี จังหวัดพิจิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41
พ.ศ. 2555	โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์ ตำบลสระกรวด อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40
พ.ศ. 2558	

ภาคผนวก ญ ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 1

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่
 ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 จำนวน 9 คน

คนที่	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำใบกิจกรรม (E1)			ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ในการทำแบบวัดในการคิด แก้ปัญหา (E2) (คะแนนเต็ม 48)
	เรื่องที่ 1 คะแนนเต็ม 45	เรื่องที่ 2 คะแนนเต็ม 45	เรื่องที่ 3 คะแนนเต็ม 45	
1	33	34	32	36
2	35	33	36	36
3	32	32	34	37
4	36	37	38	37
5	40	38	37	40
6	35	39	37	38
7	32	33	35	36
8	34	32	34	36
9	36	39	40	37
รวม	313	317	323	333
เฉลี่ย	34.78	35.22	35.89	37.00
เฉลี่ย	77.29	78.27	79.76	77.08
$E_1 / E_2 = 78.44 / 77.08$				

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

คนที่	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำใบกิจกรรม (E1)			ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบวัดในการคิดแก้ปัญหา (E2) (คะแนนเต็ม 48)
	เรื่องที่ 1 คะแนนเต็ม 45	เรื่องที่ 2 คะแนนเต็ม 45	เรื่องที่ 3 คะแนนเต็ม 45	
1	36	37	35	37
2	32	33	34	36
3	35	32	33	37
4	34	34	38	38
5	32	36	33	36
6	32	35	37	36
7	35	32	36	37
8	36	32	32	36
9	40	39	40	42
10	37	36	39	38
11	32	35	37	36
12	33	32	35	37
13	34	36	32	37
14	39	40	37	40
15	32	32	35	36
16	33	34	33	37
17	35	36	34	39
18	36	34	34	36
19	37	38	37	36
20	32	35	36	36
21	32	33	37	37
22	39	40	38	42
23	35	36	35	37
24	37	34	34	36
25	35	38	35	37
26	34	38	34	36

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำใบกิจกรรม (E1)			ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ในการทำแบบวัดในการคิด แก้ปัญหา (E2) (คะแนนเต็ม 48)
	เรื่องที่ 1 คะแนนเต็ม 45	เรื่องที่ 2 คะแนนเต็ม 45	เรื่องที่ 3 คะแนนเต็ม 45	
27	36	34	33	38
28	35	40	40	39
29	33	34	36	37
30	39	38	40	41
รวม	1047	1063	1069	1123
เฉลี่ย	34.90	35.43	35.63	37.43
เฉลี่ย	77.56	78.73	79.18	77.98
$E_1 / E_2 = 78.49 / 77.98$				

ภาคผนวก ฏ ผลคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม
 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 19 แสดงผลคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน
 ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม
 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 จำนวน 41 คน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test (48 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน Post-test (48 คะแนน)	ผลต่าง D	ผลต่างกำลังสอง D ²
1	18	33	15	225
2	19	32	13	169
3	21	36	15	225
4	24	34	10	100
5	26	32	6	36
6	27	33	6	36
7	16	36	20	400
8	17	37	20	400
9	25	34	9	81
10	30	40	10	100
11	20	36	16	256
12	21	38	17	289
13	18	32	14	196
14	23	35	12	144
15	28	39	11	121
16	25	35	10	100
17	23	34	11	121
18	22	32	10	100
19	16	32	16	256

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test (48 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน Post-test (48 คะแนน)	ผลต่าง D	ผลต่างกำลังสอง D ²
20	17	32	15	225
21	21	37	16	256
22	27	36	9	81
23	31	41	10	100
24	32	42	10	100
25	14	32	18	324
26	22	35	13	169
27	20	37	17	289
28	26	36	10	100
29	25	34	9	81
30	17	32	15	225
31	16	32	16	256
32	21	39	18	324
33	32	40	8	64
34	23	33	10	100
35	21	32	11	121
36	19	32	13	169
37	20	33	13	169
38	25	37	12	144
39	27	36	9	81
40	24	33	9	81
41	19	32	13	169
รวม	918	1433	515	6983
\bar{x}	22.39	34.95	12.56	-
S.D.	4.61	2.87	3.59	-

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียน
โดยใช้สูตร t-test Dependent

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่
D	แทน	ผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่
$\sum D^2$	แทน	กำลังสองของผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูล (หรือจำนวนคน)
df	แทน	องศาหรือขั้นเป็นอิสระ

จะได้ $t = \frac{515}{\sqrt{\frac{41(6,983) - (515)^2}{41-1}}}, df = 40$

$$t = \frac{515}{\sqrt{\frac{286,303 - 265,225}{40}}}, df = 40$$

$$t = \frac{515}{22.96}, df = 40$$

$$t = 22.43, df = 40$$

ภาคผนวก ฎ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการ
เชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาหรือความไม่สะดวกสบายจำเป็นต้อง
แก้ปัญหานักเรียนศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ปัญหาหรือวีดิทัศน์ ที่ครูกำหนดให้ ครู
ใช้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข
หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อกำหนด
ขอบเขตของปัญหา แล้วบอกว่าปัญหาคืออะไร และบันทึกลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาและ รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา
ทำได้จากการสืบค้นสืบเสาะระดมความคิดเพื่อนำข้อมูลมาประมวลและวิเคราะห์หาวิธีที่เป็นไปได้
ให้ได้มากที่สุดวิธีที่ดีที่สุดที่น่าจะสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการ
รวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากใบความรู้ อินเทอร์เน็ต จากผู้รู้ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มีการบูรณาการ
วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีเพื่อหาแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และประเมินความ
เป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเลือกแนวทางวิธีการ
แก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดแล้วบันทึกข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และประเมินวิธีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ในการ
แก้ปัญหาแล้วตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่แก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วออกแบบตามวิธีที่
เลือก นักเรียนแต่ละกลุ่มประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ
ในการแก้ปัญหา ครูแนะนำให้นักเรียนคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่
กำหนด นักเรียนสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงที่สุดกระบวนการตามวิธีที่ออกแบบแล้วลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้จนได้ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งอาจเป็นวิธีการหรือชิ้นงาน ซึ่งครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนเลือกใช้ และคอยแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มให้กำหนดลำดับขั้นตอนในการทำงานเป้าหมาย และระยะเวลาของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการให้ชัดเจน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานที่สร้างขึ้นใช้แก้ปัญหาโดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา ครูแนะนำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ แล้วบันทึกผลการทดสอบ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่าย แล้วนำเสนอต้นแบบ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา หรือผลลัพธ์ พร้อมทั้งผลการทดสอบและประเมินการทำงานของชิ้นงานหรือวิธีการ และมีการแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป และนำเสนอใจครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบและประเมินชิ้นงาน

บทบาทของครู – นักเรียน
ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริม
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของครู
<p>ขั้นที่ 1</p> <p>ขั้นระบุปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์จากบัตรสถานการณ์ที่ได้รับ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน เขียน ระบุปัญหาจากสถานการณ์ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหา 	<ol style="list-style-type: none"> ครูแจกใบสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ครูกระตุ้นให้นักเรียนโดยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน ระบุปัญหาจากบัตรสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้
<p>ขั้นที่ 2</p> <p>รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการรวบรวมศึกษาค้นคว้าข้อมูล และแนวคิดในทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ได้คัดเลือกลงในใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 	<ol style="list-style-type: none"> ครูเตรียมแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าได้แก่ ใบความรู้ อินเทอร์เน็ต ครูกระตุ้นนักเรียนโดยตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาหัวข้อการเรียนรู้ ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของ ครู
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบ ชิ้นงาน</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน ออกแบบ สร้างภาพร่างหรือ กำหนดเค้าโครงของวิธีการ แก้ปัญหาแล้วบันทึกลงในใบ กิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาลงกระดาษปรีฟ หรือ กระดาษที่ครูเตรียมไว้</p>	<p>1. ครูคอยแนะนำให้นักเรียน คำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด เงื่อนไข และเวลาตาม สถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>2. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการ ออกแบบชิ้นงาน</p> <p>3. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้</p>
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>วางแผน และ ดำเนินการแก้ปัญหา</p>	<p>1. นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอน ในการทำงาน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาของสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการ</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันลง มือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนา วิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<p>1. ครูคอยชี้แนะสนับสนุนเพื่อให้ นักเรียนทำการทดสอบชิ้นงาน ตามเงื่อนไขของการทดสอบ</p> <p>2. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้</p>
<p>ขั้นที่ 5</p> <p>ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการ ทดสอบและประเมินการใช้งาน ของชิ้นงานวิธีการ หรือต้นแบบ</p> <p>2. นักเรียนนำผลทดสอบที่ได้มา หาข้อบกพร่องแล้วนำมาใช้ใ การปรับปรุงและพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด</p>	<p>1. ครูคอยชี้แนะสนับสนุนเพื่อให้ นักเรียนทำการสร้างชิ้นงาน แก้ปัญหาควบคุมดูแลในการใช้ เครื่องมือสร้างชิ้นงาน</p> <p>2. ครูสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้</p>

ขั้นตอน	บทบาทของนักเรียน	บทบาทของ ครู
	3. บันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 4 บันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพ	
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้วิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ แผนผังความคิด กราฟหรือรูปแบบอื่นที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มถามคำถามหรือบอกข้อเสนอนะ</p> <p>4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินการนำเสนอผลงานกลุ่มที่นำเสนอ</p>	<p>1. ครูให้คำแนะนำในการนำเสนอ</p> <p>2. ครูร่วมสรุปกิจกรรมและให้ความรู้เพิ่มเติม</p> <p>3. ครูเตรียมแบบประเมินการนำเสนอผลงาน</p> <p>4. ครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้</p>