



การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ณรงค์เดช สีมาสม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิทยานิพนธ์

ของ

ณรงค์เดช สีมาสม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
พฤษภาคม 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING AND LEARNING ACHIEVEMENT
OF MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS ON THE TOPIC OF CLIMATE
CHANGE PROCESS THROUGH STEAM EDUCATION

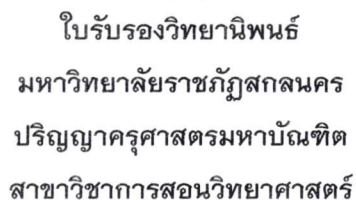
BY

NARONGDET SEEMASOM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for
The Master of Education Degree in Science Teaching
at Sakon Nakhon Rajabhat University

May 2024

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


 กรรมการสอบ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.हरग्रत वररनरसर) แต่งตั้งเพิ่มเติม


 กรรมการสอบและ
 (ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) กรรมการที่ปรึกษา
 วิทยาลัย

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)

ประธานหลักสูตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุพรรณบุรี

เมื่อวันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมาตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นางวนิดา โคตรพิศ และ นางรัชณี วรรณสิริ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย

ขอขอบคุณ นายธนปกรณ์ อวนป้อง ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา คณะครู นักเรียนโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ที่ได้ให้ความร่วมมือและความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคุณอาจารย์ เพื่อนสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ รุ่น 7 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่มีต่อการพัฒนาคุณภาพ การศึกษา ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายาม ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ณรงค์เดช สีสามสม

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ผู้วิจัย	ณรงค์เดช สีมาสม
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
ปริญญา	ค.ม. การสอนวิทยาศาสตร์
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถาม ความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่ง เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.69$)

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์ สเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

TITLE	Development of Creative Thinking and Learning Achievement of Mathayomsuksa 1 Students on the Topic of Climate Change Process through STEAM Education
AUTHOR	Narongdet Seemasom
ADVISOR	Asst. Prof. Dr. Arunrat Khamhaengpol Dr. Kulwadee Suwannatrai
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2024

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans based on STEAM education on the topic of Climate Change Process for Mathayomsuksa 1 students to meet the efficiency criteria of 80/80, 2) compare the creative thinking of students before and after the intervention, 3) compare learning achievement of students both before and after the intervention, and 4) examine the satisfaction of students toward the STEAM Education. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 40 students from Mathayomsuksa 1/3 at Thatnaraiwittaya School under the Secondary Educational Service Area Office Sakon Nakhon, in the second semester of the academic year 2024. The research tools included 1) lesson plans based on STEAM education, 2) a creative thinking test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The research results revealed that:

1. The efficiency of the lesson plans based on STEAM education on the topic of the Climate Change Process for Mathayomsuksa 1 students met the efficiency of 80.83/82.46, which satisfied the efficiency criteria of 80/80.
2. The creative thinking of students after the intervention was higher than that before the intervention at the .01 level of significance.

3. The learning achievement of students after the intervention was higher than that before the intervention at the .01 level of significance.

4. The satisfaction of students toward the STEAM Education was at the highest level. ($\bar{x} = 4.69$).

Keywords: Creative Thinking, STEAM Education, Learning Achievement, Climate Change Process

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	15
วิสัยทัศน์	15
หลักการของหลักสูตร	15
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	16
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	16
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	17
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	18
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	18
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	19
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	19
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	20
คุณภาพผู้เรียน	22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	24
การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	38
ความหมายของสเต็มศึกษา	38
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา	39
ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา	43
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	44
ข้อดีสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	48
ความคิดสร้างสรรค์	48
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	48
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	49
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	51
วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์	54
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	55
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	55
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	56
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	58
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี	60
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	61
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	62
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	62
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	62
วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	64
ความพึงพอใจ	66
ความหมายของความพึงพอใจ	66
การวัดระดับความพึงพอใจ	66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
งานวิจัยในประเทศ	67
งานวิจัยต่างประเทศ	71
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	75
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	75
แบบแผนการวิจัย	76
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	77
เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์	90
การเก็บรวบรวมข้อมูล	96
การวิเคราะห์ข้อมูล	97
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	98
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	103
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	104
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	105
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	125
ความมุ่งหมายของการวิจัย	125
สมมติฐานของการวิจัย	126
ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง	126
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	127
การเก็บรวบรวมข้อมูล	128

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	129
สรุปผลการวิจัย	130
อภิปรายผลการวิจัย	131
ข้อเสนอแนะ	138
บรรณานุกรม	139
ภาคผนวก	149
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์	151
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย	163
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	181
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	197
ภาคผนวก จ เครื่องมือวิจัย	311
ประวัติย่อผู้วิจัย	341

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพมาตรฐาน ว 2.1 25
2	ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพมาตรฐาน ว 2.2 29
3	ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพมาตรฐาน ว 2.3 30
4	ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2 32
5	หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 37
6	แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสเต็มศึกษา 40
7	เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 54
8	เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ 55
9	แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลัง การทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) 76
10	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือการวัดผลประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 79
11	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ กับความคิดสร้างสรรค์ 85
12	ผลการวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 89
13	เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 90
14	เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ 91

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด กับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ในแต่ละด้านของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	93
16 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	105
17 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	106
18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	106
19 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	107
20 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา	108

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา	109
22 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	110
23 ผลงานการทำกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	117
24 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	118
25 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ	165
26 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการ เรียนรู้กับตัวชี้วัดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ	168

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
27 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการ จัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ	170
28 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ	171
29 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถาม ความพึงพอใจกับตัวชี้วัด โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ	173
30 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ	176
31 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	178
32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผน การจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	183
33 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนก่อนเรียน	186
34 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังเรียน	188
35 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	190

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
36 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	192
37 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	194
38 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มี ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	339

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
2 บรรยากาตในการทำกิจกรรมเครื่องบินตะลุยชั้นบรรยากาต โดยใชัแผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง บรรยากาตของเรา	114
3 บรรยากาตในการทำกิจกรรมนักวิทย์กับอุณหภูมิอากาศ โดยใชัแผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง อุณหภูมิอากาศ	114
4 บรรยากาตในการทำกิจกรรมกังหันลมสารพัดประโยชน์ โดยใชัแผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง ความกดอากาศและลม	115
5 บรรยากาตในการทำกิจกรรมการพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ โดยใชัแผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ	115
6 บรรยากาตในการทำกิจกรรมลดความชื้นอย่างไรดี โดยใชัแผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง ความชื้น	116
7 บรรยากาตในการทำกิจกรรมแผ่นฉนวนกันความร้อน โดยใชัแผนการจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	116

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การดำเนินชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีการพัฒนาเด็กในทุกวัย ได้รับการเลี้ยงดูที่ได้มาตรฐาน มีพัฒนาการดีในทุกด้าน มีทักษะชีวิต มีวินัย และวุฒิภาวะ สามารถควบคุมอารมณ์ และปรับตัวสู่โลกที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาทางสังคมอย่างรวดเร็ว ระบบการศึกษาไทยนั้นมีความพยายามในการสร้างฐานข้อมูลค้นหาปัจจัยแก้ไข และมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาให้เกิดทักษะ 4 ประการ ที่มีความจำเป็นสำหรับเด็กในยุคศตวรรษที่ 21 ให้มีทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา ทั้งยังมีจินตนาในการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง มีความพร้อมในด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ ร่วมมือทำงานเป็นทีม มีภาวะผู้นำในด้านการสื่อสาร รู้เท่าทันสื่อด้านคอมพิวเตอร์ มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การสื่อสาร ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมก้าวเข้าสู่ยุทธศาสตร์ชาติตามนโยบายประเทศไทย 4.0 มีความเมตตา กรุณาคุณธรรม จริยธรรม และจิตสำนึกในการสร้างเสริมความรู้และทักษะความเป็นพลเมืองที่ดีการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องเชื่อมโยงกับภาคชีวิตจริงจึงจะเป็นการเรียนรู้ที่ทรงพลัง หลักสูตรควรเป็นแบบสหวิทยาการ เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ประเด็นปัญหาในโลกของความเป็นจริง มีการบูรณาการศาสตร์การเรียนรู้หลากหลายวิชา นำความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวัน (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2556, หน้า 10-11)

ปัญหาในระบบการศึกษาปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้เด็กรู้ และจดจำข้อเท็จจริงเป็นสำคัญ ทำให้เด็กขาดการกระตุ้นเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ในวัยที่เหมาะสมที่ควรจะได้รับ (สมชาย พรหมสุวรรณ, 2560, หน้า 107) การศึกษาแบบบอกเล่า และการสอบแบบท่องจำ นอกจากจะไม่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ยังเป็นการทำลายความคิดสร้างสรรค์ (วิริยะ ฤาชัยพาณิชย์, 2558, หน้า 25)

ซึ่งระบบการศึกษาได้มีการวัดผลระดับนานาชาติที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะต้องร่วมกันแก้ไข ซึ่งสิ่งที่สะท้อนปัญหาดังกล่าว คือ ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ ที่จัดขึ้นโดยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นโครงการประเมินผลการศึกษา ของประเทศสมาชิกที่ดำเนินการโดย (Organisation for Economic Cooperation and Development หรือ OECD) โดยค่าเฉลี่ยคะแนน PISA 2022 ผลการประเมินของประเทศ ไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน และด้านการอ่าน 393 คะแนน ในระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้าน ลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์มีคะแนน ลดลง 17 คะแนน และการอ่านมีคะแนนลดลง 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการประเมิน ของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมมือกับองค์การ เพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจ และการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development) หรือ OECD เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก และประเทศร่วมโครงการ PISA โดยประเมินความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ในด้านการรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์การรู้เรื่องทั้ง 3 ด้านนี้ ถือว่าเป็นสิ่ง ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ทุกคนจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและ การแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 1)

ปัจจุบันมีการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนบูรณาการความรู้หลากหลาย ศาสตร์เข้าด้วยกัน จัดทำมาตรการเพื่อปรับกระบวนการเรียนรู้ในบริบทต่าง ๆ ทั้งใน สถานศึกษา และแหล่งการเรียนรู้นอกห้องเรียน เพื่อสร้างองค์ความรู้ และนวัตกรรมใหม่ ด้วยวิธีการวิจัย และพัฒนาคนให้มีความรู้คู่คุณธรรมในทุกช่วงวัย การจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียน เกิดความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และกระบวนการ

ออกแบบเชิงวิศวกรรม (Khamhaengpol, Sriprom, & Chuamchaitrakool, 2021, p. 6) โดยมีแนวคิดมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) ด้วยการบูรณาการสาระวิชา วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) และเพิ่มศิลปศาสตร์ (Art) เข้าไปเพื่อให้ นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ และเข้าใจในเนื้อหาในระดับลึกได้อย่างครอบคลุม และช่วยให้นักเรียน ได้ถ่ายทอดจินตนาการของตนเอง นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์คิดค้นประดิษฐ์ สิ่งใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และยังช่วยในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ (จารีพร พลมูล, สนิย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก คักดีสุภาพ, 2558, หน้า 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Baek et al. (2011) และ Yakman (2008) กล่าวว่า การเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM ยากต่อการเข้าใจ จึงมีการพัฒนาโมเดล STEAM ขึ้นมาจาก STEM เดิม โดยการปรับปรุง โครงสร้างบูรณาการ เพิ่มศิลปศาสตร์เข้าไป เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจ เนื้อหาในระดับลึกอย่างครอบคลุม และต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการออกแบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ไม่เน้นการท่องจำ เนื้อหาสาระ แต่จะมุ่งเน้นหรือฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการคิดและให้ความสำคัญกับกระบวนการ ในการนำความรู้ และประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนิน ชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ความคิดสร้างสรรค์และเป็นประโยชน์ต่อการ ดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพโดยการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมผนวกกับแนวคิด การออกแบบเชิงวิศวกรรม สร้างสรรค์ประดิษฐ์ชิ้นงาน และบูรณาการเทคโนโลยี สารสนเทศอย่างเหมาะสม และ STEAM Education เป็นการบูรณาการความรู้และทักษะ ของศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย สร้างทักษะศตวรรษที่ 21 โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมกลุ่มโครงการออกแบบ สร้างสรรค์ประดิษฐ์ชิ้นงาน และบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสมซึ่งนำพา ไปสู่การเป็นนักประดิษฐ์ นักสร้างสรรค์นวัตกรรม

ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดริเริ่ม ความแปลกใหม่ ความแตกต่าง ความหลากหลาย ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่เรื่องของพรสวรรค์แต่เป็นเรื่องของ ความสามารถความคิดสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก ส่งผลให้โลกทุกวันนี้ได้รับการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่าง ไม่หยุดยั้ง ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะที่ควรได้รับการปลูกฝังและส่งเสริมให้แกเด็ก

และเยาวชนเป็นอย่างยิ่งเพราะเอื้อต่อความสามารถที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21 ช่วยให้เด็กสามารถเผชิญโลกยุคปัจจุบันได้อย่างมั่นใจเพราะทำให้เด็กและเยาวชนมีศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ครอบมุงให้ผู้เรียนมีความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ มีจินตนาการทางศิลปะ ชื่นชมความงาม มีสุนทรียภาพ และควมมีคุณค่า ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพชีวิต อีกทั้งต้องรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิต การอาชีพ และเทคโนโลยี เพื่อเสริมสร้างและฝึกฝนให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มพูนมากขึ้น นำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้จริง สามารถปรับตัวได้อย่างเหมาะสมในบริบทที่แตกต่างกันได้ (ปัญญาญ วรวัฒน์ชัย, 2565, หน้า 14-15)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างแนวคิด และนวัตกรรมใหม่ ๆ สามารถดำรงชีวิตได้ อีกทั้งช่วยทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อยู่ในระดับมากที่สุด

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ครูผู้สอนสามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางแก่ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษาที่สนใจการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ได้นำความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ และปรับปรุงประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหาสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ดังนี้

- 1.1 บรรยากาศของเรา
- 1.2 อุณหภูมิอากาศ
- 1.3 ความกดอากาศและลม
- 1.4 ความชื้น
- 1.5 เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ
- 1.6 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 14 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 557 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
ธาตุนารายณ์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่ม
ตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

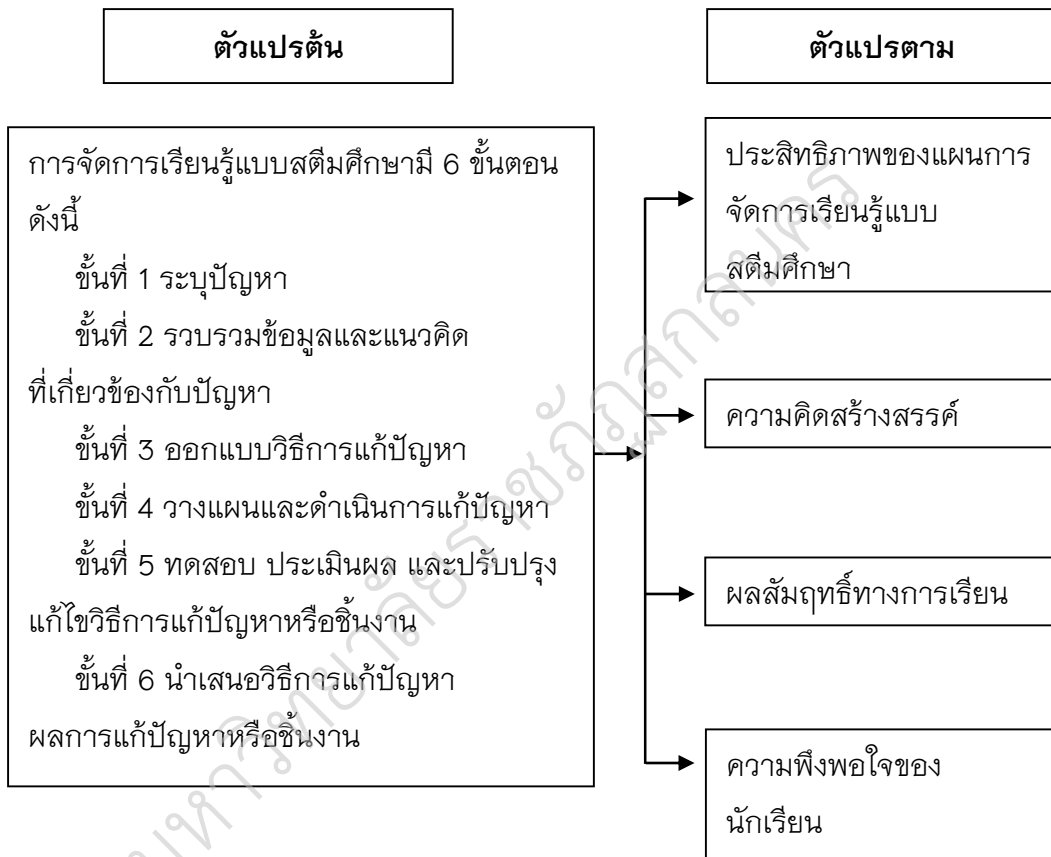
3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลา
ในการทดลองสอน จำนวน 18 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การสอนโดยบูรณาการความรู้ใน 5 วิทยา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ผ่านทางกิจกรรมหรือหน่วยการสอน เพื่อตอบสนองความต้องการในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์หรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ครูสามารถนำ

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาไปใช้ โดยการสอดแทรกตามเนื้อหาวิชาหรือจัดเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และคิดหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนร่วมกันศึกษาเกี่ยวปัญหาจากตัวอย่างสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่าง และนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาที่ได้ศึกษาอย่างตรงประเด็นตระหนักให้เห็นถึงสภาพจริงของปัญหา และเป้าหมายของการแก้ปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เกิดจากอะไร มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร โดยศึกษาหลักการ วิธีการแก้ปัญหา จากใบความรู้ หนังสือเรียน หรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนการสร้างชิ้นงานจากวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้ จากนั้นนักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้อย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5.1 นักเรียนทำการทดสอบผลงานที่สร้างขึ้น จะต้องวางแผนในการทดสอบผลงานอย่างมีเหตุผล มีความรอบคอบ คำนึงถึงความคุ้มค่าและความปลอดภัย

5.2 นักเรียนประเมินผลงานที่สร้างขึ้นว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์ มีเหตุผลในการทำผลงาน ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ หรือภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ และจากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่

5.3 กระบวนการในการปรับปรุง โดยวิธีปรับปรุงต้องอยู่บนพื้นฐานของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ และเสนอแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนจะต้องนำเสนอ อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่สถานการณ์ปัญหา การระบุปัญหาการรวบรวม

ข้อมูล การออกแบบ การวางแผน การปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหา การทดสอบการประเมิน กระบวนการเหล่านี้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ประการสำคัญนักเรียนสามารถลงข้อสรุป ได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสามารถนำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ นวัตกรรม สามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน ในการคิดสิ่งใหม่ๆที่ผสมผสานกับประสบการณ์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ จนนำไปสู่การคิดประดิษฐ์ขึ้นงาน ที่มีลักษณะที่เป็นอนันต์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ประกอบ ไปด้วยความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบ ได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

2.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

2.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และ เขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจาก ความคิด ธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

2.4 ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดใน รายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

3. การวัดความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การพิจารณาแนวการตอบคำถาม แนวการออกแบบการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้เกณฑ์ ประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม ด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม เพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 4) การสร้างรูปภาพ

5) การต่อเติมรูปภาพ

6) การใช้เส้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสามารถวัดได้ด้วยการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นดัชนีประการหนึ่งที่สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษาความสามารถของนักเรียน ซึ่งการวัดจะเป็นประโยชน์ที่ทำให้ทราบถึงระดับความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียน ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของบลูม ที่ถูกปรับปรุงขึ้นใหม่เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนไปของโลกยุคปัจจุบัน ซึ่งการเรียนรู้จะไม่ได้อยู่กับผู้สอนและผู้เรียน แต่ยังมีสื่อเครื่องมือเทคโนโลยีมาเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้อีกด้วย โดยการจัดระดับนั้นยังคงเดิมเพิ่มเติม คือ แถวแสดง Lower Order Thinking Skills (ทักษะการคิดขั้นต่ำ) ไปยัง Higher Order Thinking Skills (ทักษะการคิดขั้นสูง) มี 6 ระดับ ดังนี้

4.1 ความรู้ความจำ (Remembering) คือการที่ผู้เรียนสามารถตอบได้ว่าสิ่งที่เรียนมาจากไหน เพราะเกิดจากการจดจำ

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือการที่ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้เรียนมา สามารถอธิบายตามความเข้าใจของตัวเองได้

4.3 การประยุกต์ใช้ (Applying) คือการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้

4.4 การวิเคราะห์ (Analyzing) คือการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาคิดอย่างลึกซึ้ง รวมทั้งแยกแยะหาความสัมพันธ์และเหตุผลได้

4.5 การประเมินผล (Evaluating) คือการที่ผู้เรียนสามารถตั้งเกณฑ์ตัดสิน เปรียบเทียบคุณภาพหรือประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้

4.6 การสร้างสรรค์ (Creating) คือการที่ผู้เรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเองหรือสามารถปรับปรุงแก้ไขออกแบบ ตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ ได้

5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน จากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการ

เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการนำคะแนนงานทุกชิ้น
ของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วน
โดยเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนที่ได้
จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ หลังการจัดการเรียนรู้
ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่แสดงออกมาว่าชอบใจ
มีความสุข หรือพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง
ลมฟ้าอากาศ โดยวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล
และด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจมาตราส่วนประมาณค่า
(Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

แบบสอบถามความพึงพอใจ 5 ด้าน ดังนี้

6.1 ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้

6.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6.3 ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้

6.4 ด้านการวัดและประเมินผล

6.5 ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 วิสัยทัศน์
- 1.2 หลักการของหลักสูตร
- 1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- 2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
- 2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
- 2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 2.5 คุณภาพผู้เรียน
- 2.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1

3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

- 3.1 ความหมายของสเต็มศึกษา
- 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา

- 3.3 ความสำคัญของศิลปะในสังคมศึกษา
- 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสังคมศึกษา
- 3.5 ข้อดีสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสังคมศึกษา
- 4. ความคิดสร้างสรรค์
 - 4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 4.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
 - 4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 4.4 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์
- 5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
 - 5.5 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 6. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 6.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 6.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 6.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
- 7. ความพึงพอใจ
 - 7.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 7.2 การวัดระดับความพึงพอใจ
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2-7) ซึ่งรายละเอียด ดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็น จุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและ ส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจน การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทัน กับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็น พลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้
3. อยู่อย่างพอเพียง
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบท และจุดเน้นของตนเอง

**การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช
2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-9)

ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ องค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครูสื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัด และประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมาย ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และ

ข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบ ของเอกภพปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลง ทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการ ดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิด สร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนด สาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืชการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุสารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม
3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่รากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงานพลังงาน จลน์พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงานสมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสงการสะท้อน การหักเหของแสง และทัศนอุปกรณ์
5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์การเกิดฤดูกาล เคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ
6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิง

ซากดึกดำบรรพ์ การใช้ประโยชน์พลังงานทดแทน และการใช้ประโยชน์ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิด และผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐานหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คัดค้านคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบ และลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อม และต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สอดคล้องกับสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 42-45) รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
มาตรฐาน ว 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตและการทดสอบ และใช้สารสนเทศที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ	• ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัวและมีสมบัติ ทางกายภาพบางประการเหมือนกัน และบางประการต่างกัน ซึ่งสามารถนำมาจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะอโลหะและกึ่งโลหะธาตุโลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง มีผิวมันวาว นำความร้อนนำไฟฟ้า ดึงเป็นเส้นหรือตีเป็นแผ่นบาง ๆ ได้และมีความหนาแน่นทั้งสูงและต่ำ ธาตุอโลหะ มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ มีผิวไม่มันวาว ไม่นำความร้อน ไม่นำไฟฟ้า เปราะ แตกหักง่ายและมีความหนาแน่นต่ำ ธาตุกึ่งโลหะมีสมบัติบางประการเหมือนโลหะและสมบัติบางประการเหมือนอโลหะ
	2. วิเคราะห์ผลจากการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลที่รวบรวมได้	• ธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ที่สามารถแผ่รังสีได้จัดเป็นธาตุกัมมันตรังสี • ธาตุมีทั้งประโยชน์และโทษ การใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสีควรคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม
	3. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสีโดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คุ่มค่า	
	4. เปรียบเทียบจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ และสารผสมโดยการวัดอุณหภูมิเขียนกราฟแปลความหมายข้อมูลจากกราฟ หรือสารสนเทศ	• สารบริสุทธิ์ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว ส่วนสารผสมประกอบด้วยสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดมีสมบัติบางประการที่เป็นค่าเฉพาะตัว เช่น จุดเดือด และจุดหลอมเหลวคงที่ แต่สารผสมมีจุดเดือด

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	5. อธิบายและเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารบริสุทธิ์และสารผสม	และจุดหลอมเหลวไม่คงที่ขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน • สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดมีความหนาแน่นหรือมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรคงที่ เป็นค่าเฉพาะของสารนั้น ณ สถานะและอุณหภูมิหนึ่ง แต่สารผสมมีความหนาแน่นไม่คงที่ขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนของสารที่ผสมอยู่ด้วยกัน
	6. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม	
	7. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ	• สารบริสุทธิ์แบ่งออกเป็นธาตุ และสารประกอบ ธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ยังแสดงสมบัติของธาตุนั้นเรียกว่า อะตอม ธาตุแต่ละชนิดประกอบด้วยอะตอมเพียงชนิดเดียว และไม่สามารถแยกสลายเป็นสารอื่นได้ด้วยวิธีทางเคมีธาตุเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ธาตุสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกันทางเคมีในอัตราส่วนคงที่ มีสมบัติแตกต่างจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบ สามารถแยกเป็นธาตุได้ด้วยวิธีทางเคมีธาตุและสารประกอบสามารถเขียนแทนได้ด้วยสูตรเคมี
	8. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยใช้แบบจำลอง	• อะตอมประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โปรตอนมีประจุไฟฟ้าบวก ธาตุชนิดเดียวกันมีจำนวนโปรตอนเท่ากันและเป็นค่าเฉพาะของธาตุนั้น นิวตรอนเป็นกลางทางไฟฟ้าส่วนอิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบ เมื่ออะตอมมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1		อิเล็กตรอน จะเป็นกลางทางไฟฟ้า โปรตอนและนิวตรอนรวมกันตรงกลางอะตอมเรียกว่านิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่ในที่ว่างรอบนิวเคลียส
	9. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง	• สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาค โดยสสารชนิดเดียวกันที่มีสถานะของแข็ง ของเหลว แก๊สจะมีการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคการเคลื่อนที่ของอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสาร • อนุภาคของของแข็งเรียงชิดกัน มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด อนุภาคสั่นอยู่กับที่ ทำให้มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ • อนุภาคของของเหลวอยู่ใกล้กัน มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็งแต่มากกว่าแก๊สอนุภาคเคลื่อนที่ได้แต่ไม่เป็นอิสระเท่าแก๊ส ทำให้มีรูปร่างไม่คงที่แต่ปริมาตรคงที่ • อนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยที่สุด อนุภาคเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทุกทิศทาง ทำให้มีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่
	10. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และแบบจำลอง	• ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อให้ความร้อนแก่ของแข็ง อนุภาคของของแข็งจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งซึ่งของแข็งจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1		เป็นของเหลวว่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลว และอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่าจุดหลอมเหลว • เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลวอุณหภูมิของเหลวจะมีพลังงานและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งซึ่งของเหลวจะใช้ความร้อนในการเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส เรียกความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สว่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอและอุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่าจุดเดือด • เมื่อทำให้อุณหภูมิของแก๊สลดลงจนถึงระดับหนึ่งแก๊สจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกอุณหภูมินี้ว่าจุดควบแน่น ซึ่งมีอุณหภูมิตีเดียวกับจุดเดือดของของเหลวนั้น • เมื่อทำให้อุณหภูมิของของเหลวลดลงจนถึงระดับหนึ่ง ของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งเรียกอุณหภูมินี้ว่า จุดเยือกแข็ง ซึ่งมีอุณหภูมิตีเดียวกับจุดหลอมเหลวของของแข็งนั้น

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 62) รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
มาตรฐาน ว 2.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	- เมื่อวัตถุอยู่ในอากาศจะมีแรงที่อากาศกระทำต่อ วัตถุในทุกทิศทาง แรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุ ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของวัตถุ นั้น แรงที่อากาศ กระทำตั้งฉากกับผิววัตถุ ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันอากาศ - ความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงจากพื้นโลก โดยบริเวณที่สูงจากพื้นโลกขึ้นไป อากาศเบาบางลง มวลอากาศน้อยลง ความดันอากาศก็จะลดลง

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 69-70) รายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
มาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ และ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	- เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะหรือเปลี่ยนรูปร่าง - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิ ที่เปลี่ยนไป
	2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร	ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง
	3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน 4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	- ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว - ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์มอมิเตอร์

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	• ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน • เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับ ความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
	6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน 7. ออกแบบ เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	• การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง • ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 92-95) รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบาย การแบ่งชั้นบรรยากาศและ เปรียบเทียบประโยชน์ของ บรรยากาศแต่ละชั้น	• โลกมีบรรยากาศห่อหุ้ม นักวิทยาศาสตร์ใช้ สมบัติและองค์ประกอบของบรรยากาศในการ แบ่งบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้น ซึ่งแบ่งได้ หลายรูปแบบตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยทั่วไป นักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิตามความสูงแบ่งบรรยากาศ ได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และชั้นเอก โซสเฟียร์ • บรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต แตกต่างกัน โดยชั้นโทรโพสเฟียร์มีปรากฏ การณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ของสิ่งมีชีวิต ชั้นสตราโตสเฟียร์ช่วยดูดกลืน รังสีอัลตราไวโอเล็ต จากดวงอาทิตย์ไม่让更多 โลกมากเกินไป ชั้นมีโซสเฟียร์ช่วยชะลอวัตถุ นอกโลกที่ผ่านเข้ามาให้เกิดการเผาไหม้ กลายเป็นวัตถุขนาดเล็ก ลดโอกาสที่จะทำความ เสียหายแก่สิ่งมีชีวิตบนโลก ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุ และชั้นเอกโซสเฟียร์ เหมาะสำหรับการโคจรของดาวเทียมรอบโลกใน ระดับต่ำ

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	• ลมฟ้าอากาศเป็นสภาวะของอากาศในเวลาหนึ่งของพื้นที่หนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ลม ความกดอากาศ ความชื้นเมฆ และหยาดน้ำฟ้า โดยหยาดน้ำฟ้าที่พบบ่อยในประเทศไทย ได้แก่ ฝน องค์ประกอบลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์และลักษณะพื้นผิวโลกส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศและปริมาณไอน้ำส่งผลต่อความชื้น ความกดอากาศส่งผลต่อลม ความชื้น และลมส่งผลต่อเมฆ
	3. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย	• พายุฝนฟ้าคะนอง เกิดจากการที่อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเคลื่อนที่ขึ้นสู่ระดับความสูง ที่มีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ และเกิดต่อเนื่องเป็นเมฆขนาดใหญ่ พายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดฝนตกหนัก ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ลมกรรโชกแรง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต และทรัพย์สิน • พายุหมุนเขตร้อนเกิดเหนือมหาสมุทรหรือทะเลที่น้ำมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 26-27 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงบริเวณนั้นเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นบริเวณกว้าง อากาศจากบริเวณอื่นเคลื่อนเข้ามาแทนที่และพัดเวียนเข้าหา

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1		ศูนย์กลางของพายุ ยิ่งใกล้ศูนย์กลาง อากาศจะเคลื่อนที่พัดเวียนเกือบเป็นวงกลมและมีอัตราเร็วสูงที่สุด พายุหมุนเขตร้อนทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง ฝนตกหนัก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินจึงควรปฏิบัติตนให้ปลอดภัยโดยติดตามข่าวสารการพยากรณ์อากาศ และไม่เข้าไปอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงภัย
	4. อธิบายการพยากรณ์อากาศและพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้	• การพยากรณ์อากาศเป็นการคาดการณ์ลมฟ้าอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยมีการตรวจวัดองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลองค์ประกอบลม ฟ้า อากาศระหว่างพื้นที่การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างคำพยากรณ์อากาศ
	5. ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ	• การพยากรณ์อากาศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคม การเกษตร การป้องกัน และเฝ้าระวังภัยพิบัติทางธรรมชาติ
	6. อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้	ภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยปัจจัยทางธรรมชาติแต่ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุดได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรคาร์บอน

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	7. ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	• การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำ การเกิดโรคอุบัติใหม่และอุบัติซ้ำ และการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น มนุษย์จึงควรเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้สถานการณ์ดังกล่าว ทั้งแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและแนวทางการลดกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

จากตาราง 1-4 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 สามารถนำไปเขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รหัสวิชา ว21102

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2565

เวลา 120 ชั่วโมง/ปี

วิเคราะห์ ความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$ ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสาร สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัว หรือหดตัวของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหด และขยายตัวของสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ

$Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$ สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน ออกแบบเลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศ และเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสม และปลอดภัย อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทาง การปฏิบัติตน และการใช้ประโยชน์จากการพยากรณ์อากาศ อธิบายสถานการณ์ และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่รวบรวมได้ ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม และจริยธรรม

จากคำอธิบายรายวิชาดังกล่าว สามารถกำหนดหน่วยการเรียนรู้รายวิชา
วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ที่สอดคล้องกับในมาตรฐานรายวิชา
วิทยาศาสตร์ ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง
พ.ศ. 2560) ดังตาราง 5

ตาราง 5 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)
1	พลังงานความร้อน บทที่ 1 ความร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสสาร เรื่องที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต ละสถานะ เรื่องที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ ของสสาร เรื่องที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัว และหดตัว ของสสาร เรื่องที่ 4 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร บทที่ 2 การถ่ายโอนความร้อน เรื่องที่ 1 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน เรื่องที่ 2 สมดุลความร้อน	33
2	กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ บทที่ 1 ลมฟ้าอากาศรอบตัว เรื่องที่ 1 บรรยากาศของเรา เรื่องที่ 2 อุณหภูมิอากาศ เรื่องที่ 3 ความกดอากาศและลม เรื่องที่ 4 ความชื้น เรื่องที่ 5 เมฆและฝน เรื่องที่ 6 การพยากรณ์อากาศ	27

ตาราง 5 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	บทที่ 2 มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เรื่องที่ 1 พายุ เรื่องที่ 2 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	
	รวมทั้งสิ้น	60

**หมายเหตุ ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มาทำการวิจัยในครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ความหมายของสเต็มศึกษา

Yakman (2008, pp. 1-2) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และฝึกให้ใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และศิลปศาสตร์ โดยเน้นทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์คงทนมากขึ้น รวมทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการทำงาน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความถนัดและความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกันให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และมีความสามัคคีในการทำงานอย่างอิสระ

Yilip & Namje (2012, pp. 693-698) ได้กล่าวว่า สเต็มศึกษา หมายถึง การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Intergration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Art: A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้แต่ละแขนงวิชามาใช้ในการแก้ไขปัญหา ค้นคว้า ไปจนถึงการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

วคินีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559, หน้า 2-4) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หมายถึง การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะตามยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้ซึ่งมีจุดสำคัญคือการบูรณาการแบบเป็นระบบ โดยเพิ่มศิลปะเข้าไปในกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษาเพื่อให้เด็กแสดงออกทางความคิดอย่างมีจินตนาการ และเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และการสร้างนวัตกรรมอย่างมีคุณภาพ รวมถึงกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มที่ช่วยเสริมสร้างการออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) และการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน และเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

เจนจิรา สันติไพบูลย์ (2561, หน้า 38) ได้กล่าวว่า สเต็มศึกษา หมายถึง การบูรณาการสาระความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และภาษา ซึ่งการสอนแบบสเต็มเป็นการบูรณาการความรู้ที่เชื่อมโยงกัน ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา โดยเริ่มจากใช้ความจำเดิมร่วมกับความเข้าใจในการเรียนใหม่สร้างองค์ความรู้ แล้วนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบค้นคิดแก้ปัญหาสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยง 5 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันหรือเป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ผ่านชิ้นงาน

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หมายถึง การสอนแบบบูรณาการความรู้ข้ามกลุ่มสาระวิชาใน 5 รายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ผ่านทางกิจกรรมหรือหน่วยการสอนเพื่อตอบสนองความต้องการในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์หรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ครูสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาไปใช้ โดยสอดคล้องตามเนื้อหาวิชาจัดเป็นวิชาเลือกเสรีหรือจัดเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและคิดหาทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา

มินกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559, หน้า 32) ได้กล่าวถึง สเต็มศึกษาว่าเป็นการจัดการศึกษาโดยบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์

ศิลปะ และคณิตศาสตร์นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ 5 ด้าน กับชีวิตจริง และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งแนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสเต็มศึกษา มีรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 แนวคิดแต่ละองค์ประกอบของสเต็มศึกษา

Science	Technology	Engineering	Art	Mathematics
- วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิทยาศาสตร์ถือได้ว่าเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่ช่วยให้มนุษย์เข้าใจธรรมชาติมากยิ่งขึ้น	- เทคโนโลยี เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหาปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือเพื่ออำนวยความสะดวกของมนุษย์โดยกระบวนการแก้ปัญหาหรือการทำงานของเทคโนโลยี	- วิศวกรรมศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมความจำเป็นของมนุษย์หรือสร้างสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ช่วยสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ	- ศิลปะ เป็นวิชาที่แสดงถึงการถ่ายทอดผลงานทัศนศิลป์ที่ออกมาจากความคิดสร้างสรรค์จินตนาการโดยใช้กระบวนการถ่ายทอดความรู้กระบวนการคิดและการฝึกปฏิบัติ	- คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความชัดเจนในตัวอยู่แล้วด้วยธรรมชาติของคณิตศาสตร์ที่มีทฤษฎีชัดเจนซึ่งวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นตัวเชื่อมทั้งสามสาขาเข้าด้วยกันได้อย่างดี

วิสุตร โพธิ์เงิน (2560, หน้า 325) ได้กล่าวถึงแนวคิดสเต็มศึกษาว่า สเต็มศึกษาถูกพัฒนามาจากสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าว ซึ่งทั้ง 4 สาขาวิชานั้นแต่ก่อนจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็มจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชา มาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งในการจัดเรียนการสอนโดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา และนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษามุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนที่เท่ากัน อาจจะเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิดสะเต็มได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจากสะเต็มเป็นสเต็มโดยเพิ่มตัวอักษร "A" เข้ามา โดยที่ตัวอักษร "A" หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญาจิตวิทยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย ซึ่งมีการจำแนกหลักของสเต็มศึกษา ดังนี้

Science คือ ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติสาระ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์: ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์

Technology คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับสังคมการออกแบบ ประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลก รวมถึงเทคโนโลยี: การเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสาร ข้อมูล การผลิต การแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน การผลิตและการขนส่ง

Engineering คือ การใช้เหตุผลหลักการ และการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์: การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบ วัสดุ เครื่องจักรกล สินแร่ นิวเคลียร์ กองทัพเรือและมหาสมุทร

Arts คือ การสื่อสารการสร้างความเข้าใจ แนวคิด ทักษะ และชนบประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต: ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหว ร่างกาย/นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้ง การศึกษา ประวัติศาสตร์ ปรัชญาการเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา ฯลฯ

Mathematics คือ ตัวเลข และการปฏิบัติ (คำนวณ): พีชคณิตแคลคูลัส เรขาคณิต ตรรกศาสตร์การสื่อสาร และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผล และหลักฐานทฤษฎี

สมรภัฏ อินทวิมลศรี (2560, หน้า 13) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้ง 5 อย่างของสติมศึกษา และระบุรายละเอียดขององค์ประกอบศิลปะ (Arts) ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้สิ่งที่เป็นจริงอยู่ในธรรมชาติที่ได้จากการค้นพบและการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสืบเสาะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น

2. เทคโนโลยี คือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือ ผลที่ได้จากการวิศวกรรม

3. วิศวกรรมศาสตร์ คือ การใช้กระบวนการสร้างสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานเพื่อสร้างเทคโนโลยีตอบสนองความต้องการของมนุษย์

4. ศิลปะ คือ การเรียนรู้ในเรื่องของการพัฒนาสังคม ผลกระทบการสื่อสาร ความเข้าใจ ทศนคติและขนบธรรมเนียมในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต โดยแบ่งเนื้อหาศิลปะออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

4.1 วิจิตรศิลป์ คือ งานศิลปะที่มุ่งเรื่องความสวยงาม เช่น ภาพวาด งานประติมากรรม ทัศนศิลป์ และการแสดงความคิดสร้างสรรค์

4.2 ศิลปะกายภาพ คือ ศิลปะการเคลื่อนไหวร่างกายของบุคคล หรือหมู่คณะ ได้แก่ กีฬา การเต้น และการแสดง

4.3 ศิลปะอุตสาหกรรม คือ ศิลปะที่อาศัยทักษะที่มีความเครื่องจักรสารและทอผ้า งานออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์หรือออกแบบเสื้อผ้า เป็นต้น

4.4 ศิลปศาสตร์ คือ การศึกษาที่เน้นพื้นฐานทางวัฒนธรรม ได้แก่ สังคมศาสตร์ เช่น สังคมวิทยา ปรัชญา จิตวิทยา ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมือง การเมือง และการศึกษา เป็นต้น

4.5 ภาษาศาสตร์ คือ การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสาร และความเข้าใจ ประกอบไปด้วยการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

5. คณิตศาสตร์ คือ การเรียนรู้ที่วัดด้วยตัวเลข การใช้ตัวเลข การคำนวณ การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เหตุผล การแก้ปัญหา ความน่าจะเป็น และเรขาคณิต

สรุปได้ว่า สติศึกษา คือ แนวทางในการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

ความสำคัญของศิลปะในสติศึกษา

บุญยง ลิขิตอาจารย์ (2560, หน้า 42-43) ได้กล่าวถึงความสำคัญของศิลปะว่ามนุษย์ใช้ศิลปะเป็นสื่อในการถ่ายทอดประวัติศาสตร์ ภาษา ประเพณี และคุณค่าทางวัฒนธรรมให้สืบทอดไปยังคนรุ่นหลัง เช่น วิธีการเล่าสัตว์ วิธีปกป้องหมู่บ้านจากผู้ล่า การสื่อสารด้วยภาษา และท่าทางที่หลากหลายผ่านดนตรี ทัศนศิลป์ และการแสดง อีกทั้งศิลปะยังมีบทบาทในการพัฒนาสติปัญญา อารมณ์ และจิตใจของมนุษย์ Sousa & Pilecki, (2013) อ้างถึงใน บุญยง ลิขิตอาจารย์ (2560, หน้า 42-43) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของศิลปะสรุปได้ ดังนี้

1. ศิลปะกับการพัฒนาสมอง ในช่วงระหว่างปีแรกของเด็กจะเกิดการขยายตัวของเซลล์ในสมองหากให้เด็กได้ร้องเพลง วาดภาพ เต้นรำ จะช่วยทำให้สมองได้พัฒนา เข้าใจความแตกต่างของมนุษย์ การแสดงความรู้สึก สื่อความหมาย และพัฒนาความคิดที่มีความซับซ้อน
2. ศิลปะช่วยนำเสนอสิ่งที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย ศิลปะทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นรูปธรรม สามารถนำเสนอแนวคิดที่ยากต่อการเข้าใจให้เข้าใจได้ง่าย ด้วยการถ่ายทอดความคิดมาสู่ภาพวาด เข้าใจถึงความสัมพันธ์ ความแตกต่าง และรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ
3. ศิลปะทำให้คิดยืดหยุ่น ศิลปะช่วยให้มีความยืดหยุ่นกับสิ่งต่าง ๆ มองว่าปัญหามีทางแก้ได้หลายทาง และคำถามสามารถหาคำตอบได้หลายคำตอบ การเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนใหญ่เน้นให้หาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ซึ่งในชีวิตนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ฉะนั้นต้องมองทางเลือกที่หลากหลาย และตระหนักว่าการแก้ปัญหาอาจมีทั้งบวกและลบ
4. ศิลปะช่วยพัฒนาหน่วยความจำระยะยาว การบูรณาการศิลปะเข้าไปจะช่วยให้จดจำเนื้อหาได้นานขึ้น
5. ศิลปะกับความสุนทรีย์ ศิลปะช่วยให้มองทุกสิ่งทุกอย่างสวยงาม สามารถมองเห็นโลกได้อย่างมีสุนทรีย์ เมื่อสมองเกิดการผ่อนคลายจะหลั่งสารเคมีที่เรียกว่า โดพามีน (Dopamine) ตัวเซลล์ประสาทช่วยลดระดับความตึงเครียดได้

6. ศิลปะกับความคิดสร้างสรรค์ ศิลปะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับมนุษย์ที่อยู่ในสังคมปัจจุบัน ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ สร้างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและวิทยาการ

7. ศิลปะกับการพัฒนาทักษะทางสังคม ปัจจุบันมนุษย์อยู่ในโลกของเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนได้เปลี่ยนจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยครูมาเป็นการสอนโดยใช้ไอแพด โน้ตบุ๊ก และโทรศัพท์มือถือ สิ่งเหล่านี้ไม่สามารถแทนการพูดคุยได้ ทำให้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมลดลง กิจกรรมทางศิลปะสามารถส่งเสริมพัฒนาทักษะทางสังคมได้ด้วยการจัดกิจกรรมที่มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน และการแก้ปัญหา

8. ศิลปะกับการจัดการเรียนการสอน ศิลปะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มศิลปะเข้าไปจะช่วยทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างเป็นแบบองค์รวม โดยนำความรู้ที่ได้ศึกษามาสู่การปฏิบัติ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา

มีกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560, หน้า 84) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำมาสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ของข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้จะนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, หน้า 328) ได้กล่าวถึงหลักในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบสเต็มศึกษา มี 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นแรก การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นในโลก เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่สอง การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบอย่างสร้างสรรค์หรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง คุณค่า และความต้องการจำเป็น ในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นสุดท้าย การสร้างความรู้สึกรักสนุก เป็นขั้นของการขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหา จากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออก และการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

หทัยภัทร ไกรวรรณ และปัทมาวดี เล่ห์มงคล (2560, หน้า 126) ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) คือ การนำเข้าสู่กิจกรรม โดยเล่าหรือกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมกับใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงปัญหาว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากสิ่งใด

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การสำรวจโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเพื่อศึกษาค้นคว้าแสวงหาวิธีการแนวทางในการแก้ปัญหาจากสื่อที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) คือ การเลือกวิธีการแนวทางการแก้ปัญหาด้วยการอธิบาย เพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองเลือกให้ผู้อื่นเข้าใจว่ามีวิธีการอย่างไรและใช้อุปกรณ์อะไรบ้างโดยวาดภาพออกแบบชิ้นงานของตนเอง

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) คือ การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ตามความคิดของตนเอง และทดสอบชิ้นงานตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) คือ การนำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ของตนเองโดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหานวทางแก้ไขและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงานที่สร้างขึ้นและการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น

สุนารี ศรีบุญ (2561, หน้า 12) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สรุปลองค์ความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหา มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา คือ ขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหาโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา คือ ขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา คือ ขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล คือ ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ออกมา

ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน คือ ขั้นที่ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบที่หลากหลาย

ภิญโญ วงษ์ทอง (2561, หน้า 106) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บูรณาการสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน โดยพัฒนามาจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

หรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

Khamhaengpol, Sriprom, & Chuamchaitrakool (2021, pp. 1–7) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา/ระบุความต้องการ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนและพัฒนา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

หรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) หมายถึง ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการปัญหาในชีวิตประจำวัน และหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หมายถึง การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ สร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

หมายถึง การพัฒนาต้นแบบของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

(Testing, Evaluation and Design Improvement) หมายถึง เป็นขั้นตอนทดสอบ และประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

หมายถึง นักเรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

ข้อดีสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศิลปศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. หน่วยงานต่าง ๆ มีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครู และบุคลากรทางการศึกษา

ความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ กล่าวถึง กระบวนการของสมองที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ศึกษาจากนักวิชาการศึกษาและรายงานวิจัยส่วนใหญ่ ดังนี้

ปราณี กุลมิน (2560, หน้า 61) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถคิดได้อย่างหลากหลาย กว้างไกล และลึกซึ้ง โดยไม่ซ้ำแบบเดิม เพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญ หรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แปลกใหม่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสังคม

ปราณี พงษ์สุพรรณ (2561, หน้า 14) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดเชิงบวกที่คิดได้หลากหลายแง่มุม คิดเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน คิดแตกต่างไปจากความคิดเดิม ซึ่งจะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือการพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหา

วันวิสา ประภาศรี (2561, หน้า 73) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา การหาคำตอบที่ หลากหลาย แปลกและใหม่ หรือดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้แปลกใหม่ไปจากเดิม เพื่อเป็น ประโยชน์และมีคุณค่าต่อตนเองและผู้อื่น

สายสุรีย์ จันทุม (2561, หน้า 84) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง เป็นกระบวนการแสดงความสามารถในการคิดของสมอง ทำให้เกิดการกระทำการ ประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่

ปรียา โคตรสาลี (2562, หน้า 55) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดสร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ แตกต่างไปจากเดิมและเป็นความคิดต้นแบบที่ ใช้การได้จริง ได้ผลดีกว่าของเดิมและมีความสมเหตุสมผลที่คนทั่วไปยอมรับ หรือ ความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

เอกพร ธรรมยศ (2564, หน้า 74) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดที่กว้างไกล หลากแง่มุมหลายทิศทาง นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งของและ แนวทางการแก้ปัญหาใหม่

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของ นักเรียนโดยมีความคิดสร้างสรรค์ ในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่ที่ผสมผสานกับประสบการณ์ กว้างไกล หลากแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง มีวิธีคิดที่หลากหลาย เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ต่างจนนำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน ค้นพบสิ่งใหม่ นำไปสู่การคิดประดิษฐ์ ชิ้นงานมีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ คือ ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

Davis (1973) อ้างถึงใน กรมวิชาการ (2535, หน้า 6-7) ได้รวบรวมแนวคิด เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์โดย แบ่งกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาจิตวิเคราะห์ หลายคน เช่น Freud และ Kris ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า

ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วน Kubie และ Rugg ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรับรู้สติกับจิตใต้สำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรงการตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยชน นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้ คือ ผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์สามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิด และเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎี AUTA ทฤษฎีสุดท้ายนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

4.1 การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเองและการมีความคิดยืดหยุ่น เข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถค้นศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้ ซึ่งจากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้ และการจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์นั้นจะเกิดขึ้นได้ จะต้องมีส่วนประกอบหลาย ๆ ส่วนประกอบกันจึงทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา ได้มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 7) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มีทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม คือ ความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากบุคคลอื่น
2. ความคิดว่องไว คือ ความพริ้งพวู ปริมาณการคิดพริ้งพวูออกมา มากกว่าบุคคลอื่น ๆ
3. ความคล่องตัว คือ ชนิดของความคิดที่ปรากฏออกมา จะแตกต่างกันออกไปโดยไม่ซ้ำกันเลย
4. ความคิดละเอียดลออประณีต คือ ความคิดที่แสดงออกมานั้นจะมีความละเอียดลออสามารถที่จะนำมาทำให้สมบูรณ์ และประณีตต่อไปได้อย่างเต็มที่
5. การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมสิ่งที่คิดได้มาทำให้มีความหมาย และนำมาพัฒนาต่อไปให้สมบูรณ์เป็นจริงได้

อารี พันธุ์ณี (2537, หน้า 35-39) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาแนวทางที่คล้ายกันในการแก้ปัญหา ได้หลายแนวทางในเวลาที่กำหนด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ความคิดคล่องตัวในด้านถ้อยคำ ความคิดคล่องตัวในเรื่องการโยงความสัมพันธ์ ความคิดคล่องตัวทางการแสดงออก และความคิดคล่องแคล่วในการคิด
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการหาแนวทางที่ไม่ซ้ำกันได้หลายแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ความคิดยืดหยุ่น

ที่เกิดขึ้นในทันทีทันใดเป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทิศทาง และความคิดยืดหยุ่นในการดัดแปลงเป็นความสามารถในการดัดแปลง ความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมซึ่งไม่เหมือนใครอาจเกิดจากการนำความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ความคิดริเริ่มนี้จึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นด้วยการอาศัยความกล้าคิด กล้าลอง

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ที่จะนำความคิดนั้นไปสู่การปฏิบัติการสร้างการกระทำให้เป็นผลสำเร็จ ทำให้เกิดผลงานหรือผลิตผล สร้างสรรค์ขึ้นมาเพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ปริญญญา พวงจันทร์ (2556, หน้า 55) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

Torrance, 1965 อ้างถึงใน (ปรีญา โคตรสาส์, 2562, หน้า 63-65) สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่หลากหลายคำตอบ เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย คิดหลายแง่มุม และสามารถผสมผสานความรู้และประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมเป็นความคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดแรก ซึ่งคะแนนนี้จะให้เฉพาะข้อสอบฉบับรูปภาพบางกิจกรรมเท่านั้น

การวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ
(Thinking Creative with Word) มี 7 กิจกรรม คือ

- 1) เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าอะไรเกิดขึ้น
- 2) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 3) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 4) เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อให้เด็กเล่นอย่าง

สนุกสนาน

- 5) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 6) เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน
- 7) เขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์

เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่อง ความคิด
ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ
เป็นสื่อ (Thinking Creative with Pictures) มี 3 กิจกรรม คือ

- 1) การสร้างรูปภาพ
- 2) การต่อเติมรูปภาพ
- 3) เส้น

กิจกรรมในส่วนที่ 2 นี้ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น
ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ
(Thinking Creative with Sound and Words) มี 2 กิจกรรม โดยให้ผู้สอบฟังจากเครื่อง
บันทึกเสียงแล้วเขียนความสัมพันธ์ในแต่ละครั้ง ทั้ง 2 กิจกรรมนี้ วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น
ดังนั้น ผู้วิจัยได้สรุปและเลือกวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance
Test of Creative Thinking) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา
เป็นสื่อ (Thinking Creative with Word) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว
ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ
เป็นสื่อ (Thinking Creative with Pictures) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) การสร้างรูปภาพ
- 2) การต่อเติมรูปภาพ
- 3) เส้น

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และ
ความคิดละเอียดลออ

วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน
ที่กำหนดโดยทอแรนซ์ ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน มีเกณฑ์ ดังนี้
ดังตาราง 7 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังตาราง 8

ตาราง 7 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 8 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, pp. 752-761)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในการจัดการศึกษานักศึกษาได้ให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นดัชนีประการหนึ่งที่สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษาดังที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น ความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัด ให้มีคุณภาพ มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 53) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

จันทิมา เมยประโคน (2555, หน้า 25) ได้กล่าวว่า ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านการเรียนของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งทางด้านทักษะปฏิบัติ โดยการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติ และการวัดทางด้านเนื้อหา โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กนกภรณ์ เทสินทโชติ (2560, หน้า 18-19) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากความสามารถและพฤติกรรมเฉพาะบุคคลที่ได้มาจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนการสอน สำหรับตัวชี้วัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มาจากการสังเกตหรือคะแนนที่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลาในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ “คะแนนเฉลี่ย (GPA)”

ปราณี กุลมิน (2560, หน้า 82) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้าน ความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยมซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และ สิ่งต่าง ๆ

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางด้าน ความคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพจากการเรียนรู้หรือการหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ ของผู้เรียน โดยสามารถวัดได้ด้วยการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้าน ของความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการ ประเมินผล และด้านการสร้างสรรค์

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 167-169) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์สามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

จำแนกตามผู้สร้าง

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบซึ่งมัก ออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบ ที่ครูเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตาม หลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการ เปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ครูกำหนดไว้เฉพาะ

จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบทดสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

จำแนกตามการใช้

1. แบบทดสอบความพร้อม (Readiness Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็น สำหรับการเรียนรู้วิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็น ก่อนเริ่มเรียนวิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnosis Test) เป็นแบบทดสอบ ที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญอันเป็นปัญหาของนักเรียน แบบทดสอบมุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่านักเรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหนอันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม
3. แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา และการสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
4. แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบทดสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สัมผัสได้จากมวลงเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาคเรียน

จำแนกตามการแปลผล

1. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้าง และเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับ ความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมาย โดยเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการ ให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

จำแนกตามรูปแบบการตอบ

1. แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply Type)
2. แบบทดสอบความเรียง (Essay Test)
3. แบบทดสอบแบบตอบสั้น (Short Answer)
4. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion)
5. แบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection Type)
6. แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-False)
7. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching)
8. แบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice)

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, หน้า 174-191) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ (Specification of Purpose)

จุดมุ่งหมายของการสอบจะต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test Design)

การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบขอบเขต และแนวทางการสร้างเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบ และแบบทดสอบที่มีคุณภาพ การออกแบบการสร้างแบบทดสอบจะประกอบด้วยกิจกรรมการดำเนินงาน ดังนี้

1. วางแผนการทดสอบ (Testing Plan)
2. กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ (Test Format)
3. สร้างแผนผังการทดสอบ (Testing Map)
4. สร้างผังข้อสอบ (Test Blueprint)

เขียนข้อสอบ (Item Writing)

หลังจากการสร้างตารางผังข้อสอบแล้ว ครูจะมีความพร้อมสำหรับลงมือเขียนข้อสอบ การเขียนข้อสอบเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และยังจะต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน ตลอดจนการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญการเขียน ข้อสอบที่ดีควรมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

1. กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item Specification)
2. ร่างข้อสอบ (Item Drafting)
3. ทบทวนร่างข้อสอบ (Item Review)
4. บรรณาธิการข้อสอบ (Item Editing)

ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Tryout and Analysis)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สำหรับการเรียนการสอนโดยทั่วไป เมื่อสร้าง และทบทวนอย่างดีแล้วก็สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าเป็นไปได้ และต้องการความมั่นใจควรนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับ กลุ่มผู้สอบที่ตั้งใจจะนำไปใช้จริง เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อสอบที่ และนำเชื่อถือจุดประสงค์ของการทดลองใช้ข้อสอบเพื่อให้ได้สารสนเทศว่ากลุ่มตัวอย่างตอบสนองต่อข้อสอบอย่างไร และมีปัญหาอะไรบ้าง การวิเคราะห์ผลการตอบจึงควรกระทำทั้งการวิเคราะห์ทางกายภาพ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมมาจัดรวมเป็นแบบทดสอบที่ต้องการต่อไป

1. การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis)
2. การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบทดสอบ (Assembling the Test)
3. การวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Analysis)

นำแบบทดสอบไปใช้ (Test Administration)

เมื่อมีการเตรียมแบบทดสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การนำแบบทดสอบไปใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ครูจะต้องคำนึงถึงปัจจัยรอบด้านต่าง ๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อการแสดงความสามารถในการตอบคำถามของนักเรียน ตั้งแต่คำสั่ง ระยะเวลาในการตอบ เงื่อนไขการสอบ และการตรวจให้คะแนน

วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ (Test Analysis)

เมื่อได้นำแบบทดสอบไปใช้แล้ว ครูควรนำคะแนนสอบที่ได้มาศึกษาเพื่อทราบลักษณะของคะแนนสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การกระจาย รูปแบบของการกระจาย จากนั้นจึงควรทำการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อทราบคุณภาพของแบบทดสอบทางด้านความเที่ยง และความตรง

ปรับปรุงแบบทดสอบ (Test Revision)

ปรับปรุงแบบทดสอบถามข้อบกพร่องที่พบ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ที่มาจากประชากรเป้าหมายเดียวกัน การนำไปใช้ควรเป็นไปตามเงื่อนไขมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้วทำการวิเคราะห์ซ้ำอีก ถ้าผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพควรพัฒนาปกติวิสัยหรือเกณฑ์ เพื่อเป็นบรรทัดฐานของการเปรียบเทียบความหมายคะแนน และเก็บไว้ในคลังข้อสอบไว้ใช้ต่อไป

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 195) และพิชิต ฤทธิ์จัญญ (2553, หน้า 135–161) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เรา ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์ที่ดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง
3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน
4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า
5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมดก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป
6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียด ตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้อง และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าว ๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใด กลุ่มหนึ่ง

ดังนั้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ง่าย สบาย มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ส่วตัน นียมคำ (2531, หน้า 637) ได้กล่าวว่าการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะของวิชาที่เรียน คือ

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เห็นผลงานปรากฏออกมาให้ทำการสังเกต และการวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน มีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบแบบปากเปล่า การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูผลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็น และบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญาานิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่า สามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2.2 การสอบให้เขียนตอบ เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก โดยมีรูปแบบของคำถามคำตอบอยู่ 4 รูปแบบ คือ 1) แบบทางเลือกทางใดทางหนึ่ง 2) แบบจับคู่ 3) แบบเติมคำ และ 4) แบบเลือกตอบ

ดังนั้นสรุปการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ว่าเป็นการวัดด้านความรู้ ความเข้าใจซึ่งวัดได้ 2 ด้าน คือ ด้านการปฏิบัติ และด้านเนื้อหา

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้มีนักการศึกษา ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายค่าน้อยที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์

จอมภักดิ์ จันทะศักดิ์ (2561, หน้า 167) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลลัพธ์ในแง่บวกจากการปฏิบัติงานด้วยความพยายาม โดยการปรับปรุงแก้ไข ความสามารถ และพัฒนาทักษะในการทำงานของตนเองให้ดีขึ้น โดยผลลัพธ์จากการ ปฏิบัติงานนั้นต้องเชื่อมโยงกับกลยุทธ์ และบรรลุเป้าหมายขององค์การ

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงาน ด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือหรือแบบฝึกต่าง ๆ นั้นก่อนที่จะนำไปใช้เพื่อให้เกิดผล การประเมินได้สมบูรณ์ถูกต้องและมีประสิทธิภาพนั้นต้องหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ชนิดนั้น ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของ เครื่องมือ ดังนี้

เฟิชญู กิจระการ (2544, หน้า 49-51) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ ของสื่อการเรียนการสอนใด ๆ มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหา ประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอน การหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ทั้ง 2 วิธีนี้ต้องทำควบคู่กันไป จึงจะมั่นใจได้ว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ผ่าน กระบวนการหาประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการ หาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียน

การสอนโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนนำมาหาประสิทธิภาพ ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับจะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50–5.00 ค่าที่คำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตารางตามจำนวนของผู้เชี่ยวชาญจึงจะยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์วิธีการนี้สื่อจะนำไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกหัด ทักษะ เป็นต้น ส่วนมากนิยมหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียนหรือแบบทดสอบย่อยโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ เป็นต้น เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความแตกต่างกัน หลายลักษณะ ดังนี้

2.1 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

2.2 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ 32 คน แต่ละคนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนร้อยละ 80 (E_1) ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด 40 คนได้เฉลี่ยร้อยละ 80

2.3 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบคะแนนที่ได้ก่อนเรียนยกตัวอย่าง ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) ดังนี้ สมมตินักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่าแตกต่างจากคะแนนเต็ม (ร้อยละ 100) เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบ

หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 แสดงว่าความแตกต่างของทั้ง 2 ครั้งนี้เท่ากับ $85-10 = 75$ ดังนั้นค่าของ $E_2 = (75/90) \times 100 = 83.33 \%$ ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_2 = 80$)

2.4 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวน ร้อยละ 80 ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าสื่อ ไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่า จุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้น บกพร่องกล่าวโดยสรุปว่า เกณฑ์ การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 2 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชา ประสิทธิภาพของสื่อ เทคโนโลยี การสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1 และ E_2 เป็นตัวเลขตัวแรก และตัวหลัง ตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนนี้เป็นผลรวมของการหาคุณภาพ ทั้งเชิงปริมาณที่เป็นตัวเลข และเชิงคุณภาพที่แสดงเป็นที่เข้าใจดังนั้นประสิทธิภาพของสื่อ การเรียนการสอน จึงเป็นองค์ประกอบรวมของประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์ที่ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังทั้งประสิทธิภาพ และประสิทธิผลนั้น จะนำไปสู่การมีคุณภาพ ซึ่งมักนิยมเรียกรวมกันว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน การวิจัยในครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ไว้ 80/80 โดยใช้ตามความหมายในลักษณะที่ 1 คือตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยได้ จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-Test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10-11) ได้กล่าวถึง วิธีการคำนวณหา ประสิทธิภาพ ซึ่งจะกระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

1. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำ
ระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน
นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\Sigma Y}{B}$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย
ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนน
จากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการ
นำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะที่ประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนน
สอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

2. โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็
สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้
โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกันแล้วหา
ค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของ
แต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนน
จากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

ความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

ปนัดดา ยอดระบำ (2544, หน้า 6) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ที่ชอบ ที่พอใจหรือประทับใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับ โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการทั้งทางด้านร่างกาย และทางด้านจิตใจ บุคคลทุกคนที่มีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่าง และมีความต้องการหลายระดับ ซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะเกิดความพึงพอใจ

สมบัติ บารมี (2551, หน้า 13) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกเป็นสุขที่เกิดจากทัศนคติทางด้านบวกที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นทั้งจากภายในและภายนอกของบุคคล

จิราพร กำจัดทุกข์ (2552, หน้า 23) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เป็นการยอมรับความรู้สึก ที่ยินดีความรู้สึกชอบในการได้รับบริการหรือได้รับการตอบสนองตามความคาดหวังหรือความต้องการที่บุคคลนั้นได้ตั้งไว้

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์ (2559, หน้า 57) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์หรือตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ดังนั้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง นั้นเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียน มีความสุข หรือประทับใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ได้รับ โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการทั้งทางด้านร่างกาย และทางด้านจิตใจ ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์ด้านการเรียนรู้ กิจกรรม สื่อ อุปกรณ์ การวัดประเมินผล และได้รับประโยชน์โดยตรง

การวัดระดับความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้ (อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ, 2535, หน้า 44)

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกตว่าพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามจะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งจะต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดี โดยจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถาม จะต้องออกแบบการสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยรูปแบบ ได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบที่ให้เลือกหรือตอบคำถาม ได้อิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริการ การควบคุมงาน และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

พัฒมาอัสไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐณี โมพันธ์ และมัยดี แวดราแม (2560, หน้า 1) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา 2) เพื่อศึกษาความคิด สร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา 3) เพื่อศึกษาความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านบุเกะ ตาโมง มีตรภาพที่ 128 อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษา นราธิวาส เขต 3 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.86, 0.78 และ 0.69 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Sample t-test) และการหาค่าคะแนนพัฒนาการด้วยวิธีวัดคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ
 หลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างดี และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียน
 วิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 57.12 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 2) นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์
 หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 มีระดับความคิดสร้างสรรค์ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาอยู่ในระดับต่ำ
 กว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี และมีคะแนนพัฒนาการความคิด
 สร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 56.09 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 3) นักเรียนมีความพึงพอใจ
 ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

รัชฎาภรณ์ จันทรวง (2562, หน้า 115) ได้ศึกษาการใช้ STEAM Education
 พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์
 เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้สเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิด
 สร้างสรรค์ของนักเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้
 สเต็มศึกษา 3) ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้
 สเต็มศึกษา 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้สเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง
 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 วิทยาลัยนาฏศิลปอ่างทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
 2561 จำนวน 30 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ดำเนินการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้
 ตามแนวทางสเต็มศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการสอนสเต็มศึกษา
 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้
 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพการจัดการความรู้
 เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นักเรียนโดยใช้สเต็มศึกษา มีค่าเท่ากับ 78.83/78.75
 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
 หลังเรียนโดยใช้สเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 3) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้สเต็มศึกษาสูงกว่า
 ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียน
 โดยใช้สเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีมาก

มัสยา บัวผัน, สิริวารรณ จรัสศรีวิวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เจนจิต (2563, หน้า
 203) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การวิจัย
 ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็ม และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรีเขต 1 จำนวน 20 คน ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็ม จำนวน 6 แผน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดเจตคติวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าทีแบบ One Sample t-test และ Paired t-test ผลการวิจัย พบว่า 1) หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็ม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 85.75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) เจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร (2565, หน้า 142) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ได้สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มสถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67$)

วาสนา กิริติจำเริญ และอิสรา พลนงค์ (2565, หน้า 78–79) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ท่ามกลางวิกฤตการณ์ทางธรรมชาติและผลจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เยาวชน จำเป็นต้องมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สำหรับการรับมือกับวิกฤตการณ์เหล่านี้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก และศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก 3 โรงเรียน จำนวน 47 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมิน ระบบการจัดการเรียนรู้ที่มี ค่า IOC เท่ากับ 1.00 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าทีผลการวิจัย พบว่า ระบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ มี 3 องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) จุดมุ่งหมายทางการเรียนการสอน 2) กิจกรรมการเรียนการสอน และ 3) การประเมินผล สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนของระบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวสเต็มศึกษา 7 ขั้นตอน ร่วมกับชุดกิจกรรม จำนวน 4 ชุด คือ กิจกรรมตีกระพ้อ กิจกรรมเรือกู้ภัย กิจกรรมกัณฑ์มหัศจรรย์ และกิจกรรมเจสซี่แสนอร่อย ที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น จึงเป็นแนวทางในการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนขนาดเล็กที่มีครูวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในจำนวนที่จำกัด

งานวิจัยต่างประเทศ

Rahmawati, Ridwan, Hadinugrahaningsih, & Soeprijanto (2019, p. 1) งานวิจัยนี้อธิบายถึงปีที่สองของการศึกษาระยะยาวสองปีของการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ (STEAM) ในการเรียนรู้เคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีการสำรวจความสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ การศึกษานี้มีนักเรียนชั้นปีที่ 11 จำนวน 76 คนจากโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 แห่งในอินโดนีเซีย การบูรณาการ STEAM ถูกนำมาใช้ในการสอนกรด และเบสผ่านโครงงานรูปแบบการเรียนรู้ การวิจัยนี้ใช้แนวทางเชิงคุณภาพเพื่อสำรวจการบูรณาการ STEAM ในวิชาเคมี การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสังเกต สัมภาษณ์ วารสารเชิงวิพากษ์ การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคิดสร้างสรรค์ นักศึกษาพัฒนาโครงงาน STEAM โดยการผสานแนวคิดทางเคมีเข้ากับหลักการ STEAM แล้ววิเคราะห์ผลการศึกษารูปแบบรูปแบบที่พบในแหล่งข้อมูลต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การศึกษาเผชิญกับความท้าทายของการบูรณาการ STEAM กับแนวคิดทางเคมี การเพิ่มขีดความสามารถของครู การมีส่วนร่วมของนักเรียน และการจัดการเวลา และทรัพยากร การบูรณาการ STEAM เปิดโอกาสให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิชาเคมี และการพัฒนาทักษะการคิดในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องของหลักสูตรในปัจจุบัน

Suganda, Latifah, Irwandani, Putri Sari, Rahmayanti, Ichsan, & Rahman, (2021, p. 1) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในการเรียนฟิสิกส์ที่โรงเรียน การเรียนรู้ถือว่าสามารถรองรับความสามารถของนักเรียนจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความเข้าใจ และทักษะการคิดขั้นสูง งานวิจัยนี้อธิบายวิธีที่การเรียนรู้ STEAM รองรับทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านการศึกษาการวิเคราะห์ การศึกษาได้ดำเนินการโดยรวบรวมบทความในฐานข้อมูล Scopus, DOAJ และ ERIC บทความที่ได้รับการคัดเลือกทั้งหมด 16 บทความ โดยอิงตาม STEAM และคีย์เวิร์ดของทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ได้รับการวิเคราะห์ผ่าน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การปฐมนิเทศ การวางแผนความคิด การสืบค้น การอภิปราย และข้อสรุป ผลการวิเคราะห์ พบว่า STEAM สามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน STEAM สามารถรวมเข้ากับแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมได้ อย่างไรก็ตามการวิจัยเกี่ยวกับ STEAM และทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ยังไม่ได้ดำเนินการมากนักในด้านฟิสิกส์

Khamhaengpol, Sriprom, & Chuamchaitrakool (2021, p. 1) งานวิจัยนี้เป็น การพัฒนากิจกรรมเสริม เรื่อง นาโนเทคโนโลยี เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills: BSPS) และกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม (Engineering Design Process: EDP) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นาโนเทคโนโลยี และวัสดุศาสตร์ มีการนำมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายด้าน กิจกรรมนาโน เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ ได้บูรณาการองค์ความรู้ด้านต่าง ๆ กับความคิด สร้างสรรค์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เรื่อง นาโนเทคโนโลยี แรงตึงผิว คุณสมบัติ ของวัสดุนาโนที่พบในธรรมชาติ เช่น ใบบัว ดินตึกแก ปีกผีเสื้อ เป็นต้น, เทคโนโลยี (Technology: T) การสืบค้นข้อมูล โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต, วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ประกอบด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน สำหรับใช้ ในการการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาและตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่าง เหมาะสมกับสถานการณ์, คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เป็นการใช้ความรู้ทาง คณิตศาสตร์พื้นฐานเพื่อแก้โจทย์ปัญหา และศิลปะ (Arts: A) เช่น การวาดภาพ การสื่อสาร แนวคิดในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในจังหวัดสกลนคร ทั้งหมด 4 โรงเรียน รวมจำนวน 180 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน รวมทั้งสิ้น 46 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมนาโนเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมของนักเรียนได้ โดยคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของนักเรียนด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (BSPS) มีค่าเท่ากับ 9.17 (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) จัดอยู่ในระดับดี และคะแนนเฉลี่ยด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP) มีค่าเท่ากับ 1.46 คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน) จัดอยู่ในระดับพอใช้ นอกจากนี้งานวิจัยยังได้พบข้อมูลที่น่าสนใจ ด้วยว่ากิจกรรมเสริมศึกษา เรื่อง นาโนเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นตามขั้นตอนกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยมีการใช้ศิลปะเข้ามามีส่วนร่วมสามารถช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐานต่ำ

Ahmad, Astriani, Alfahnum, & Setyowati (2021, p. 103) การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้ก่อนใช้วิธี สเต็มศึกษา และการเรียนรู้หลังจากใช้วิธีสเต็มศึกษา โดยที่ผู้วิจัยวิเคราะห์กระบวนการ กิจกรรมของนักเรียนในการเรียนรู้ ได้แก่ การทำสื่อการเรียนรู้เพื่อกำหนดความสามารถ ของนักเรียนในการคิดอย่างสร้างสรรค์ในการพัฒนาความรู้ของนักเรียนในการศึกษาข้อมูล

การวิจัยนักวิจัยใช้การประเมินเครื่องมืออ้างอิงคะแนน ซึ่งการประเมินผลขั้นสุดท้ายได้รับการประเมินโดยอาจารย์ประจำวิชา อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนรู้ และอาจารย์ด้านภาษาศาสตร์ เพื่อหาว่ามีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ในแต่ละกระบวนการเรียนรู้ก่อน และหลังการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้การทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบทดสอบหาค่า t -test เพื่อหาว่ามีการเปลี่ยนแปลงในความสามารถในเชิงบวกหรือไม่ กล่าวคือ ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ก่อนและหลังการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้การทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบทดสอบค่า t -test เพื่อค้นหาผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้เฉลี่ยก่อนและหลังเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ย 2.26 ก่อนใช้วิธีสเต็มศึกษาในการเรียนรู้ ซึ่งเท่ากับ 78.26 โดยผลการทดสอบวิเคราะห์ห่อธิบายว่าวิธีการเรียนรู้โดยใช้วิธีสเต็มศึกษาส่งผลดีต่อการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญก่อนและหลังการเรียนรู้ โดยใช้วิธี STEAM ส่งผลให้ได้รับประสบการณ์ตรงผ่านกระบวนการทำงานของโครงการ

Khamhangpol, Phewphong, & Chuamchaitrakool (2022, p. 736) งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมสเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเทคโนโลยีการผลิตและวิธีการตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซลได้มีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง วัตถุประสงค์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์ในการนำมาผลิตไบโอดีเซล ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงควรได้รับการเรียนรู้เกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลที่ทันสมัย เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและตรวจสอบคุณภาพค่อนข้างมีราคาแพง เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมสเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย กิจกรรมสเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ได้บูรณาการความรู้ด้านต่าง ๆ เข้ากับศิลปะ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S), เทคโนโลยี (Technology: T), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E), คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) และศิลปะ (Arts: A) ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมสเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตไบโอดีเซลที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนได้ โดยพบว่า คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนอยู่ในช่วงร้อยละ 90-94 จัดอยู่ในระดับดีมาก และกิจกรรมสเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตไบโอดีเซลยังช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในทดลองทางเคมี ได้เปิดโอกาส

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถตัดสินใจเลือกวัตถุดิบในการนำไปผลิตไบโอดีเซลได้เอง เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด นอกจากนี้ศิลปะสามารถช่วยให้นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานน้อยที่สุดได้รับคะแนนยอดเยี่ยม (Popular Vote) สูงสุดจากเพื่อนร่วมกิจกรรม

Kim & Chae (2016, pp. 1933–1934) ได้ศึกษาการพัฒนาและประยุกต์ใช้โปรแกรมสตีมในวัฒนธรรมดั้งเดิมของเกาหลี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรม STEAM โดยใช้เสียงเกาหลีเป็นรูปแบบของวัฒนธรรม เกาหลีดั้งเดิม และเพื่อสำรวจผลของการประยุกต์ใช้โปรแกรม STEAM ในบริบทของการเรียน การสอนเครื่องดนตรีเกาหลีแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจ ในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบโปรแกรมสตีมอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า สตีมศึกษามีประสิทธิภาพทำให้เกิดการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากได้รับการเรียนรู้ ซึ่งในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมาก โดยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มีความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ โดยใช้สถานการณ์จริง สิ่งที่พบรอบตัวของนักเรียนเป็นตัวกระตุ้นที่ทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้ประโยชน์สูงสุด โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ วางแผนการแก้ปัญหาและการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์ และทักษะอื่น ๆ เพื่อนำมาปรับใช้ในการแก้ปัญหา และนำไปปรับใช้ในชีวิตได้จริง ทั้งยังส่งผลให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นความคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ และเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่าง กล้าคิด กล้าลงมือทำ กล้าแสดงออกที่หลากหลาย ทำสิ่งแปลกใหม่ สามารถคิดนอกกรอบจากเนื้อหาในหนังสือเรียน รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีม สามารถนำกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ ของสตีมศึกษาที่ได้เรียนรู้มาปรับใช้ได้โดยตรง ประเด็น แก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด มีการวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดพัฒนาศักยภาพของตนเองได้ เพราะในปัจจุบันโลกของการใช้ชีวิตนั้นมีการแข่งขันด้านความรู้ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ที่พัฒนาก้าวหน้า และแข่งขันกันสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา เพื่อนำมาพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการ
จัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
จำนวน 14 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 557 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม
(Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 133) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 9

ตาราง 9 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง
(One Group Pre-test and Post-test Design)

กลุ่ม	การทดสอบ ก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบ หลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง (E)	T_1	X	T_2

T_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบ ลิเคิร์ท (Likert) โดยวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่จะได้รับจำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการ สร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา และสาระการเรียนรู้ ตลอดจนขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1.1.3 ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้
จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ สมรรถนะสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีสอน/
กิจกรรมการสอน ภาระชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล ของเนื้อหาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ดังตาราง 10

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ความคิดสร้างสรรค์ วิิธีสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือการวัดผลประเมินผล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระงานชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว.3.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศของโลกและอธิบายประโยชน์ของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้น	- การแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศ	1. อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้นได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 3. ทักษะการจำแนก 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการสรุปลงความเห็น	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	1. ใบงาน/ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผา 3. ชิ้นงานบ้านลดอุณหภูมิอากาศ	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามความพึงพอใจ 4. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระงาน ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ 3. อยู่อย่าง พอเพียง 4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ				

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระงานชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว.3.2 ม.1/2 วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ	- อธิบายการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ	1. ทักษะการสังเกต	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบ สติมคึกษา	1. ใบงาน/ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน กังหันลม สารพัดประโยชน์ 3. ชิ้นงาน การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามความพึงพอใจ 4. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระงาน ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
				3. อยู่อย่างพอเพียง 4. มุ่งมั่นในการทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ				

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระงานชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว.3.2 ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 3. ทักษะการพยากรณ์ 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	สมรรถนะสำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	1. ใบงาน/ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงานลดความซับซ้อน อย่างไรดี 3. ชิ้นงานแผนฉนวนกันความร้อน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามความพึงพอใจ 4. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 10 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระงาน ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
			6. ทักษะการสรุป ลงความ เห็น	3. อยู่อย่างพอเพียง 4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ				

1.1.4 ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้
ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากหนังสือ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถกำหนดหัวข้อได้
ดังนี้

1. บรรยากาศของเรา
2. อุณหภูมิอากาศ
3. ความกดอากาศและลม
4. เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ
5. ความชื้น
6. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อนและ
หลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้
กับความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม
และความคิดละเอียดลออ ดังรายละเอียด แสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิด
สร้างสรรค์

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	กิจกรรมฝึกความคิด สร้างสรรค์	ความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
1	บรรยากาศของเรา	✓	✓	✓	✓	3
2	อุณหภูมิอากาศ	✓	✓	✓	✓	3
3	ความกดอากาศและลม	✓	✓	✓	✓	3
4	เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์ อากาศ	✓	✓	✓	✓	3

ตาราง 11 (ต่อ)

แผนการจัดการ จัดการ เรียนรู้ที่	กิจกรรมฝึกความคิด สร้างสรรค์	ความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
5	ความความชื่น	✓	✓	✓	✓	3
6	การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	✓	✓	✓	✓	3
รวม		6	6	6	6	18

**หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ใน
แผนการจัดการเรียนรู้

ในแต่ละแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐาน
การเรียนรู้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญจุดประสงค์
การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา และขั้นการสอนการจัดการจัดการการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง
ด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช่ว่าสอดคล้องกับจัดการเรียนรู้แบบ
สเต็มศึกษาหรือไม่ เพียงใด จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ
เปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความ
ถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการ
จัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน
(ภาคผนวก ก) ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์ประจำสาขา
วิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. นางวนิดา โคตรพิศ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

3. นางรัชณี วรรณสิริ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด,
2545, หน้า 64-69)

ให้คะแนนเป็น +1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้
ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

นำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index
of Item-Objective Congruence: IOC) โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.00 ถือว่ามีความสอดคล้อง
โดยแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน (ภาคผนวก ข)

1.1.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญใน
ด้านความชัดเจนของข้อความถาม

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำไป
หาค่าเฉลี่ยของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน โดยใช้แบบประเมิน
ที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545,
หน้า 69-71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ได้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ได้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ได้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ได้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ได้ 1 คะแนน

เกณฑ์และการแปลความหมาย

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

โดยคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน มีค่าเฉลี่ย 5.00

มีความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข)

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุง แก้ไขแล้ว ไปทดลองสอน (Try Out) กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 หลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

2.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
 กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนในด้านความคิด
 คล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ
 เป็นสื่อในการทดสอบ (Think Creativity with Pictures) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) การสร้างรูปภาพจำลอง
- 2) การต่อเติมรูปภาพจำลอง
- 3) เส้น

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนในด้านความคิดริเริ่ม
 ความคิดละเอียดลออ และนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม	จำนวน ข้อ	ประเมินความความคิดสร้างสรรค์				รวมองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	✓	✓	-	-	2
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของ เหตุการณ์	1	✓	✓	-	-	2
3. เขียนประโยชน์พิเศษของ สิ่งของที่กำหนดให้	1	✓	✓	-	-	2
4. การสร้างรูปภาพจำลอง	1	-	-	✓	-	1
5. การต่อเติมรูปภาพจำลอง	1	-	-	-	✓	1
6. เส้น	1	-	-	✓	✓	2
รวม	6	3	3	2	2	10

**หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ใน
 แบบทดสอบ

2.1.3 ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ความสามารถทางการคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และมีความละเอียดลออในผลงาน ชิ้นงาน ซึ่งแนวการตรวจให้คะแนนของผู้วิจัยมีดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดยทอแรนซ์ ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 11 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังตาราง 11 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 14 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, pp. 752-761)

2.1.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิด คล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ของขั้นตอนและกิจกรรมต่าง ๆ ให้คำแนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ประเมินแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อทำการ ประเมินแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและใช้คะแนน ดังนี้ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน และภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์สอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์สอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.00 ถือว่ามีความ สอดคล้อง

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงแก้ไข

ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้นนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.1.8 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.71 (ภาคผนวก ข)

2.1.9 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ไปจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 40 คน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขั้นตอน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ สมนึก ภัททิยธนี (2544, หน้า 11-20)

2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ด้าน โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ ดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรม
ด้านพุทธิพิสัย ในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ที่ต้องการวัด 6 ด้าน						รวม
	ด้านความจำ	ด้านความเข้าใจ	ด้านการประยุกต์ใช้	ด้านการวิเคราะห์	ด้านการประเมินค่า	ด้านการคิดสร้างสรรค์	
1) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่ง ชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบ ประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น	1	0	0	1	1	1	4
2) อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้า อากาศ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	2	3	2	2	1	1	11
3) เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุ ฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตน ให้เหมาะสมและปลอดภัย	2	3	1	2	4	2	14
4) อธิบายการพยากรณ์อากาศ และ พยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	1	1	0	1	0	0	3
5) ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์ อากาศโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติ ตนและการใช้ประโยชน์ จากคำพยากรณ์อากาศ	0	0	2	0	1	0	3

ตาราง 15 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ที่ต้องการวัด 6 ด้าน						รวม
	ด้านความจำ	ด้านความเข้าใจ	ด้านการประยุกต์ใช้	ด้านการวิเคราะห์	ด้านการประเมินค่า	ด้านการคิดสร้างสรรค์	
6) อธิบายสถานการณ์และผลกระทบ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้	0	0	0	1	1	0	2
7) ตระหนักถึงผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดย นำเสนอแนวทางการปฏิบัติตน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	0	1	1	0	0	1	3
รวมจำนวนข้อ	6	8	6	7	8	5	40

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอ
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและเสนอแนะปรับปรุงแบบทดสอบ
ให้เหมาะสม

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ประเมินแล้วพร้อม
แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม 3 คน เพื่อทำการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความคิดเห็นและให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนนเป็น +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.2.5 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามีความสอดคล้อง

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.7 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81 ซึ่งผลการ วิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.38–0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20–0.55 (ภาคผนวก ข)

2.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1/3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน

2.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ และสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) เป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

2.3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบสอบถามความพึงพอใจไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.3.4 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.00 ถือว่ามีความสอดคล้อง

2.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา จำนวน 40 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ HE 66-106

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้นักเรียนเข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

1.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)

1.7 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมิน ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 15)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ย จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

Σx แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Σx แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

Σx^2 แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา (IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 183-185) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

ΣR แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 วิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81)

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

เมื่อ p แทน ระดับความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 87-89)

$$r = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ

n_1 แทน จำนวนคนกลุ่มสูง

n_2 แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำ

U แทน จำนวนกลุ่มคนตอบถูก

L แทน จำนวนกลุ่มคนตอบผิด

2.4 หาค่าความเที่ยงตรง หรือค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร
KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder, 1991, p. 873)

$$\text{KR-20 หรือ } r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ (R/N)

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ $= 1-p$

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธี
สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

N แทน จำนวนข้อของแบบวัด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (เพชัญ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) ดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่าง
 ของนักเรียนทุกคน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

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

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

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ (t-test for Dependent Sample) (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 109) ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
 เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ของกลุ่มเป้าหมายครบทุกหน่วย แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับ เกณฑ์ 5 ระดับ เป็นการประมาณค่าของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
 2. ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
- ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
E_2	แทน	ประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
D	แทน	ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง

t	แทน	สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤต
**	แทน	ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ติดตามดูพฤติกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจของนักเรียน
2. การสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
3. ตรวจสอบผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้รับมอบหมายโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. การนำเสนอผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงคุณภาพแยกเป็น 3 ด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์
มาตรฐาน 80/80

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการหา
ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำ ชิ้นงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละ
แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน และการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากค่า
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 16

ตาราง 16 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง
ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	N	คะแนน เต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
1. บรรยายอากาศของเรา	40	20	16.18	0.78	80.88
2. อุณหภูมิอากาศ	40	20	16.51	0.81	82.13
3. ความกดอากาศและลม	40	20	16.44	1.04	82.25
4. เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ	40	20	17.36	0.84	86.88
5. ความชื้น	40	20	16.40	0.87	81.88
6. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	40	20	17.30	0.85	86.50
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน	40	120	94.35	2.34	78.63
รวม	40	240	194.45	3.43	80.83

จากตาราง 16 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบ หลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 194.45

ตาราง 17 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์	40	100	81.83	3.43	81.83
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40	30	25.38	1.78	84.58
รวม		130	107.20	3.81	82.46

จากตาราง 17 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดสอบเสร็จสิ้นลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107.20

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) โดยใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	40	240	194.45	3.43	80.83
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	40	130	107.20	3.81	82.46
$E_1/E_2 = 80.83/82.46$					

จากตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 80.83 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 82.46 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิเคราะห์แสดง ดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.	คะแนนรวม
ก่อนเรียน	40	100	ความคิดคล่องแคล่ว	14.70	1.91	69.25
			ความคิดยืดหยุ่น	19.10	2.22	
			ความคิดริเริ่ม	18.90	1.95	
			ความคิดละเอียดลออ	16.65	2.26	
หลังเรียน	40	100	ความคิดคล่องแคล่ว	18.18	1.82	81.83
			ความคิดยืดหยุ่น	22.80	2.13	
			ความคิดริเริ่ม	21.60	1.72	
			ความคิดละเอียดลออ	19.25	2.23	

จากตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.10 คะแนน 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.90 คะแนน 3) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.65 คะแนน และ 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.70 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ ก่อนเรียน เท่ากับ 69.25 คะแนน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา นักเรียน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.80 คะแนน 2) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 21.60 คะแนน 3) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.25 คะแนน และ 4) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.18 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิด สรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบหลังเรียนเท่ากับ 81.83 คะแนน แสดงว่า ความคิด สรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็น อิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ความคิดสร้างสรรค์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	100	69.25	2.78	23.96**
หลังเรียน	40	100	81.83	3.43	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 39 t = 2.42)

จากตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.25 คะแนน และ 81.83 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ผลการ

วิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 23.96 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 21

ตาราง 21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	30	13.23	1.51	31.19**
หลังเรียน	40	30	25.38	1.78	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 39$ $t = 2.42$)

จากตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนนั้นมีคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.23 คะแนน และ 25.38 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 31.19 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 39) มีค่า t เท่ากับ 2.42 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้			
1) นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	4.70	0.46	มากที่สุด
2) เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.65	0.48	มากที่สุด
3) เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	4.78	0.42	มากที่สุด
4) เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	4.68	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน	4.70		มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหา	4.74	0.44	มากที่สุด
6) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.83	0.38	มากที่สุด
7) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์	4.85	0.36	มากที่สุด
8) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	4.55	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน	4.74		มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้			
9) สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.65	0.48	มากที่สุด
10) สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	4.70	0.46	มากที่สุด
11) สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	4.68	0.47	มากที่สุด
12) สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสามารถบูรณาการความรู้ในวิชาอื่น ๆ ได้	4.75	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน	4.69		มากที่สุด
4. ด้านการวัดและการประเมินผล			
13) นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	4.63	0.49	มากที่สุด
14) มีการวัดและประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลายได้แก่การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.65	0.48	มากที่สุด
15) วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	4.73	0.45	มากที่สุด
16) การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพ และยุติธรรม	4.80	0.41	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน	4.70		มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
17) การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.83	0.38	มากที่สุด
18) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.38	0.49	มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
19) การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	4.58	0.50	มากที่สุด
20) การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผลมากขึ้น	4.70	0.46	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน	4.62		มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.69		มากที่สุด

จากตาราง 22 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาตามรายด้าน โดยมีค่าเฉลี่ยเรียงจากสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.74 และข้อที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.85 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.70 และข้อที่ 3 เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.78 3) ด้านการวัดและการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.70 และข้อที่ 16 การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพและยุติธรรม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.80 4) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.69 และข้อที่ 12 สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา สามารถบูรณาการความรู้ในวิชาอื่น ๆ ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.75 และ 5) ด้านด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.62 และข้อที่ 17 การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.83 โดยได้รวมแปลผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้ง 5 ด้าน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสังเกต ติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยการการสัมภาษณ์ และซักถาม ตรวจสอบงาน ชิ้นงาน การนำเสนอผลงาน จากการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา โดยที่ได้นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อที่ใช้แก้ปัญหา นักเรียนลงมือปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีพฤติกรรมที่ดีให้ความสนใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมาก มีความสนใจในการเรียนรู้ที่มากขึ้น สนุกสนานไปกิจกรรมสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่ได้รับ

2. จากการสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ดังนี้

“ผมชอบการเรียนรู้ลักษณะนี้มากครับ ทำผมได้ลงมือทำกิจกรรม และได้ออกแบบในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการพูดคุยกับเพื่อนมากขึ้น และช่วยกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ”

“หนูรู้สึกชอบมากค่ะ เป็นสิ่งที่นอกเหนือจากเนื้อหาในหนังสือเรียน ทำให้หนูได้ลงมือทำสิ่งใหม่ ๆ มากขึ้น ได้มีกระบวนการคิดที่ดีและรวดเร็ว รู้จักการวางแผน อย่างเป็นขั้นตอน”

“รู้สึกสนุกค่ะ เพราะหนูไม่เคยเรียนในรูปแบบนี้มาก่อน ตอนแรกหนูไม่เข้าใจในกิจกรรม พอได้เริ่มทำกิจกรรมแบบนี้บ่อยครั้ง ทำให้หนูเข้าใจในกิจกรรม ในเนื้อหา และสนุกกับการเรียนมากยิ่งขึ้นค่ะ”

“หนูอยากเรียนอยากทำกิจกรรมแบบนี้อีก หนูอยากให้ถึงคาบ วิทยาศาสตร์เร็ว ๆ เลยค่ะ หนูไม่ค่อยเก่งในด้านทฤษฎีแต่ด้านปฏิบัติหนูชอบมากค่ะ”

3. ผลงาน ชิ้นงาน ของนักเรียนทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ได้ร่วมกันคิดประดิษฐ์ชิ้นงานนั้น มีการออกแบบได้อย่างสร้างสรรค์ มีความแปลกแปลกใหม่ มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ และนักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้อย่างเต็มที่

4. การนำเสนอผลงานของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ นักเรียนได้นำเสนอชิ้นงาน ผ่านการปริกษาสมาชิกภายในกลุ่มว่าจะนำเสนอออกมาอย่างไรให้ชิ้นงานมีความน่าสนใจ และอธิบายแต่ละส่วนของชิ้นงานให้ครูและเพื่อน ๆ ได้เข้าใจถึงชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขึ้น ผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมากระบวนกรคิด มีหลักการนำเสนอ กล้าพูด กล้าแสดงออก มั่นใจต่อตนเองในการนำเสนอ

บรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวประกอบ
2, 3, 4, 5, 6, และ 7 ดังนี้



ภาพประกอบ 2 บรรยากาศในการทำกิจกรรมเครื่องบินตะลุยันบรรยากาศ
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง บรรยากาศของเรา



ภาพประกอบ 3 บรรยากาศในการทำกิจกรรมนักวิทย์กับอุณหภูมิอากาศ
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง อุณหภูมิอากาศ



ภาพประกอบ 4 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมกั้นหลุมสารพัดประโยชน์
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง ความกดอากาศและลม



ภาพประกอบ 5 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมการพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง เมฆ ฝน พายุ
และการพยากรณ์อากาศ



ภาพประกอบ 6 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมลดความชื้นอย่างไรดี
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง ความชื้น



ภาพประกอบ 7 บรรยายภาคในการทำกิจกรรมแผ่นฉนวนกันความร้อน
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

จากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน
6 แผน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมและสร้างชิ้นงาน ดังตาราง 23

ตาราง 23 ผลงานการทำกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	ชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 1 บรรยากาศของเรา	เครื่องบินตะลุยัน บรรยากาศ	
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 อุณหภูมิอากาศ	บ้านลดอุณหภูมิอากาศ	
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 ความกดอากาศ และลม	กังหันลมสารพัดประโยชน์	

ตาราง 23 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	ชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 4 เมฆ ฝน พายุ และ การพยากรณ์อากาศ	การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ	
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 5 ความชื้น	ลดความชื้นอย่างไรดี	
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 6 การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	แผ่นฉนวนกันความร้อน	

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

2.1 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่ว
และด้านความคิดยืดหยุ่น ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิด
คล่องแคล่วและด้านความคิดยืดหยุ่น ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลง
ลมฟ้าอากาศ ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 24

ตาราง 24 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่ว
ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการ
เปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่ 1

คำตอบของนักเรียน

ก่อนเรียน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

ข้อชี้แจง : ให้นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุสาเหตุจากภาพที่กำหนดให้ ระบุได้หลายสาเหตุได้หลากหลายด้าน และระบุได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที

เหตุการณ์ที่ 1 อุณหภูมิอากาศที่แตกต่างกัน



ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 109

1. สาเหตุจาก...ธรรมชาติ...	2. สาเหตุจาก...มนุษย์...	3. สาเหตุจาก...อุตสาหกรรม...
1. ...	1. ...	1. ...
2. ...	2. ...	2. ...
3. ...	3. ...	3. ...
4. ...	4. ...	4. ...
5. ...	5. ...	5. ...

หลังเรียน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

ข้อชี้แจง : ให้นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุสาเหตุจากภาพที่กำหนดให้ ระบุได้หลายสาเหตุได้หลากหลายด้าน และระบุได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที

เหตุการณ์ที่ 1 อุณหภูมิอากาศที่แตกต่างกัน



ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 109

1. สาเหตุจาก...ธรรมชาติ...	2. สาเหตุจาก...มนุษย์...	3. สาเหตุจาก...อุตสาหกรรม...
1. ...	1. ...	1. ...
2. ...	2. ...	2. ...
3. ...	3. ...	3. ...
4. ...	4. ...	4. ...
5. ...	5. ...	5. ...

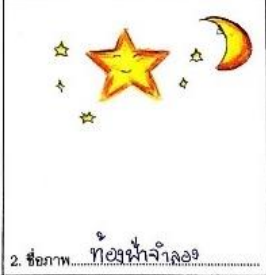
กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่ 2				
คำตอบของนักเรียน				
ก่อนเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคงแคล้ว และความคิดยืดหยุ่น คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุผลจากภาพที่กำหนดให้ ระบุผลให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที เหตุการณ์ที่ 1 จุดหมอกสีขาวที่แตกต่างกัน  ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 109 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 33.33%; vertical-align: top;"> 1. ผลจาก การเปลี่ยนแปลง ข้อสังเกต..... 1. 2. 3. 4. 5. </td> <td style="width: 33.33%; vertical-align: top;"> 2. ผลจาก บริเวณพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5. </td> <td style="width: 33.33%; vertical-align: top;"> 3. ผลจาก ปริมาณแสง และพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5. </td> </tr> </table>	1. ผลจาก การเปลี่ยนแปลง ข้อสังเกต 1. 2. 3. 4. 5.	2. ผลจาก บริเวณพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.	3. ผลจาก ปริมาณแสง และพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.
1. ผลจาก การเปลี่ยนแปลง ข้อสังเกต 1. 2. 3. 4. 5.	2. ผลจาก บริเวณพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.	3. ผลจาก ปริมาณแสง และพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.		
หลังเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคงแคล้ว และความคิดยืดหยุ่น คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุผลจากภาพที่กำหนดให้ ระบุผลให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที เหตุการณ์ที่ 1 จุดหมอกสีขาวที่แตกต่างกัน  ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 109 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 33.33%; vertical-align: top;"> 1. ผลจาก การเปลี่ยนแปลง ข้อสังเกต..... 1. 2. 3. 4. 5. </td> <td style="width: 33.33%; vertical-align: top;"> 2. ผลจาก บริเวณพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5. </td> <td style="width: 33.33%; vertical-align: top;"> 3. ผลจาก ปริมาณแสง และพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5. </td> </tr> </table>	1. ผลจาก การเปลี่ยนแปลง ข้อสังเกต 1. 2. 3. 4. 5.	2. ผลจาก บริเวณพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.	3. ผลจาก ปริมาณแสง และพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.
1. ผลจาก การเปลี่ยนแปลง ข้อสังเกต 1. 2. 3. 4. 5.	2. ผลจาก บริเวณพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.	3. ผลจาก ปริมาณแสง และพื้นที่ 1. 2. 3. 4. 5.		

ตาราง 24 (ต่อ)

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่ 3																			
คำตอบของนักเรียน																			
ก่อนเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น ชี้แจง จงพิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม คำสั่ง : ให้นักเรียนระบุประโยชน์พิเศษจากสิ่งของที่กำหนดให้ มาให้ได้หลากหลายด้าน และให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที 1. ต้นไม้  ที่มา : https://brewpubkitchen.com <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">1. ประโยชน์ด้าน...ภูมิโรค...</th> <th style="width: 33%;">2. ประโยชน์ด้าน...ไม่โรค...</th> <th style="width: 33%;">3. ประโยชน์ด้าน.....อุตสาหกรรม.....</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. ทำเป็นกระถางไม้</td> <td>1. ทำไม้ค้ำยัน</td> <td>1. ทำร่มไม้</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>2. ปลูกอาหาร</td> <td>2.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>3.</td> <td>3.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>4.</td> <td>4.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>5.</td> <td>5.</td> </tr> </tbody> </table>	1. ประโยชน์ด้าน...ภูมิโรค...	2. ประโยชน์ด้าน...ไม่โรค...	3. ประโยชน์ด้าน.....อุตสาหกรรม.....	1. ทำเป็นกระถางไม้	1. ทำไม้ค้ำยัน	1. ทำร่มไม้	2.	2. ปลูกอาหาร	2.	3.	3.	3.	4.	4.	4.	5.	5.	5.
1. ประโยชน์ด้าน...ภูมิโรค...	2. ประโยชน์ด้าน...ไม่โรค...	3. ประโยชน์ด้าน.....อุตสาหกรรม.....																	
1. ทำเป็นกระถางไม้	1. ทำไม้ค้ำยัน	1. ทำร่มไม้																	
2.	2. ปลูกอาหาร	2.																	
3.	3.	3.																	
4.	4.	4.																	
5.	5.	5.																	
หลังเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น ชี้แจง จงพิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม คำสั่ง : ให้นักเรียนระบุประโยชน์พิเศษจากสิ่งของที่กำหนดให้ มาให้ได้หลากหลายด้าน และให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที 1. ต้นไม้  ที่มา : https://brewpubkitchen.com <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">1. ประโยชน์ด้าน...ภูมิโรค...</th> <th style="width: 33%;">2. ประโยชน์ด้าน...ไม่โรค...</th> <th style="width: 33%;">3. ประโยชน์ด้าน.....อุตสาหกรรม.....</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. ไม้แปรรูป</td> <td>1. ไม้ค้ำยัน</td> <td>1. ไม้ค้ำยัน</td> </tr> <tr> <td>2. ไม้ค้ำยัน</td> <td>2. ไม้ค้ำยัน</td> <td>2. ไม้ค้ำยัน</td> </tr> <tr> <td>3. ไม้ค้ำยัน</td> <td>3. ไม้ค้ำยัน</td> <td>3. ไม้ค้ำยัน</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>4.</td> <td>4.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>5.</td> <td>5.</td> </tr> </tbody> </table>	1. ประโยชน์ด้าน...ภูมิโรค...	2. ประโยชน์ด้าน...ไม่โรค...	3. ประโยชน์ด้าน.....อุตสาหกรรม.....	1. ไม้แปรรูป	1. ไม้ค้ำยัน	1. ไม้ค้ำยัน	2. ไม้ค้ำยัน	2. ไม้ค้ำยัน	2. ไม้ค้ำยัน	3. ไม้ค้ำยัน	3. ไม้ค้ำยัน	3. ไม้ค้ำยัน	4.	4.	4.	5.	5.	5.
1. ประโยชน์ด้าน...ภูมิโรค...	2. ประโยชน์ด้าน...ไม่โรค...	3. ประโยชน์ด้าน.....อุตสาหกรรม.....																	
1. ไม้แปรรูป	1. ไม้ค้ำยัน	1. ไม้ค้ำยัน																	
2. ไม้ค้ำยัน	2. ไม้ค้ำยัน	2. ไม้ค้ำยัน																	
3. ไม้ค้ำยัน	3. ไม้ค้ำยัน	3. ไม้ค้ำยัน																	
4.	4.	4.																	
5.	5.	5.																	

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่ 4

คำตอบของนักเรียน

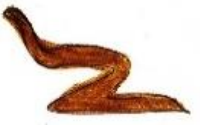
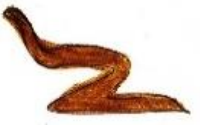
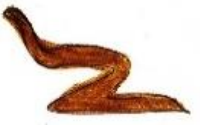
ก่อนเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างภาพตามแนวคิดของตนเอง จากรูปที่กำหนดให้ โดยจะสร้างภาพก็ได้ ให้ความแปลกใหม่ น่าตื่นเต้น และมีความน่าสนใจมากที่สุด แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที 1.  2.  3.  4.   1. ชื่อภาพ...เด็กถือลูกบอล  2. ชื่อภาพ...กรวยสีม่วง
หลังเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างภาพตามแนวคิดของตนเอง จากรูปที่กำหนดให้ โดยจะสร้างภาพก็ได้ ให้ความแปลกใหม่ น่าตื่นเต้น และมีความน่าสนใจมากที่สุด แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที 1.  2.  3.  4.   1. ชื่อภาพ...ป้ายเตือน  2. ชื่อภาพ...ท้องฟ้าจำลอง

ตาราง 24 (ต่อ)

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่ 5	
คำตอบของนักเรียน	
ก่อนเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ ทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ คำชี้แจง ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ภาพมีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจมากขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที  1. ชื่อภาพ <u>นางพิกซัส</u> ที่มา : https://pixabay.com/th/illustrations/search/ระบายสี/  2. ชื่อภาพ <u>จักรยาน ขาเงา</u> ที่มา : https://www.istockphoto.com/th/เวกเตอร์/สมุดระบายสีสำหรับเด็ก-จักรยาน-gm687749652-126652097
หลังเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ ทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ คำชี้แจง ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ภาพมีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจมากขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที  1. ชื่อภาพ <u>พระนางจันทิมา</u> ที่มา : https://pixabay.com/th/illustrations/search/ระบายสี/  2. ชื่อภาพ <u>จักรยาน ลอยฟ้า</u> ที่มา : https://www.istockphoto.com/th/เวกเตอร์/สมุดระบายสีสำหรับเด็ก-จักรยาน-gm687749652-126652097

กิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่ 6

คำตอบของนักเรียน

ก่อนเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 6 ภาวไขมัน วัตถุประสงค์ความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ วิธีชี้แจง : ให้นักเรียนวาดภาพโดยต่อเติมจากเส้นที่กำหนดให้ โดยให้ความแปลกใหม่ มีความน่าสนใจมากขึ้น โดยคิดสิ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน และต่อเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที <table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="655 752 903 976">  1. ชื่อภาพ..... ไขมัน </td><td data-bbox="903 752 1150 976">  2. ชื่อภาพ..... ไขมันแดง </td></tr> <tr> <td data-bbox="655 976 903 1200">  3. ชื่อภาพ..... ดาว </td><td data-bbox="903 976 1150 1200">  4. ชื่อภาพ..... ดอกไม้ </td></tr> </tbody> </table>	 1. ชื่อภาพ..... ไขมัน	 2. ชื่อภาพ..... ไขมันแดง	 3. ชื่อภาพ..... ดาว	 4. ชื่อภาพ..... ดอกไม้
 1. ชื่อภาพ..... ไขมัน	 2. ชื่อภาพ..... ไขมันแดง				
 3. ชื่อภาพ..... ดาว	 4. ชื่อภาพ..... ดอกไม้				
หลังเรียน	แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 6 ภาวไขมัน วัตถุประสงค์ความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ วิธีชี้แจง : ให้นักเรียนวาดภาพโดยต่อเติมจากเส้นที่กำหนดให้ โดยให้ความแปลกใหม่ มีความน่าสนใจมากขึ้น โดยคิดสิ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน และต่อเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที <table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="675 1491 914 1704">  1. ชื่อภาพ..... เป็ด </td><td data-bbox="914 1491 1153 1704">  2. ชื่อภาพ..... เครื่องสำอาง </td></tr> <tr> <td data-bbox="675 1704 914 1906">  3. ชื่อภาพ..... ดาว </td><td data-bbox="914 1704 1153 1906">  4. ชื่อภาพ..... ไขมัน </td></tr> </tbody> </table>	 1. ชื่อภาพ..... เป็ด	 2. ชื่อภาพ..... เครื่องสำอาง	 3. ชื่อภาพ..... ดาว	 4. ชื่อภาพ..... ไขมัน
 1. ชื่อภาพ..... เป็ด	 2. ชื่อภาพ..... เครื่องสำอาง				
 3. ชื่อภาพ..... ดาว	 4. ชื่อภาพ..... ไขมัน				

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผลการวิจัย
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อยู่ในระดับมากที่สุด

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
จำนวน 14 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 557 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) จะให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบ

ลิเคิร์ต (Likert) โดยวัดความพึงพอใจ 5 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับจำนวน 20 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คนที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ HE 66-106
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้นักเรียนเข้าใจ
4. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน
7. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เปรียบเทียบเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และวิเคราะห์ค่า ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ตามแบบ ของลิเคิร์ท เป็น 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปราย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้ เพราะแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษาตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้ศึกษาในด้านหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัด ประเมินผล จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยการบูรณาการศาสตร์ 5 สาขาวิชา ประกอบไปด้วยวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งร่วมบูรณาการแบบสอดแทรก โดยอาศัยเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เน้นผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญ และการได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับบุญยง ลิขิตาจารย์ และชนบพร แสงวณิช (2561, หน้า 776) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสเต็มศึกษา มีความสอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่มีความเชื่อว่าตัวผู้เรียนนั้นสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ดีหากมีโอกาสได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง (Learning by Doing) ซึ่งภายในทั้งในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ได้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการตั้งคำถามเกิดการต่อยอดทางความคิดเพิ่มมากขึ้น โดยขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ มีการตรวจสอบปรับปรุง แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม และประเมินคุณภาพ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน สำหรับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นนำเครื่องมือการวิจัยที่ผ่านการรับรอง
จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความ
เหมาะสมของเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบ เวลาที่ใช้สอน วิธีการวัด
และประเมินผลใบกิจกรรม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งกระบวนการ
ดังกล่าวนี้ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพและประสิทธิภาพ อีกทั้งรูปแบบของการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ตัวผู้เรียนได้มีการลงมือ
ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งได้ผ่านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการ
วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ในกิจกรรม รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ
ปัญหา แล้วนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้เพื่อใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์
จนนำไปสู่การสร้างผลงานหรือชิ้นงานในกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ
ในผลงานหรือชิ้นงานนักเรียน มีความสุข สนุกสนาน เกิดความท้าทายในการเรียน
ในการทำกิจกรรมนักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจ ใส่ใจ และมีการพัฒนาในด้านการเรียน และ
การสร้างสรรค์ผลงาน ชิ้นงาน ทำให้ตัวของนักเรียนที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
สเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละ
แผนการจัดการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง
ปานศุภวัชร (2565, หน้า 149) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญา
เศรษฐกิจพอเพียง พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.14/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการแบบสเต็มศึกษาได้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในด้านการ
สร้างสรรค์ผลงาน โดยนำองค์ความรู้เดิมผสมกับองค์ความรู้ใหม่ นำมาปรับปรุงหรือ
ประดิษฐ์ชิ้นงานขึ้นมา ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่าง
รอบรู้ ซึ่งการนำศาสตร์ด้านศิลปะเข้าไปช่วยให้การเรียนวิทยาศาสตร์เกิดการเชื่อมโยงองค์
ความรู้และเข้าใจในส่วนเนื้อหาของเนื้อหาส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์
มากขึ้น และสอดคล้องกับพงศกร พลสุโพธิ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และหรรษกร วรธนะสาร
(2566, หน้า 2321) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สามารถนำไปพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาสูงขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา พบว่า ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 69.25 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 81.83 คะแนน แสดงว่า ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามีกิจกรรม 6 ขั้นตอน ซึ่งเริ่มจากขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยเฉพาะขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม และด้านความคิดละเอียดลออ โดยทำการออกแบบผลงาน ชิ้นงานที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่ น่าสนใจ เป็นกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการคิดต่าง ๆ และส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มความสามารถ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบได้อย่างสร้างสรรค์ไม่มีขีดจำกัด และให้นักเรียนได้แสดงออกความคิดเห็นอย่างเปิดกว้าง ซึ่งจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เหล่านี้ ทำให้นักเรียนได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของบุญนุษ สิทาจารย์ และชนบพร แสงวณิช (2561, หน้า 776) และสมรักษ์ อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์. (2562, หน้า 424) ได้กล่าวว่า การนำศิลปะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับวิชาอื่น ทำให้การจัดการเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้นำความรู้จากการศึกษามาสู่การสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งศิลปะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกเผชิญหน้ากับสถานการณ์

การแก้ปัญหา สามารถแสดงออกความคิดเห็นและถ่ายทอดออกมาเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เห็นได้ชัด และการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สามารถช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ทั้งรู้จักการวางแผน เข้าใจถึงกระบวนการในการสร้างผลงาน ชิ้นงาน ในการทำงานของวิศวกรจำเป็นต้องมีการวางแผน ทดสอบ ปรับปรุง แก้ไข ค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบหาแนวทางในการสร้างผลงาน ชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเดือนเพ็ญ ดักดีศรีวัน และวิสูตร โพธิ์เงิน (2563, หน้า 53) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วิชาศิลปะ พบว่าผลงานศิลปะสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยกิจกรรมศิลปะแบบสเต็มศึกษา อยู่ระดับดี กิจกรรมวัสดุท้องถิ่น ประดิษฐ์เป็นจักษุยานอยู่ระดับดีมาก และกิจกรรมศิลปะจากแรงบันดาลใจในท้องถิ่นอยู่ระดับดีมาก อีกทั้งยังสอดคล้องกับผล การศึกษาของภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักษิณ และทัศนัย สูงใหญ่ (2563, หน้า 163) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการ สเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของพัตมา อัสไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐณี โมพันธ์ และมัทธิ แวดราแม (2560, หน้า 1) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความคิด สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ พบว่า นักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.23 คะแนน และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.38 คะแนน แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นกิจกรรม การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็น

กระบวนการเป็นขั้นตอนนักเรียนได้ร่วมกันสังเกตและระดมความคิดระบุปัญหาที่เกิดขึ้น รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องจากปัญหา นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาที่พบจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นองค์ความรู้ เพื่อนำไปสู่ การออกแบบผลงาน ชิ้นงาน ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรม นักเรียนได้มีการคิดหาวิธี ในการนำมาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบผลงาน ชิ้นงาน ทั้งมีการวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนได้วางแผนการปฏิบัติงานด้วยการร่างแนวคิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่ผ่านการเลือก ว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสม โดยบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหาอุปสรรค และวิธีแก้ไข จึงนำมาสู่ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง นักเรียนได้นำเสนอชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์จากการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน ทำให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาและได้องค์ความรู้ ที่หลากหลายจากการร่วมกันอภิปรายในห้องเรียน โดยสอดคล้องกับบุญยง สุขธำมาสน์ และชนบทพร แสงวณิช (2561, หน้า 775) ได้กล่าวว่า สติมศึกษาเป็นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาใช้ ในการสร้างชิ้นงาน สอดคล้องกับทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่เชื่อว่านักเรียน สามารถสร้างความรู้ได้ดีหากนำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยสื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ที่เหมาะสม การจัดการเรียนรู้แบบสติมศึกษา ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ผ่านขั้นตอนและกระบวนการปฏิบัติจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ ควบคู่ไปกับการ พัฒนาทักษะทางการคิด การตั้งคำถาม การสำรวจ การแก้ไข และตรวจสอบถึงปัญหา รวมไปถึงการใช้ข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ สอดคล้องกับรัชฎาภรณ์ จันทรทอง (2562, หน้า 128) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สติมศึกษาในบทเรียน นักเรียนจะได้วางแผน ลงมือทำ ลงมือแก้ปัญหา ทดลองอุปกรณ์ทำงาน ศึกษาหาความรู้ จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย นำมาสรุปและนำเสนอ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แก่กัน ซึ่งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และ ทบทวนเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความสุขกับการ เรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับบุญ โงษ์ทอง (2561, หน้า 102) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีค่า ดัชนีประสิทธิผลของคะแนนวิทยาศาสตร์ที่แสดงความก้าวหน้าทางพัฒนาการเรียนรู้ เพิ่มขึ้นร้อยละ 60 อีกทั้งสอดคล้องการศึกษาของชนิตา ปานรอด, พินดา วราสุนันท์

และสุนทรภรณ์ อุณวรรณธรรม (2563, หน้า 39) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจมากขึ้น ผ่านขั้นตอนและกระบวนการปฏิบัติจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.69 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อวิเคราะห์รายด้าน โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย ดังนี้

1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.74$)
2. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.70$)
3. ด้านการวัดและการประเมินผล ($\bar{x} = 4.70$)
4. ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.69$) และ
5. ด้านด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{x} = 4.62$)

เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เช่น การศึกษาค้นคว้าหาความรู้นอกห้องเรียน การทดลอง ทำให้มีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ ฝึกแก้ปัญหา และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งจากผลการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมได้ออกแบบแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นในการเรียน ได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้ปรึกษาพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรม ทำให้สนุก ไม่น่าเบื่อ และในกิจกรรมยังฝึกให้นักเรียนได้นำเสนอผลงาน ทำให้นักเรียนกล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น จากผลการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่เคยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มาก่อน และเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมที่ได้รับ เมื่อวิเคราะห์รายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ข้อที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์ ($\bar{x} = 4.85$)

ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 18 การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้ เนื่องจากนักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ได้เท่าที่ควร จึงทำให้ต้องปรับเนื้อหาให้นักเรียนสามารถเข้าใจและสร้างองค์ความรู้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักษิณ และทัศนัย สูงใหญ่ (2563, หน้า 167) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษา จากผลการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก และได้รายงานผลจากการสัมภาษณ์นักเรียน นักเรียนมีความสุขและสนุกสนาน จากการทำกิจกรรม ได้วางแผนการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ได้ทดลองปฏิบัติทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงาน ชิ้นงานของตนเองและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน (2562, หน้า 526) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มีความพึงพอใจมาก ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้มีโอกาสวางแผน และออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็น นักเรียนได้เรียนรู้ในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความภาคภูมิใจและตระหนักในคุณค่าของตนเอง และทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุขส่งผลให้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และมีความสุขในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการของตนเองที่นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เชื่อมโยงความคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยศึกษาในครั้งนี้สามารถดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ซึ่งตรงตามความมุ่งหมายของการวิจัยที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมโดยการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม การเตรียมสื่อ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน มีความน่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มศักยภาพ โดยผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะ (Coach) มากกว่าให้ความรู้ (Teach) มีการทำงานร่วมกัน สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ในขั้นตอนการระบุปัญหานับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งนักเรียนจะต้องมองเห็นเข้าใจถึงปัญหา และความสำคัญของปัญหา โดยปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน และเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม สิ่งแวดล้อม รอบตัวนักเรียน อันจะนำมาซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหา

1.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีกิจกรรมที่ต้องใช้เวลามาก ผู้สอนอาจจะต้องมีความยืดหยุ่นตามความเหมาะสม และให้สอดคล้องกับเวลาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความเหมือนกันเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้วัฒนธรรมภูมิปัญญาในท้องถิ่น และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนได้อย่างสร้างสรรค์ และมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอื่น ๆ เพิ่มเติมเข้ามา

2.3 การวิจัยครั้งนี้มีการทดลองใช้กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงบทเดียว เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพ การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ควรทำการวิจัยระยะยาว (1 ภาคเรียน) และในทุกช่วงชั้น เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพที่แน่นอนมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกภรณ์ เทลินทโชติ. (2560). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1*. วิทยานิพนธ์ รป.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กรมวิชาการ.กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จารีพร ผลมูล, สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และเกริก ตักดีสุภาพ. (2558.) *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร*. วารสารวิจัย มข. มส., (บค.) 3(2), 1-5.
- จิราพร กำจัดทุกข์. (2552). *ความพึงพอใจหลังการตัดสินใจซื้อคอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2561). *การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จันทิมา เมยประโคน. (2555). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชาศิลปะ เรื่อง การสร้างสรรค์จากเศษวัสดุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT*. วิทยานิพนธ์ กศม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จอมภักดิ์ จันทะคัต. (2561). *ปัจจัยสมรรถนะที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของอาจารย์สถาบันอุดมศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา*. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ, 7(1), 167-180.

- ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นโดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ชนิดา ปานรอด, พินดา วราสุนันท์ และสุนทราภรณ์ อุ๋นวรรณธรรม. (2563). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์, 4(1), 28–43.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์, 5(3), 7–20.*
- เดือนเพ็ญ ตักดีศรีวัน และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2563). *การพัฒนากิจกรรมศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 12(2), 53–70.*
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุริยวิสาสน์.*
- _____. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุริยวิสาสน์.*
- บุญยงษ์ ลิทธาจารย์. (2560). *การพัฒนาชุดการสอนศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- บุญยงษ์ ลิทธาจารย์ และชนวพร แสงวณิช. (2561). *แนวทางการสอนศิลปะตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. Veridian E-Journal, Silpakorn University, 11(2), 763–780.*
- ปนัดดา ยอดระบำ. (2544). *ความพึงพอใจในวิชาการสอนงานเกษตร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.*
- ปริญญา พวงจันทร์. (2556). *การศึกษาค้นคว้าคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างราชอาณาจักรไทยกับสาธารณรัฐอินโดนีเซีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสำหรับโรงเรียนคู่พัฒนาไทย-อินโดนีเซีย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.*

- ปราณี กุลมิน. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบไตรสิกขาเพื่อส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปราณี พงษ์สุพรรณ. (2561). การพัฒนาหลักสูตรเสริมเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศษ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปรียา โคตรสาลี. (2562). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปัญจนาว วรวัฒน์ชัย. (2565). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์. *วารสารครุศาสตร์สาร*, 16(1), 14–31.
- เพชฌ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E_1/E_2). *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 7(4), 49–51.
- พงศกร พลสุโพธิ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และหรรษกร วรธนะสาร. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 11(6), 2321–2334.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท เข้าท์ ออฟเคอร์มิสท์ จำกัด.
- พัฒมาอัสไวณี ตาเย๊ะ, ณัฐนิ โมพันธ์ และมัสดี แวดราแม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 4(2), 1–14.
- ภิญโญ วงษ์ทอง. (2561). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 94–112.

- ภิญโญ วงษ์ทอง, สมเสมอ ทักษิณ และทัศน์ัย สูงใหญ่. (2563). การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 14(3), 151-130.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกทักษะสเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย*, 7(3), 81-92.
- มัลยา บัวผัน, สิริวรรณ จรัสวิวัฒน์ และอาพันธ์ชนิต เจนจิต. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์*, 48(2), 203-224.
- รัชฎาภรณ์ จันททอง. (2562). การใช้ STEAM Education พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารพัฒนศิลป์วิชาการ*, 3(1), 115-130.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วันวิสา ประภาศรี. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเปิดร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และ STEM Education ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสุขในการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วาสนา กิรติจำเริญ และอิสรา พลนงค์. (2565). การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารชุมชนวิจัย*, 16(1), 78-79.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิไลลักษณ์ โกคาพานิชย์. (2559). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงการเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- วชิณีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาสื่อการเรียนการสอนมิติใหม่*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์
- วิริยะ ฤาชัยพาณิชย์. (2558). การสอนแบบสร้างสรรค์. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(2), 23-37.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถ และแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารครุศาสตร์*, 45(1), 320-334.
- ศิริณี กลางประพันธ์. (2560). *การพัฒนาคู่มือการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเสริมสร้างวินัยในตนเอง ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการโปรแกรมเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองสูงสามัคคีวิทยา*.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 7) (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม).
กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สมชาย พรหมสุวรรณ. (2560). *ความคิดสร้างสรรค์ : การสอนศิลปะสำหรับเด็ก*. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 11(1), 107-130.
- สมบัติ บารมี. (2551). *ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัท มหพันธ์ไฟเบอร์ซีเมนต์ จำกัด (มหาชน)*. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย
คณะรัฐประศาสนศาสตร์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอน แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สมรัก อินทวิมลศรี. (2560). *ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัตน์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์. (2562). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 410-429.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- สายสุรีย์ จันปุ่ม. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการวาดภาพลายเส้นทักษะปฏิบัติของ Davies's ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมความร่วมมือ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุนารี ศรีบุญ และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 526-543.
- สุนารี ศรีบุญ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 10-11.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- หทัยภัทร ไกรวรรณ และปัทมาวดี เล่ห์มงคล. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 32(1), 123-133.
- อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535). *ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์การเกษตรสารภี จำกัด*. วิทยานิพนธ์ ทษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อารี พันธุ์มณี. (2537). *ความคิดอย่างสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ 1412.

- เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และภาดทอง ปานศุภวัชร. (2565). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 10(1), 142–159
- เอกพร ธรรมยศ. (2564). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- Ahmad,D. N., Astriani, M. M., Alfahnum, M., & Setyowati, L. (2021). INCREASING CREATIVE THINKING OF STUDENTS BY LEARNING ORGANIZATION WITH STEAM EDUCATION. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 103.
- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J.Y., Lee & J. Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149–171.
- Davis, G.A. 1973. *Psychology of Problem Solving*. New York: Basic Books
- Hamner, E. & Cross, J. (2013). Arts & Bots: Techniques for distributing a STEAM robotics program through K–12 classrooms. In *2013 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 1–5.
- Jamal, S. N., Ibrahim, N. H., Halim, N. D. A., & Ikram, M. (2020). A preliminary study on the level of creativity tudy on the level of creativity among chemistry students in district of melaka tengah. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 752–761.
- Khamhaengpol, A., Phewphong, S., & Chuamchaitrakool, P. (2022). STEAM Activity on Biodiesel Production: Encouraging CreativeThinking and Basic Science Process Skills of High School Students. *Journal of Chemical Education*, 99, 736–744.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM Activity on Nanotechnology to Determine Basic Science Process Skills and Engineering Design Process for High School Students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 1–7.

- Kim, H. & Chae, D. H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925–1936.
- Kuder, F. (1991). Comments concerning the appropriate use of formulas for estimating the internal-consistency reliability of tests. *Educational and psychological measurement*, 51(4), 873–874.
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T. & Soeprijanto, S. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1), 1–7.
- Suganda, E., Latifah, S., Irwandani., Putri Sari, M., Rahmayanti, H., Ichsan, IZ. & Rahman, M. (2021). STEAM and Environment on students' creative-thinking skills: A meta-analysis study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(2021) 012101, 1–9.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding creative behavior: Experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall Inc.
- Yakman, G. (2008). *An Overview of Creating a Model of Integrative Education*. Retrieved May 20, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education.
- Yilip, K. & Namje, P. (2012). Development and Application of STEAM Teaching Model Based on the Rube Gddbery's Invention. *Computer Science and its Applications Lecture Notes in Electrical Engineering [serial online]*, 203(1), 693–698.

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
6. รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ผศ.ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์สาขาวิชาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางวนิดา โคตรพิศ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา
3. นางรัชนี วรรณสิริ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๘๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณรงค์เดช สีมาสม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายณรงค์เดช สีมาสม โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๙๓๖ ๙๕๖๑



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๘๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางวนิดา โคตรพิศ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณรงค์เดช สีมัสม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุมัติครุภัณฑ์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายณรงค์เดช สีมัสม โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๙๓๖ ๙๕๖๑



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๘๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางรัชณี วรรณสิริ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณรงค์เดช สีมาสม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายณรงค์เดช สีมาสม โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๙๓๖ ๙๕๖๑



COA NO. ๐๐๑/๒๕๖๗

IEC NO. HE ๖๖-๑๐๖

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (Development of Creative Thinking and Learning Achievement of Mathayomsuksa 1 Students on the Topic Climate Change Process by Using STEAM Education)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายณรงค์เดช สีมัสม

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล

๒. ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม)
๕. เอกสารชี้แจงผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - ๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศของเรา
 - ๘.๒ แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
 - ๘.๓ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ๘.๔ แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๕ มกราคม ๒๕๖๗

วันหมดอายุ ๕ มกราคม ๒๕๖๘

รายงานความก้าวหน้า -

สุกานันท์ คุปตะบุตร

(นางสาวสุกานันท์ คุปตะบุตร)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น ๒ อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๗๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนธาดานารายณ์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณรงค์เดช สีมัสม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมของท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายณรงค์เดช สีมัสม โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๙๓๖ ๙๕๖๑

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๒๖



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุมัติโครงการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายณรงค์เดช สี่มาสม รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๔๔๒๑๒๓๘๑๑๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุมัติจากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายณรงค์เดช สี่มาสม โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๙๓๖ ๙๕๖๑

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3
โรงเรียนธาดานารายณ์วิทยา อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

1. เด็กชายเกียรติตระการ ที่สุกะ
2. เด็กชายจักรีพงษ์ ตู่ไชย
3. เด็กชายชวกร โมตา
4. เด็กชายธนภฤติ วรดี
5. เด็กชายธนทรัพย์ สัมฤทธิ์
6. เด็กชายธรรมรัฐ ภูณะภา
7. เด็กชายธีรชัย แก้วก่า
8. เด็กชายนราวิชญ์ ลุนราช
9. เด็กชายปวิทย์ ทองล้วน
10. เด็กชายรพีพันธ์ ช้องเดช
11. เด็กชายวุฒิชัย พงศ์กฤตฐกรณ์
12. เด็กชายศตวรรษณัท ทิมาไชย
13. เด็กชายเหนือเมฆ ศรีจันทร์
14. เด็กชายอัศรพงศ์ จันทะวงษา
15. เด็กหญิงกมลณัฐ จันจุ้ย
16. เด็กหญิงกนกมล กลยณี
17. เด็กหญิงจิณัฐตา ชันทอง
18. เด็กหญิงญานิศา นาคอึ้ง
19. เด็กหญิงจุติมา ไชยโยธา
20. เด็กหญิงจุฑามาศ แสนหอม
21. เด็กหญิงธนัชชา ศรีวะสุทธิ์
22. เด็กหญิงธนัชญา เพียรภาณุ
23. เด็กหญิงธัญญ์นภัส ธัญภัทร์วัชรสิน
24. เด็กหญิงธัญสินี เพาะเจริญ
25. เด็กหญิงเนตรนภา สวัสดิ์เชื้อ

26. เด็กหญิงปาลิตา ทิลารักษ์
27. เด็กหญิงปิ่นมณี เอี่ยมฤทธิ์
28. เด็กหญิงปิยวรรณ คະສຸດໃຈ
29. เด็กหญิงปุณณภา ฮิตเคทัยร์
30. เด็กหญิงพรณิตา น้อยพรมมา
31. เด็กหญิงพิจิตรา ไชเหลาคำ
32. เด็กหญิงภัทรธิดา แสนสุข
33. เด็กหญิงรัตนฐานอร ไสวทรัพย์ธนา
34. เด็กหญิงวรिता หาญภูบาล
35. เด็กหญิงศิริณิชา นามมุงคุณ
36. เด็กหญิงศิรินทรา บุระวงศ์
37. เด็กหญิงอนุศรา บุญราช
38. เด็กหญิงอมิขญา เกตวงษา
39. เด็กหญิงอรอุมา อ้วนอินทร์
40. เด็กหญิงอักษรารัตน์ บุตรธิจักร

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
5. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
7. ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 25 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผน					
1. กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องครบถ้วน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำความรู้ไปใช้ได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3		
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความ เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนา ทักษะความคิดสร้างสรรค์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการ จัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	5	5	5	5.00	มากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัด กิจกรรม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียน สร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วย พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด

ตาราง 25 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3		
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				5.00	มากที่สุด

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ

สเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. สามารถอธิบายลักษณะของชั้นบรรยากาศ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้ 2. สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของอากาศได้ 3. อุณหภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สามารถตรวจวัดอุณหภูมิอากาศได้ 4. สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของอุณหภูมิอากาศได้ 5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลกได้ 6. ทราบปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วลมคือความแตกต่างของความดันอากาศ 7. สามารถอธิบายการเกิดลมขึ้นได้	แผนที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ ของเรา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิอากาศ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 3 เรื่อง ความกดอากาศ และลม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 4 เรื่อง ความชื้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 5 เรื่อง การพยากรณ์ อากาศเมฆ ฝน และพายุ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

วัดความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์	ข้อที่	ระดับความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมที่ 4 การสร้างรูปภาพ	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
11	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
31	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
34	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
40	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 29 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจกับตัวชี้วัด
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	
		1	2	3			
1. สามารถอธิบาย ลักษณะของชั้น บรรยากาศ โดยใช้ หลักฐานเชิง ประจักษ์ได้	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
	1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	
	2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจ ง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	
	2. สามารถระบุ องค์ประกอบที่ สำคัญของอากาศ ได้	3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00
	4. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับ เวลาเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	
	3. อุณหภูมิ อากาศมีการ เปลี่ยนแปลง อย่างไร สามารถ ตรวจวัดอุณหภูมิ อากาศได้	5. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำ ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไป ใช้ในการแก้ปัญหาได้	+1	+1	+1	3	1.00
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
	6. สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	0	2	0.67	
	7. น่าสนใจ สนุก กระตุ้นการ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	
	8. เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลง มือปฏิบัติด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	
5. อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างความดัน อากาศกับความ สูงจากพื้นโลกได้	9. ส่งเสริมการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	
	10. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม ในการจัดการเรียนรู้อย่าง เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
6. ทราบปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วลมคือความแตกต่างของความดันอากาศ	ด้านสื่ออุปกรณ์					
7. สามารถอธิบายการเกิดความชื้นได้	11. สื่อสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
8. ทราบปัจจัยที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมบูรณ์ มีอะไรบ้างได้	12. สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00
9. สามารถอธิบายการเกิดเมฆและชนิดของเมฆได้	13. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00
10. สามารถวาดและเขียนอธิบายชั้นของเมฆได้	14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
11. สามารถอธิบายการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองและการเกิดพายุหมุนเขตร้อนได้	15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ	+1	+1	+1	3	1.00
	ด้านการวัดและประเมินผล					
	16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทุกด้าน	+1	+1	+1	3	1.00
	17. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	18. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	+1	+1	+1	3	1.00
	19. การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและยุติธรรม	0	+1	+1	2	0.67
	20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	0	+1	+1	2	0.67

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
		1	2	3		
12. นักเรียน สามารถอธิบาย การพยากรณ์ อากาศได้						
13. นักเรียน สามารถบอก ประโยชน์ของการ พยากรณ์อากาศ ได้						
14. สามารถ อธิบาย สถานการณ์ และ ผลกระทบการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก จากข้อมูลที่ รวบรวมได้						
เฉลี่ย						0.95

จากตาราง 29 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความ
พึงพอใจกับตัวชี้วัด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มีค่าความสอดคล้อง
เท่ากับ 0.95

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน) (X)	X^2
	ความคิด คล่องแคล่ว (18 คะแนน)	ความคิด หยิ่งหย่อน (18 คะแนน)	ความคิด ริเริ่ม (32 คะแนน)	ความคิด ละเอียดลออ (32 คะแนน)		
1	22	23	19	21	85	7225
2	21	21	20	21	83	6889
3	19	20	21	20	80	6400
4	18	19	20	21	78	6084
5	19	20	20	21	80	6400
6	19	19	18	19	75	5625
7	20	19	20	19	78	6084
8	21	21	20	22	84	7056
9	15	18	21	20	74	5476
10	18	19	19	21	77	5929
11	19	20	20	18	77	5929
12	20	21	19	20	80	6400
13	19	19	22	21	81	6561
14	20	20	23	21	84	7056
15	20	20	22	21	83	6889
16	20	22	17	19	78	6084
17	22	21	20	22	85	7225
18	21	19	22	25	87	7569
19	21	20	20	19	80	6400
20	18	18	16	22	74	5476
21	19	19	18	18	74	5476
22	22	20	21	19	82	6724

ตาราง 30 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน) (X)	X ²
	ความคิด คล่องแคล่ว (18 คะแนน)	ความคิด ยืดหยุ่น (18 คะแนน)	ความคิด ริเริ่ม (32 คะแนน)	ความคิด ละเอียดลออ (32 คะแนน)		
23	16	19	20	17	72	5184
24	21	20	22	20	83	6889
25	20	19	20	20	79	6241
26	16	20	21	19	76	5776
27	17	17	20	24	78	6084
28	22	19	22	21	84	7056
29	21	21	22	23	87	7569
30	16	19	18	19	72	5184
31	20	20	21	21	82	6724
32	19	22	23	20	84	7056
33	19	16	15	19	69	4761
34	20	15	15	16	66	4356
35	22	22	21	24	89	7921
36	16	17	17	18	68	4624
37	20	24	23	21	88	7744
38	18	18	20	21	77	5929
39	18	19	20	21	78	6084
40	23	21	21	20	85	7225
เฉลี่ย	19.43	19.65	19.975	20.35	3176	253364
S.D.	1.95	1.76	2.01	1.83		
S ²	3.7	3.0	3.9	3.3		

จากตาราง 30 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความ
เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.71

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ
ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
1	0.73	0.25	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
2	0.68	0.25	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
3	0.73	0.25	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
4	0.50	0.30	ปานกลาง	พอใช้ได้
5	0.55	0.30	ปานกลาง	พอใช้ได้
6	0.38	0.25	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้
7	0.60	0.20	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
8	0.68	0.35	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
9	0.63	0.15	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
10	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
11	0.58	0.25	ปานกลาง	พอใช้ได้
12	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
13	0.70	0.30	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
14	0.60	0.30	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
15	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
16	0.58	0.45	ปานกลาง	ดี
17	0.63	0.35	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
18	0.53	0.25	ปานกลาง	พอใช้ได้
19	0.55	0.40	ปานกลาง	ดี
20	0.55	0.40	ปานกลาง	ดี
21	0.53	0.35	ปานกลาง	พอใช้ได้
22	0.63	0.45	ค่อนข้างง่าย	ดี
23	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
24	0.83	0.35	ง่ายมาก	พอใช้ได้
25	0.68	0.25	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
26	0.83	0.25	ง่ายมาก	พอใช้ได้
27	0.90	0.20	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้
28	0.75	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
29	0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย	ดี
30	0.83	0.35	ง่ายมาก	พอใช้ได้
31	0.73	0.45	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
32	0.73	0.35	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
33	0.65	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
34	0.68	0.55	ค่อนข้างง่าย	ดี
35	0.83	0.35	ง่ายมาก	พอใช้ได้
36	0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย	ดี
37	0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย	ดี
38	0.63	0.55	ค่อนข้างง่าย	ดี
39	0.58	0.25	ปานกลาง	พอใช้ได้
40	0.60	0.50	ค่อนข้างง่าย	ดี

จากตาราง 31 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนเท่ากับ 0.81

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนก่อนเรียน
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนหลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการ
จัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)							แบบทดสอบ ท้าย แผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน (E ₁)	คะแนน หลัง เรียน (E ₂)
	1	2	3	4	5	6	รวม			
	20	20	20	20	20	20	120	120	240	130
1	16	17	18	18	16	18	103	94	197	110
2	16	17	17	17	16	18	101	95	196	110
3	16	15	16	18	16	19	100	91	191	113
4	16	17	17	18	16	18	102	96	198	101
5	17	17	16	18	17	17	102	93	195	104
6	16	16	15	16	16	18	97	94	191	109
7	18	17	16	17	16	19	103	93	196	109
8	16	16	15	16	16	18	97	92	189	113
9	17	16	17	17	18	18	103	96	199	107
10	17	16	15	16	15	17	96	96	192	108
11	16	17	16	18	17	18	102	95	197	106
12	15	15	17	17	15	18	97	96	193	102
13	16	17	16	18	15	17	99	93	192	104
14	16	17	15	18	15	17	98	94	192	101
15	17	15	18	18	16	17	101	94	195	101
16	16	16	15	16	16	18	97	92	189	104
17	15	15	18	17	16	17	98	91	189	114
18	17	16	18	17	16	18	102	95	199	110
19	16	17	18	18	16	17	102	97	199	112

ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)							แบบทดสอบ ท้าย แผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน (E ₁)	คะแนน หลัง เรียน (E ₂)
	1	2	3	4	5	6	รวม			
	20	20	20	20	20	20	120	120	240	130
20	16	16	15	17	17	16	97	94	191	104
21	17	17	16	17	18	18	103	93	196	104
22	16	17	17	18	17	16	101	91	192	106
23	16	17	16	18	17	17	101	93	194	108
24	16	17	17	18	16	17	101	96	197	114
25	17	17	16	17	18	18	103	94	197	107
26	16	17	18	16	17	17	101	91	192	103
27	17	16	17	19	16	17	102	93	195	105
28	16	16	15	18	15	17	97	93	190	107
29	16	17	16	17	17	15	98	94	192	110
30	15	15	18	17	16	17	98	93	191	102
31	15	16	17	18	16	18	100	95	196	108
32	16	17	16	17	16	17	99	90	189	108
33	17	15	16	18	17	17	100	95	195	107
34	16	17	16	18	17	18	102	93	195	113
35	17	16	17	18	18	17	103	96	199	108
36	18	18	16	17	16	15	100	96	196	102
37	15	17	18	15	16	17	98	97	195	106
38	15	18	16	18	17	17	101	95	196	107

ตาราง 32 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)							แบบทดสอบ ท้าย แผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน (E_1)	คะแนน หลัง เรียน (E_2)
	1	2	3	4	5	6	รวม			
	20	20	20	20	20	20	120			
39	16	16	15	18	16	17	98	90	188	113
40	15	16	17	18	18	17	101	98	199	108
รวม	647	657	658	695	655	692	4004	3756	7760	4288
เฉลี่ย	16.18	16.51	16.44	17.36	16.40	17.30	100.10	94.35	194.45	107.20
S.D.	0.78	0.81	1.04	0.84	0.87	0.85	2.18	2.34	3.43	3.81
ร้อยละ	80.88	82.13	82.25	86.88	82.00	86.50	83.44	78.63	80.83	82.46

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน)				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
1	16	20	21	17	74
2	14	21	19	15	69
3	12	19	21	18	70
4	12	21	18	14	65
5	16	21	19	13	69
6	13	15	22	19	69
7	15	20	19	13	67
8	13	15	21	19	68
9	14	22	20	13	69
10	13	18	19	20	70
11	16	19	22	15	72
12	14	13	19	18	64
13	18	18	16	14	66
14	17	19	15	14	65
15	16	19	21	15	71
16	13	14	17	19	63
17	12	21	19	17	69
18	14	21	17	19	71
19	15	19	20	16	70
20	11	20	18	16	65
21	15	18	19	14	66
22	14	20	18	19	71

ตาราง 33 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ (ก่อนเรียน)				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
23	14	15	19	20	68
24	16	19	17	20	72
25	14	21	13	19	67
26	17	21	18	20	72
27	15	18	21	17	71
28	13	20	21	18	72
29	16	19	18	15	68
30	11	20	21	17	69
31	16	21	18	19	74
32	16	18	20	17	71
33	18	19	21	15	73
34	16	21	18	19	74
35	16	22	18	14	70
36	18	19	16	14	67
37	13	22	19	15	69
38	14	18	21	17	70
39	18	17	19	18	72
40	14	21	18	15	68
รวม	588	764	756	666	2770
เฉลี่ย	14.70	19.10	18.90	16.65	69.25
S.D.	1.91	2.22	1.95	2.26	2.78
ร้อยละ					69.25

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ (หลังเรียน)				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
1	19	24	23	20	86
2	18	25	23	19	85
3	18	25	24	20	87
4	16	23	20	19	78
5	18	24	21	17	80
6	17	24	21	20	82
7	19	22	21	19	81
8	20	21	24	20	85
9	18	22	22	19	81
10	17	20	21	21	79
11	18	21	24	18	81
12	17	20	23	19	79
13	20	25	19	18	82
14	21	20	18	16	75
15	18	20	21	16	75
16	17	19	22	19	77
17	19	25	24	18	86
18	21	24	23	17	85
19	18	25	24	20	87
20	16	25	22	17	80
21	16	18	21	26	81
22	15	17	24	26	82

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ (หลังเรียน)				รวมคะแนน
	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	
	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	25 คะแนน	
23	19	23	20	21	83
24	20	21	23	24	88
25	18	24	21	19	82
26	18	22	19	20	79
27	17	25	21	18	81
28	16	23	22	19	80
29	20	24	21	17	82
30	14	23	20	18	75
31	17	24	22	19	82
32	18	23	20	18	79
33	19	24	23	17	83
34	18	25	24	20	87
35	18	25	23	17	83
36	20	22	18	19	79
37	17	25	20	21	83
38	20	23	22	18	83
39	24	24	20	20	88
40	18	23	20	21	82
รวม	727	912	864	770	3273
เฉลี่ย	18.18	22.80	21.60	19.25	81.83
S.D.	1.82	2.13	1.72	2.23	3.43
ร้อยละ					81.83

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
1	74	86	12	144	t = 23.96
2	69	85	16	256	
3	70	87	17	289	
4	65	78	13	169	
5	69	80	11	121	
6	69	82	13	169	
7	67	81	14	196	
8	68	85	17	289	
9	69	81	12	144	
10	70	79	9	81	
11	72	81	9	81	
12	64	79	15	225	
13	66	82	16	256	
14	65	75	10	100	
15	71	75	4	16	
16	63	77	14	196	
17	69	86	17	289	
18	71	85	14	196	
19	70	87	17	289	
20	65	80	15	225	
21	66	81	15	225	
22	71	82	11	121	
23	68	83	15	225	
24	72	88	16	256	

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
25	67	82	15	225	t = 23.96
26	72	79	7	49	
27	71	81	10	100	
28	72	80	8	64	
29	68	82	14	196	
30	69	75	6	36	
31	74	82	8	64	
32	71	79	8	64	
33	73	83	10	100	
t34	74	87	13	169	
35	70	83	13	169	
36	67	79	12	144	
37	69	83	14	196	
38	70	83	13	169	
39	72	88	16	256	
40	68	82	14	196	
รวม	2770	3273			
เฉลี่ย	69.25	81.83			
S.D.	2.78	3.43			
ร้อยละ	69.25	81.83			

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	11	24	13	169	t = 31.19
2	13	25	12	144	
3	13	26	13	169	
4	15	23	8	64	
5	16	24	8	64	
6	11	27	16	256	
7	13	28	15	225	
8	13	28	15	225	
9	12	26	14	196	
10	14	29	15	225	
11	15	25	10	100	
12	12	23	11	121	
13	13	22	9	81	
14	12	26	14	196	
15	14	26	12	144	
16	12	27	15	225	
17	10	28	18	324	
18	13	25	12	144	
19	16	25	9	81	
20	14	24	10	100	
21	15	23	8	64	
22	12	24	12	144	
23	11	25	14	196	
24	13	26	13	169	

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
25	15	25	10	100	t = 31.19
26	12	24	12	144	
27	15	24	9	81	
28	16	27	11	121	
29	14	28	14	196	
30	14	27	13	169	
31	12	26	14	196	
32	13	29	16	256	
33	11	24	13	169	
34	14	26	12	144	
35	13	25	12	144	
36	13	23	10	100	
37	15	23	8	64	
38	12	24	12	144	
39	13	25	12	144	
40	14	26	12	144	
รวม	529	1015			
เฉลี่ย	13.23	25.38			
S.D.	1.51	1.78			

ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5
2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4
3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5
4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5
5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5
6	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5
8	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
9	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4
10	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5
11	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4
12	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4
13	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5
14	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4

ตาราง 37 (ต่อ)

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5
16	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
17	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4
18	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5
19	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5
20	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5
21	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
22	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5
23	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5
24	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
25	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
26	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
27	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4
28	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5
29	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4

ตาราง 37 (ต่อ)

เลขที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้				การจัดการเรียนรู้				สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้				การวัดและประเมินผล				ประโยชน์ที่ได้รับ			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
30	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
31	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4
32	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5
33	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5
34	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5
35	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
36	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5
37	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
38	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5
39	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5
40	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5
รวม	188	186	191	187	190	193	194	182	186	188	187	190	185	186	189	192	193	175	183	188
เฉลี่ย	4.70	4.65	4.78	4.68	4.74	4.83	4.85	4.55	4.65	4.70	4.68	4.75	4.63	4.65	4.73	4.80	4.83	4.38	4.58	4.70
S.D.	0.46	0.48	0.42	0.47	0.44	0.38	0.36	0.50	0.48	0.46	0.47	0.44	0.49	0.48	0.45	0.41	0.38	0.49	0.50	0.46

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ	เวลา 18 ชั่วโมง
เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ	เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นายณรงค์เดช สีสาม	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก

กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์

ประกอบของสภาพอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/3 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และ

พายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสม และปลอดภัย

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/4 อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศ

อย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศโดย

นำเสนอแนวทางการปฏิบัติตน และการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติ

ในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 3.1 ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล

และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำเสนอสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

1.3 กลุ่มสาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต
ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์
ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึง
ถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน
รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ
และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนและ
ดำเนินการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ
กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

1.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระที่ 1 ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิด
สร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด
ต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.1/2 ระบุ และบรรยายหลักการออกแบบงานทัศนศิลป์
โดยเน้นความเป็นเอกภาพ ความกลมกลืน และความสมดุล

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.1/3 นำวาดภาพทัศนียภาพแสดงให้เห็นระยะใกล้ไกล
เป็น 3 มิติ

2. สาระการเรียนรู้

1. การเกิดเมฆ การเกิดฝน และการเกิดพายุ
2. การพยากรณ์อากาศ และประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ

3. สาระสำคัญ

เมฆมีหลายลักษณะ การจัดประเภทเมฆจัดโดยใช้ลักษณะ และความสูงเป็นเกณฑ์
เมฆและฝน มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ปัจจัยที่ทำให้เมฆมีการเปลี่ยนแปลง
ได้แก่ ปริมาณ ไอน้ำในอากาศ และสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ส่งผลต่อปริมาณไอน้ำใน

อากาศ อุณหภูมิอากาศ ฤดูและลม พายุฝนฟ้าคะนอง เกิดจากการที่อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง เคลื่อนที่ขึ้นสู่ระดับความสูงที่มีอุณหภูมิต่ำลง จนกระทั่งไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำ และเกิดต่อเนื่องเป็นเมฆขนาดใหญ่ และการพยากรณ์อากาศเป็นการคาดการณ์ลมฟ้าอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตโดยมีการตรวจวัดองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศระหว่างพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างคำพยากรณ์อากาศ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคม การเกษตร การป้องกัน และเฝ้าระวังภัยพิบัติทางธรรมชาติ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

- 1) สามารถอธิบายการเกิดเมฆ ฝน และการเกิดพายุได้
- 2) สามารถอธิบายการพยากรณ์อากาศได้
- 3) สามารถนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการเกิดเมฆ ฝน พายุ รวมทั้ง

การพยากรณ์อากาศ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

- 1) ความคิดคล่องแคล่ว (ทันเวลา, แก้ปัญหาอย่างรวดเร็ว)
- 2) ความคิดยืดหยุ่น (ข้อจำกัดชิ้นงาน)
- 3) ความคิดริเริ่ม (การออกแบบชิ้นงาน)
- 4) ความคิดละเอียดลออ (ความละเอียดในการทำงาน)

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการจำแนกประเภท
- 3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 5) ทักษะการทดลอง
- 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) มีวินัย ใฝ่เรียนรู้
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4) มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (ภาษาที่ใช้ และท่าทางที่ถูกต้อง)
- 2) ความสามารถในการคิด (คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์)
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (นำไปแก้ไขปัญหในชีวิตประจำวันได้)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (สืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว)

6. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิทยาศาสตร์

เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการใช้ความรู้ ทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

วิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการสร้างสรรค์เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ

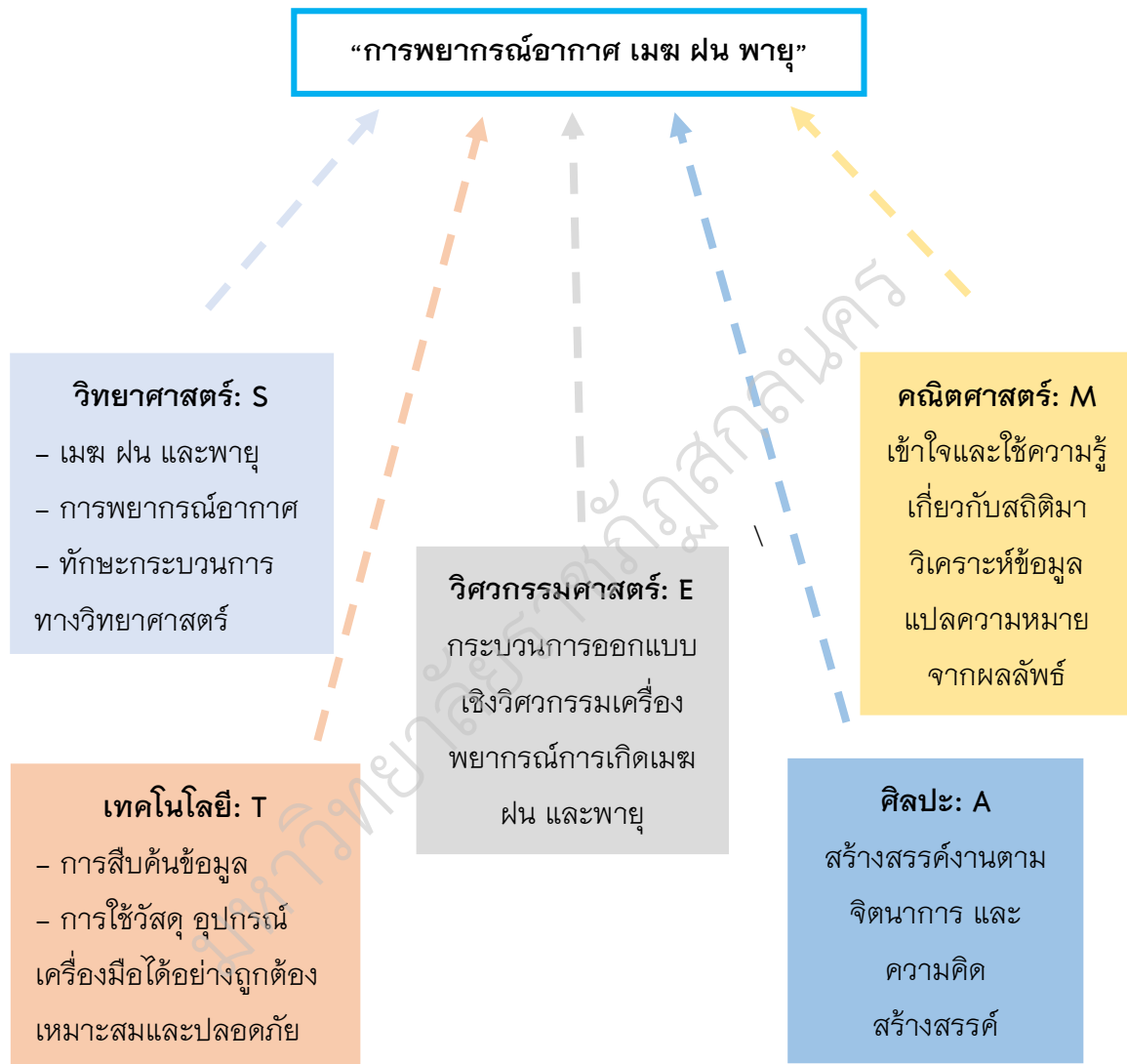
ศิลปะ

สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อกันศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายจากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ
สเต็มศึกษา ได้กำหนดกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกตจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหาโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นในการออกแบบการแก้ปัญหา คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือ

ชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยให้

นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (15 นาที)

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน เชื้อเชื้อ แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูให้นักเรียนสังเกตภาพก้อนเมฆตามภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลักษณะก้อนเมฆ

ที่มา : หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท.

ม.1 เล่ม 2 หน้า 142

4. ครูถามนักเรียน ดังนี้

– จากภาพเกิดเมฆ ฝน พายุเกิดขึ้นได้อย่างไร

(แนวคำตอบ: เมฆเกิดจากไอน้ำในอากาศควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำขนาดเล็กซึ่งรวมตัวกันกลายเป็นเมฆ เมื่ออากาศภายในเมฆไม่สามารถพยุ้งน้ำหรือน้ำแข็งไว้ได้ น้ำหรือน้ำแข็งจะตกลงมายังพื้นผิวโลกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ฝน หิมะ)

– แล้วนักเรียนมีวิธีการพยากรณ์ได้อย่างไรว่าจะเกิดฝนตก และเกิดพายุ

(แนวคำตอบ: ตอบตามความคิดของนักเรียน)

5. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของปัญหา ดังนี้

“ประเทศไทยประสบปัญหาในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำน้อย ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากหรือน้อยในบางพื้นที่ และในแต่ละฤดูยังเกิดพายุสร้างความเสียหายเป็นวงกว้าง สาเหตุนี้ทำให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้อุปโภค บริโภค ทำให้ประชาชนรับมือกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทัน

จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนสร้างเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ใช้ในการรับมือกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ทันเวลา

โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ : ได้เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ

เงื่อนไข : ใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

6. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบ
จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การพยากรณ์
อากาศ เมฆ ฝน พายุ นำรู้ ตอนที่ 1 เด็กวิทย์นึกใครรู้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (35 นาที)

1. นักเรียนศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ 1) ความรู้เกี่ยวกับ
การเกิดเมฆ การเกิดฝน การเกิดพายุ และ 2) ความรู้เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ
พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปออกแบบ
วิธีการแก้ปัญหา ดังนั้นนักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

**กิจกรรมที่ 1 : ทำไมเราต้องมีการพยากรณ์อากาศ การเกิดเมฆ ฝน
และพายุ ไว้ล่วงหน้า**

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การพยากรณ์อากาศ การเกิดเมฆ ฝน
และพายุ โดยครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ การเกิดเมฆ ฝน และพายุ
ให้นักเรียนรับชม และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1 และใบความรู้ที่ 2



ภาพประกอบ 3 การพยากรณ์อากาศ
ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=ojGd9E89bso&t=1s>



ภาพประกอบ 4 การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง
ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=QZPeatA5iuU>

3. หลังจากนักเรียนรับชมวิดีโอเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ การเกิดเมฆ
ฝน และพายุ จากนั้นให้นักเรียนนำข้อมูลจากวิดีโอ เขียนลงในใบกิจกรรมฝึกความคิด
สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 เด็กวิทย์สืบค้น พร้อมทำกิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว
ความคิดยืดหยุ่น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (40 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับสถานการณ์ วัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“ประเทศไทยประสบปัญหาในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำน้อย ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากหรือน้อยในบางพื้นที่ และในแต่ละฤดูยังเกิดพายุสร้างความเสียหายเป็นวงกว้าง สาเหตุนี้ทำให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้อุปโภค บริโภค ทำให้ประชาชนรับมือกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทัน”

จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนสร้างเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ใช้ในการรับมือกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ทันเวลา

โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ : ได้เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ

เงื่อนไข : ใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

2. ครูแนะนำอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้รับว่าจะได้รับอุปกรณ์อะไรบ้าง

3. ครูแนะนำนักเรียนในแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับข้อจำกัดของการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการออกแบบ และร่างแบบภาพชิ้นงานจากวัสดุที่กำหนดให้ และอุปกรณ์ที่จะใช้ทำชิ้นงาน โดยครูกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	โฟมแผ่นบาง	10 บาท/แผ่น
2	โฟมแผ่นหนา	10 บาท/แผ่น
3	โฟมวงกลม	10 บาท/ชิ้น
4	ไม้เสียบลูกชิ้น	2 บาท/
5	ดินน้ำมัน	10 บาท/ชิ้น
6	ฟางขูดน้ำ	2 บาท/ฟา
7	ปิ่นกาว	ฟรี
8	กาวน้ำ	5 บาท/ชิ้น
9	อุปกรณ์ตกแต่ง ฯลฯ (ให้นักเรียนนำมาตามที่ต้องการ)	-

หมายเหตุ : นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับเงินกลุ่มละ 100 บาท ในการซื้อวัสดุ อุปกรณ์

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ให้มีแปลกใหม่ น่าสนใจ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ น่ารู้” ตอนที่ 3 เด็กวิทย์สร้างแบบจำลอง กิจกรรมที่ 2 ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (30 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการออกแบบเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ น่ารู้” ตอนที่ 4 เด็กวิทย์คิดวางแผน

2. นักเรียนนำใบรายการวัสดุอุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามที่ออกแบบไว้ และดำเนินการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน (40 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของลักษณะเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบ ได้แก่ สีสันของเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ลักษณะความสวยงาม ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ น่ารู้” ตอนที่ 5 ตรวจสอบเครื่องพยากรณ์อากาศ ปริมาณการเกิดเมฆ ฝน และพายุ จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาชิ้นงานที่ได้ให้มีความน่าสนใจ แปลกใหม่ และประเมินผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่ โดยเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ดังนี้

รายการการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้				
2. ความคิดสร้างสรรค์				
3. ความคงทนของชิ้นงาน				
4. สีสันสวยงาม				
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นายณรงค์เดช สีมาสม)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน		เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ	ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
16 – 20	4	4	ดีมาก
11 – 15	3	3	ดี
6 – 10	2	2	พอใช้
ต่ำกว่า 6	1	1	ปรับปรุง

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น
4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ พร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูลการออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ ได้เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ น่ารู้” ตอนที่ 6 นักวิทย์แก้ปัญหา

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ระยะเวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ม.1 เล่ม 2
2. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการเกิดเมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดเมฆ การเกิดฝน การเกิดพายุ
4. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การพยากรณ์อากาศ

8. ภาระงานและชิ้นงาน

8.1 ภาระงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การพยากรณ์อากาศ เมฆ ฝน พายุ น่ารู้

8.2 ชิ้นงาน

เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ที่มีความสวยงาม สร้างสรรค์ และใช้งานได้จริง

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. สามารถอธิบายการเกิดเมฆ ฝน และการเกิดพายุได้	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด	- ใบกิจกรรมฝึกความคิด สร้างสรรค์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. สามารถอธิบายการพยากรณ์อากาศได้	สร้างสรรค์ เรื่อง การพยากรณ์	เรื่อง การพยากรณ์	
3. สามารถนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการเกิดเมฆ ฝน พายุ รวมทั้งการพยากรณ์อากาศไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์	อากาศ เมฆ ฝน พายุ นำรู้ - ตรวจ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ	อากาศ เมฆ ฝน พายุ นำรู้ - แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และ การพยากรณ์อากาศ	

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิด คล่องแคล่ว 3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิด ละเอียดลออ	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง การพยากรณ์ อากาศ เมฆ ฟน พายุ น้ำรู้ - ตรวจแบบ ทดสอบวัดความ คิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบ ประเมินชิ้นงาน	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง การพยากรณ์ อากาศ เมฆ ฟน พายุ น้ำรู้ - แบบทดสอบ วัดความ คิดสร้างสรรค์ - แบบประเมิน ชิ้นงาน	- ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนความคิด สร้างสรรค์
ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ทักษะการวัด 2. ทักษะการจำแนก ประเภท 3. ทักษะการใช้ จำนวน 4. ทักษะการจัด กระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมิน ทักษะกระบวนการ การทาง วิทยาศาสตร์	- อยู่ในระดับพอใช้ ขึ้นไป

9.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ 3. อยู่อย่างพอเพียง 4. มุ่งมั่นในการทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการแก้ปัญหา 10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุมหลายทิศทาง มีการดัดแปลงผสมผสานความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหานำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน



ความคิดสร้างสรรค์
แบ่งเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

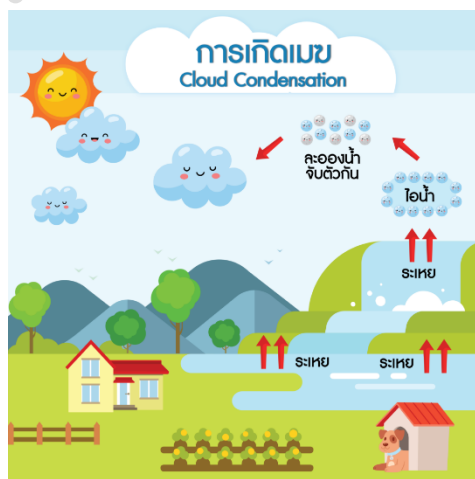
- 1) **ความคิดคล่องแคล่ว** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบและเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด
- 2) **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม
- 3) **ความคิดริเริ่ม** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ
- 4) **ความคิดละเอียดลออ** หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การเกิดเมฆ การเกิดฝน การเกิดพายุ

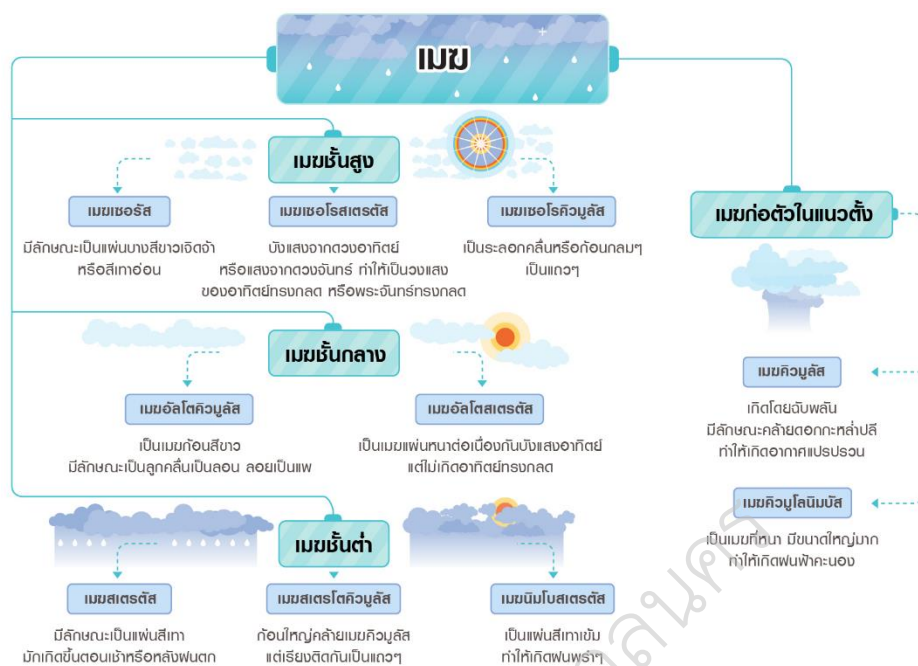
การเกิดเมฆ เกิดจากการที่ไอน้ำในอากาศ เกิดการควบแน่นในอากาศ รวมตัวกันด้วยอนุภาค เล็ก ๆ ของแกนกลั่น เช่น ฝุ่น ละอองที่ลอยอยู่ในอากาศ เป็นตัวช่วยให้เกิดการรวมตัวกันของไอน้ำที่เพิ่มมากขึ้น จนกลายเป็นก้อนเมฆขนาดใหญ่บ้างเล็กบ้าง เมฆมีอยู่มากมายหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปในทางอุตุนิยมวิทยา จะมีหลักเกณฑ์ในการแบ่งชนิดของเมฆ โดยแบ่งตามความสูงของฐานเมฆ และมีชื่อเรียกตามลักษณะที่เราสามารถมองเห็นได้ที่พื้น โดยใช้คำในภาษาลาติน ซึ่งได้กล่าวย่อ ๆ

เมฆ เป็นกลุ่มละอองน้ำที่เกิดจากการควบแน่น ซึ่งเกิดจากการยกตัวของกลุ่มอากาศ (Air parcel) ผ่านความสูงเหนือระดับควบแน่น และมีอุณหภูมิลดต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ตัวอย่างการเกิดเมฆที่เห็นได้ชัด ได้แก่ “คอนเทรล” (Contrails) ซึ่งเป็นเมฆที่สร้างขึ้นโดยฝีมือมนุษย์ เมื่อเครื่องบินไอพ่นบินอยู่ในระดับสูงเหนือระดับควบแน่น ไอน้ำซึ่งอยู่ในอากาศร้อนที่พ่นออกมาจากเครื่องยนต์ ปะทะเข้ากับอากาศเย็นซึ่งอยู่ภายนอก เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยการจับตัวกับเขม่าควันจากเครื่องยนต์ซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนควบแน่น เราจึงมองเห็นควันเมฆสีขาวถูกพ่นออกมาทางท้ายของเครื่องยนต์เป็นทางยาว ในการสร้างฝนเทียมก็เช่นกัน เครื่องบินทำการโปรยสารเคมี “ซิลเวอร์ไอโอไดด์” (Silver Iodide) เพื่อทำหน้าที่เป็นแกนควบแน่น เพื่อให้ไอน้ำในอากาศมาจับตัว และควบแน่นเป็นเมฆ



ภาพประกอบ 5 การเกิดเมฆ (Cloud Condensation)

ที่มา: <https://sciplanet.org/content/7879>

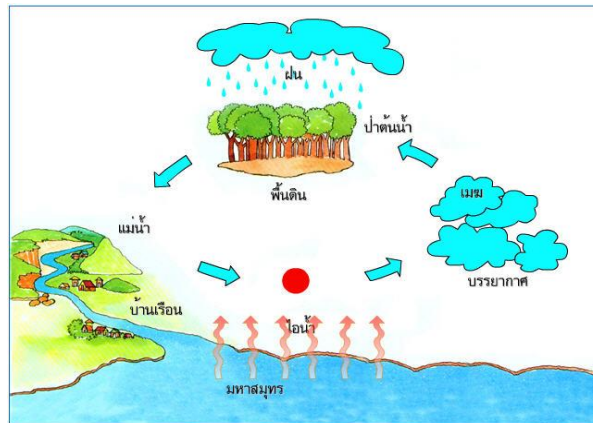


ภาพประกอบ 6 เมฆ

ที่มา: <https://www.trueplookpanya.com/lite/knowledge/view/33793>

ฝนเกิดจากอะไร ปัจจุบันนี้นักอุตุนิยมวิทยาสามารถศึกษา และทราบถึงเรื่องการเกิดฝนได้ดีขึ้นกว่าก่อน ๆ มาก เราทราบว่า อุณหภูมิของไอน้ำขนาดต่าง ๆ กันในก้อนเมฆ เมื่อมีขนาดใหญ่ จนไม่สามารถลอยตัวอยู่ในก้อนเมฆได้ ก็จะต้องตกมาเป็นฝน และบางครั้ง ฝนตกแผ่เป็นบริเวณกว้างถึงร้อย ๆ กิโลเมตรก็มี อย่างไรก็ตามในขณะนี้ ยังไม่มี นักอุตุนิยมวิทยาคนใดเข้าใจการเกิดของฝนได้อย่างสมบูรณ์

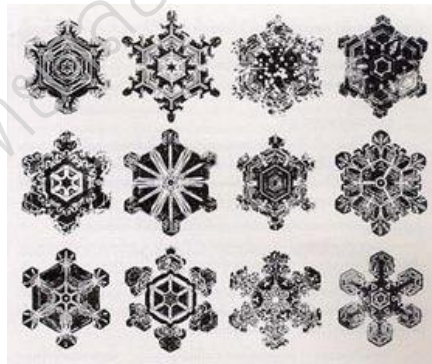
ฝนที่ตกลงมายังพื้นดินได้นั้น จะต้องมิเมฆเกิดในท้องฟ้าก่อน เมฆมีอยู่หลายชนิด (ดูเรื่องเมฆ) และมีบางชนิดเท่านั้นที่มีฝนตก เราได้กล่าวไว้ในเรื่องการเกิดของเมฆว่า ไอน้ำ จะกลั่นตัวเป็นเมฆ ก็ต่อเมื่อมีอนุภาคกลั่นตัวเล็ก ๆ (Condensation Nuclei) อยู่เป็นจำนวนมากเพียงพอ และไอน้ำจะเกาะตัวบนอนุภาคเหล่านั้นรวมกันทำให้เห็นเป็นเมฆ เมฆจะกลั่นตัวเป็นน้ำฝนได้ ก็ต้องมีอนุภาคแข็งตัว (Freezing Nuclei) หรือเม็ดน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งจะดึง เม็ดน้ำขนาดเล็กมารวมตัวกันจนเกิดเป็นเม็ดฝน



ภาพประกอบ 7 ฝนเกิดจากอะไร

ที่มา: <https://tuemaster.com/blog/ฝนเกิดจากอะไร>

สภาวะของน้ำที่ตกลงมาจากท้องฟ้า นั้น อาจจะเป็นลักษณะของฝน หิมะ ฝน
ละอองหรือลูกเห็บ ซึ่งเราเรียกลักษณะเหล่านี้รวมว่า เป็นน้ำฟ้า (Precipitation) การที่น้ำฟ้าจะ
ตกลงมาเป็นฝน หรือหิมะนั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศว่า ร้อนเย็นแค่ไหน ลักษณะ
ของหิมะหรือผลึกน้ำแข็งเล็ก ๆ แต่ละอันจะมีรูปร่างต่าง ๆ กัน แต่มีลักษณะที่คล้ายกันอยู่
อย่างหนึ่ง คือ หิมะ หรือผลึกน้ำแข็ง ส่วนมากจะเป็นรูป 6 เหลี่ยมทั้งสิ้น



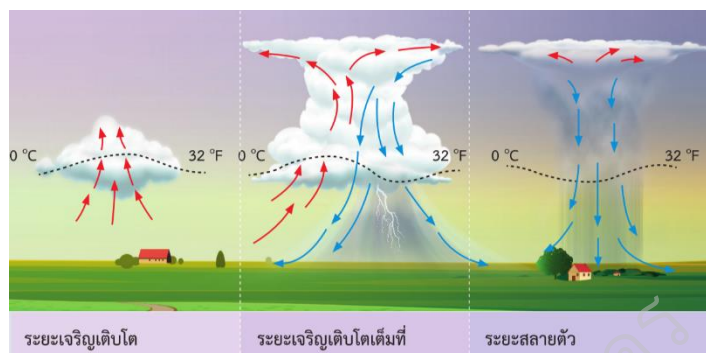
ภาพประกอบ 8 ผลึกน้ำแข็ง ซึ่งมีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน แต่ส่วนมากเป็นรูป 6 เหลี่ยม

ที่มา: [https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.](https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=4&chap=5&page=t4-5-infodetail16.html)

[php?book=4&chap=5&page=t4-5-infodetail16.html](https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=4&chap=5&page=t4-5-infodetail16.html)

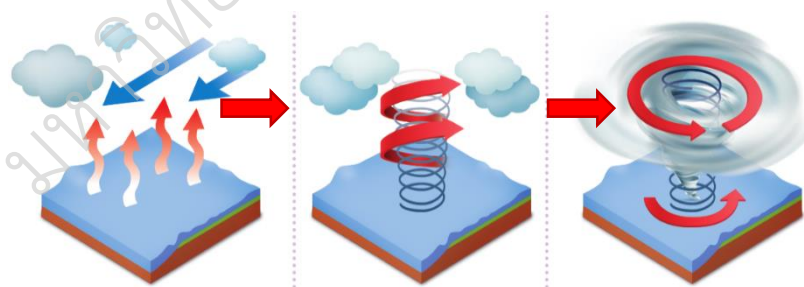
พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm) เกิดขึ้นได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่
มักจะเกิดขึ้นได้บ่อยในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พายุฝนฟ้าคะนองที่
เกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทยจะมีความรุนแรงมากกว่าพายุฝนฟ้าคะนอง

ที่เกิดขึ้นในช่วงอื่นและเรียกชื่ออีกอย่างว่า พายุฤดูร้อน การเกิดและพัฒนาของพายุฝนฟ้าคะนองแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ และระยะสลายตัว ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 กระบวนการเกิดและพัฒนาตัวของพายุฝนฟ้าคะนอง
ที่มา: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ม.1 เล่ม 2

พายุหมุนเขตร้อนเกิดขึ้นเหนือมหาสมุทรบริเวณศูนย์สูตร จากนั้นจึงเคลื่อนตัวเข้าสู่แผ่นดิน พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนผ่านประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพายุที่เกิดเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณประเทศฟิลิปปินส์ พื้นที่ประเทศไทยที่พายุหมุนเขตร้อนมีโอกาสเคลื่อนที่ผ่านมากที่สุดคือบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กระบวนการเกิดพายุหมุนเขตร้อนจะเกิดเป็นลำดับ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 พัฒนาการของพายุหมุนเขตร้อน
ที่มา: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ม.1 เล่ม 2

น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 26-27 องศาเซลเซียส ขึ้นไปน้ำจึงเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำปริมาณมาก และเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นบริเวณกว้างทำให้อากาศที่อยู่บริเวณโดยรอบเคลื่อนเข้ามาแทนที่

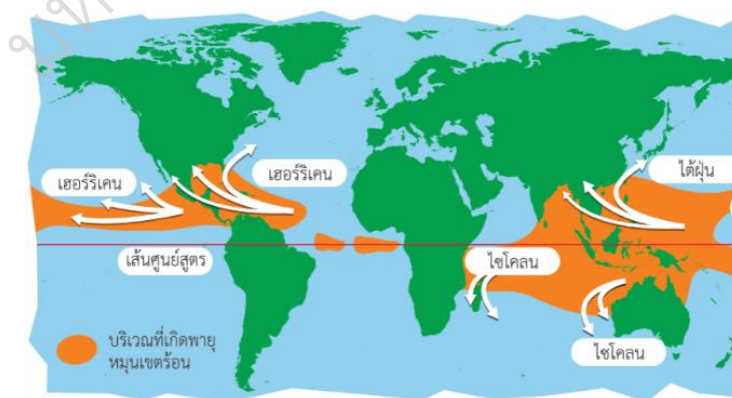
เมื่ออากาศจากบริเวณรอบ ๆ เคลื่อนเข้ามาแทนที่จะเกิดการพัดเวียนเป็นเกลียวเข้าหาศูนย์กลางของพายุ เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลกยิ่งใกล้ศูนย์กลางอากาศจะเคลื่อนที่พัดเวียนเกือบเป็นวงกลมและมีอัตราเร็วสูงที่สุด จากนั้นลมจึงพัดหมุนเป็นเกลียวขึ้น และกระจายออกด้านบน

บริเวณศูนย์กลางของพายุเป็นบริเวณที่ลมสงบและไม่เกิดเมฆ เมื่อมองจากด้านบนจะเห็นเป็นวงกลม จึงเรียกว่า ดาพายุ เมื่อพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนที่เข้าสู่แผ่นดินหรือเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่น้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่า 26-27 องศาเซลเซียส อัตราเร็วลมที่พัดรอบพายุจะลดลง ทำให้พายุลดกำลังลงหรือสลายตัว

การเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อนบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันตก มีชื่อเรียกตามอัตราเร็วลมสูงสุดบริเวณใกล้ศูนย์กลาง โดยแบ่งพายุหมุนเขตร้อนออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ พายุดีเปรสชัน พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่น ซึ่งมีอัตราเร็วลมสูงสุดบริเวณใกล้ศูนย์กลางดังนี้

1. พายุดีเปรสชัน อัตราเร็วลมใกล้ศูนย์กลางน้อยกว่า 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
 2. พายุโซนร้อน อัตราเร็วลมใกล้ศูนย์กลาง 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป แต่ไม่ต่ำกว่า 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
 3. พายุไต้ฝุ่น อัตราเร็วลมใกล้ศูนย์กลางตั้งแต่ 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป
- ทั้งนี้ในบริเวณอื่น ๆ พายุหมุนเขตร้อนก็มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไป เช่น บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ทะเลอาหรับ และอ่าวเบงกอล เรียกว่า พายุไซโคลน บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือฝั่งตะวันออก และมหาสมุทรแอตแลนติก เรียกว่า พายุเฮอริเคน



ภาพประกอบ 11 ภาพการเรียกชื่อพายุหมุนเขตร้อนที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณ
ที่มา: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ม.1 เล่ม 2

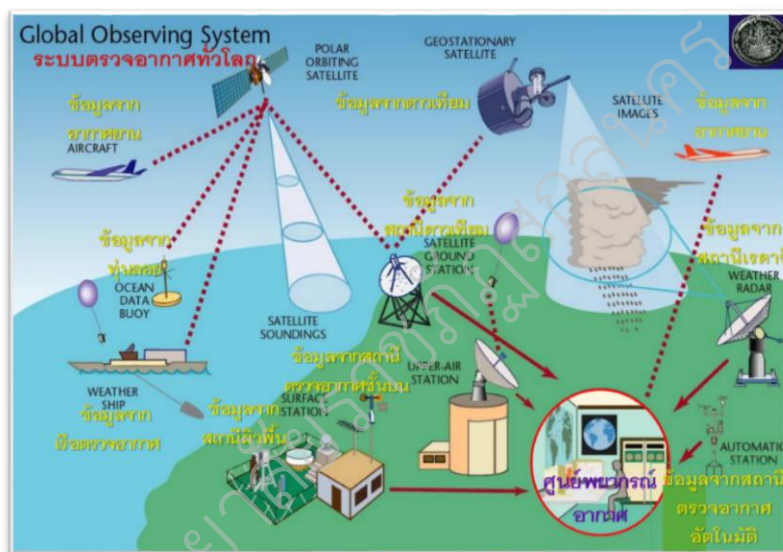
พายุฝน พายุคะนอง เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น ๆ เฉพาะถิ่น ครอบคลุมพื้นที่
ไม่กว้างมาก ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน เช่น ลมแรงพัดบ้านเรือนเสียหาย
ต้นไม้และเสาไฟฟ้าหักโค่น พายุฝนและสัตว์ น้ำท่วมฉับพลัน ส่วนพายุหมุนเขตร้อน
เกิดขึ้นโดยมีระยะเวลาดังแต่ก่อตัวจนกระทั่งสลายตัวประมาณไม่เกิน 7 วัน เมื่อเคลื่อนตัว
เข้าสู่แผ่นดินจะส่งผลกระทบเป็นบริเวณกว้างหลายร้อยตารางกิโลเมตรเป็นระยะเวลา
นานหลายวัน ความเสียหายขึ้นอยู่กับความรุนแรงของพายุ โดยบริเวณที่ศูนย์กลางพายุ
เคลื่อนผ่านจะได้รับความเสียหายมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง การพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศ คือ การคาดหมายสภาวะอากาศและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งในอนาคต ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศที่เกิดขึ้นใกล้ตัวเรา เช่น ฝน อุณหภูมิ เมฆ หมอก คลื่นลม รวมทั้งภัยธรรมชาติ ที่รุนแรงและไม่รุนแรง ได้แก่ พายุหมุนเขตร้อน, พายุฝนฟ้าคะนอง, การเกิดอุทกภัย, ภัยแล้ง ฯลฯ



ภาพประกอบ 12 การตรวจอากาศ

ที่มา : <http://www.sattmet.tmd.go.th/satmet/knowledge/SATpresent.pdf>

การตรวจอากาศ คือ การตรวจวัดข้อมูลสภาวะประกอบทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้เพื่อการพยากรณ์อากาศ จะตรวจทุก ๆ 3 ชั่วโมง หรือทุกชั่วโมงเมื่อมี อากาศร้าย ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศ จะนำมาจัดทำเป็นแผนที่อากาศ แล้วนำมาใช้ในการพยากรณ์อากาศต่อไป วิธีการตรวจอากาศจะมีอยู่ด้วยกัน 4 วิธี คือ

1. การตรวจอากาศ ผิวพื้น (Surface observation)
2. การตรวจอากาศ ชั้นบน (Upper-air observation)
3. การตรวจอากาศ ด้วยดาวเทียม (Satellite observation)
4. การตรวจอากาศ ด้วยเรดาร์ (Radar observation)

องค์ความรู้ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ

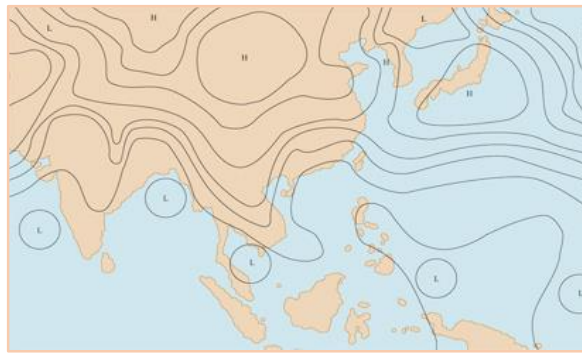
- 1) มีความรู้ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก ถึงสูง ๆ ขึ้น ๆ ไปถึงท้องฟ้า และในชั้นบรรยากาศ
 - 2) มีข้อมูลสภาวะอากาศ ปัจจุบันล่าสุดและต่อเนื่อง
 - 3) สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการคาดหมายพยากรณ์ล่วงหน้าได้
- ข้อมูลต่าง ๆ ของกรมอุตุนิยมวิทยา นอกจากจะได้มาจากการตรวจอากาศทั้ง 4 วิธี ยังมีข้อมูลจากสมาชิกของ องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก [WMO.] โดยเป็นข้อตกลงระหว่างประเทศว่าต้องส่งข้อมูลสารประกอบอุตุนิยมวิทยาแลกเปลี่ยนกันในประเทศเพื่อนบ้านและในทวีปเอเชีย โดยไม่มีเงื่อนไขแม้ในยามศึกสงคราม

วิธีการพยากรณ์อากาศ

ข้อมูลจากการตรวจอากาศจะถูกส่งและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในลักษณะของโค้ดตัวเลข ระหว่างประเทศต่าง ๆ ที่เป็นสมาชิกขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 130 ประเทศ โดยผ่านทางสายโทรศัพท์หรือดาวเทียม ที่มีศูนย์ต่าง ๆ ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูล ได้แก่ ศูนย์เมลเบิร์น ในประเทศออสเตรเลีย ศูนย์มอสโก ในประเทศรัสเซีย และศูนย์วอชิงตัน ในสหรัฐอเมริกา ข้อมูลตรวจอากาศจะถูกบันทึกลงในแผนที่ ซึ่งแต่เดิมการบันทึกข้อมูลลงในแผนที่ต้องใช้คนทำ แต่ต่อมาเมื่อวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ก้าวหน้ามากขึ้น จึงใช้คอมพิวเตอร์บันทึกแทน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่า และได้ข้อมูลมากขึ้น จากนั้นนักอุตุนิยมวิทยาจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของแผนที่ต่าง ๆ พร้อมทั้งใช้ความรู้ ประสบการณ์ และความชำนาญในการพยากรณ์อากาศตามระบบอากาศที่ปรากฏในแผนที่อากาศ ตลอดจนให้คำแนะนำและเตือนภัยพิบัติที่เกิดจากอากาศแปรปรวน เช่น อุทกภัย วาตภัย ภัยแล้งการพยากรณ์อากาศประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

วิเคราะห์แผนที่อากาศผิวพื้น

เพื่อศึกษาว่า มวลอากาศแต่ละสถานที่เป็น H หรือ L โดยการลากเส้นความกดอากาศ (isobar) ให้แต่ละเส้นความกดอากาศห่างเท่ากัน 2 เฮกโตปาสกาล แล้วเปรียบเทียบแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของ H และ L (ภาพแผนที่อากาศผิวพื้น) ในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น ข้อมูลความกดอากาศ เมื่อเวลา 07.00 น. ของวันนี้ เปรียบเทียบกับข้อมูลความกดอากาศเมื่อเวลา 07.00 น. ของวันก่อน เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอากาศ รวมทั้งการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความกดอากาศ และค่าอุณหภูมิของแต่ละวันในช่วงเวลาเดียวกัน



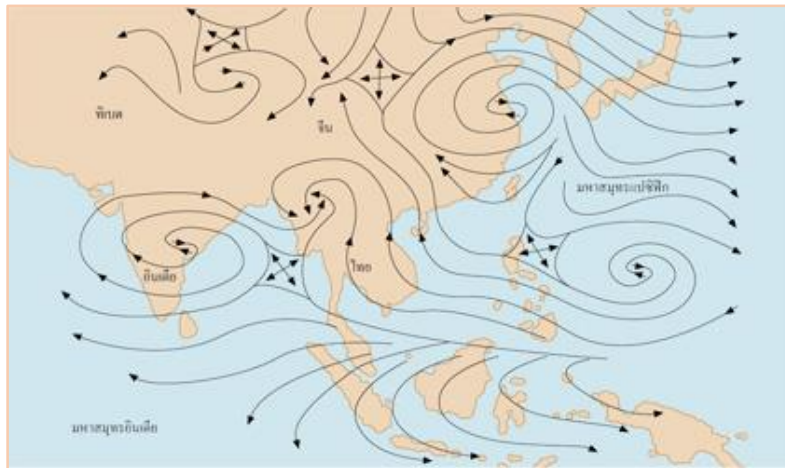
ภาพประกอบ 12 แผนที่อากาศผิวพื้น

ที่มา : <https://www.saranukromthai.or.th/>

ตัวอย่างการอ่านแผนที่อากาศผิวพื้น ปรากฏว่า มีบริเวณความกดอากาศสูง (H) ปกคลุมประเทศจีนตอนบน คาบสมุทระกาะหลี่ และมหาสมุทรแปซิฟิกทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น ลมความกดอากาศสูงแผ่ลงมาถึงภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทำให้ทั้ง ๒ ภาคมีอากาศหนาวเย็น ในขณะเดียวกันมีหย่อมความกดอากาศต่ำ (L) ปกคลุมมหาสมุทรอินเดียทางตะวันตกของอินเดีย อ่าวเบงกอล อ่าวไทย และมหาสมุทรแปซิฟิกทางตะวันตกของหมู่เกาะฟิลิปปินส์ และมีแนวปะทะอากาศเย็นกับแนวปะทะอากาศอุ่น อยู่บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกทางตะวันออกของประเทศจีนและญี่ปุ่น จากแผนที่ดังกล่าวหย่อมความกดอากาศต่ำ (L) ในอ่าวไทย มีผลกระทบต่อลักษณะอากาศในภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องจากหย่อมความกดอากาศต่ำมีทิศทางการเคลื่อนตัวไปทางตะวันตกตามทิศทางลมค้า เข้าสู่ภาคใต้ จึงทำให้มีฝนตกในภาคใต้

วิเคราะห์แผนที่ลมชั้นบน

ระบบอากาศที่อยู่สูงขึ้นไปจากพื้นดินจะมีความสัมพันธ์กับระบบอากาศผิวพื้น ถ้าระบบอากาศผิวพื้นเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำ แสดงว่า อากาศในบริเวณดังกล่าวเบาบาง และมีการยกตัวของอากาศ อากาศที่อยู่รอบ ๆ จะมีน้ำหนักมากกว่าและไหลเข้ามาแทนที่ แต่เนื่องจากการหมุนของโลก เกิดแรงที่ทำให้ลมพัดเฉไปทางขวาในซีกโลกเหนือ และเฉไปทางซ้ายในซีกโลกใต้ เรียกแรงนี้ว่า "แรงเฉ" (coriolis force)



ภาพประกอบ 13 แผนที่ลมชั้นบน

ที่มา : <https://www.saranukromthai.or.th/>

ลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ สามารถนำมาใช้คาดหมายลักษณะอากาศผิวพื้นว่า จะมีแนวโน้มการพัฒนาความรุนแรงเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น ในการพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อนต้องศึกษาการไหลของอากาศที่เข้าสู่จุดศูนย์กลาง หากมีการไหลเข้าสู่จุดศูนย์กลางสูงขึ้นจากพื้นดินมากขึ้น แสดงว่า พายุนั้นจะมีการพัฒนาความรุนแรงเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าการไหลของอากาศเข้าสู่จุดศูนย์กลางมีระดับลดต่ำลง แสดงว่า พายุนั้นจะมีการพัฒนาความรุนแรงลดลง นอกจากนี้ ยังสามารถศึกษากระแสลมในลักษณะของคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตก และคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออก ซึ่งมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศด้วย

วิเคราะห์แผนที่อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction: NWP)

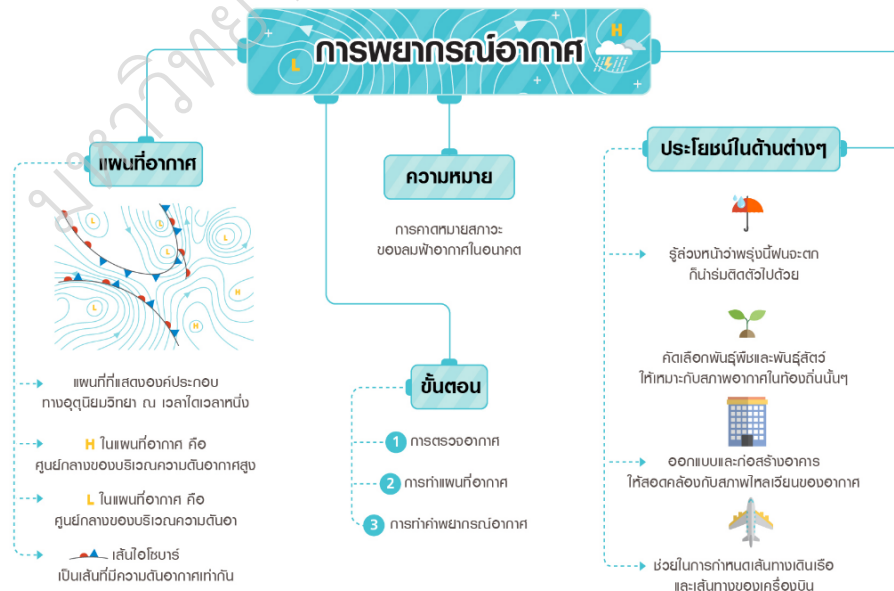
ปัจจุบันพัฒนาการด้านคอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้ามาก และมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการพยากรณ์อากาศ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และรวดเร็วมากขึ้น ในการรวบรวมผลการตรวจอากาศจากสถานีตรวจอากาศจำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งป้อนเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ความเร็วสูง และเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลมและทิศทางลม ชนิดและจำนวนเมฆในท้องฟ้า ด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสมการต่าง ๆ จำนวนมาก แสดงผลลัพธ์ให้เห็นในรูปแบบของแบบจำลองของบรรยากาศที่แสดงค่าต่าง ๆ ที่จุดพิคัด (grid points) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่พยากรณ์ว่า จะเกิดขึ้นภายใน 24, 48, 60, 72 ชั่วโมง ในรูปแบบของแผนที่ต่าง ๆ ที่เรียกว่า "แผนที่พรีอิกโนสติก" (Prognostic map) เช่น แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบน แผนที่พยากรณ์ฝน

การพยากรณ์อากาศแบ่งตามช่วงเวลา มี 3 ชนิด ดังนี้

1. การพยากรณ์อากาศระยะสั้น
 - การพยากรณ์อากาศปัจจุบัน ช่วงเวลาพยากรณ์ไม่เกิน 3 ชั่วโมง
 - การพยากรณ์อากาศระยะสั้นมาก ช่วงเวลาพยากรณ์ไม่เกิน 12 ชั่วโมง
 - การพยากรณ์อากาศระยะสั้น ช่วงเวลาพยากรณ์ไม่เกิน 72 ชั่วโมง
2. การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง
 - ช่วงเวลามากกว่า 72 ชั่วโมง ถึง 10 วัน
3. การพยากรณ์อากาศระยะนาน
 - ช่วงเวลามากกว่า 10 วัน

ตัวอย่างการพยากรณ์อากาศ

พยากรณ์อากาศภาคใต้ เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2545 โดยใช้แผนที่ผิวพื้น แผนที่ลมชั้นบนที่ระดับต่าง ๆ การคาดหมายบริเวณฝนตกจากแผนที่ NWP และภาพถ่ายดาวเทียม เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 แสดงว่า หย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณปลายแหลมญวนเคลื่อนตัวมาทางตะวันตกอย่างช้า ๆ และคาดว่า จะเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ในแนวจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี ในวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2545 หย่อมความกดอากาศต่ำนี้ จะส่งผลให้ภาคใต้มีฝนตกกระจาย และมีฝนตกหนักบางพื้นที่ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา



ภาพประกอบ 14 การพยากรณ์อากาศ

ที่มา : <https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33798>

ใบรายการซื้อวัสดุ อุปกรณ์ ครั้งที่.....

ชื่อกลุ่ม.....

รายการ	ราคา	จำนวน	ราคา (บาท)
โป๊มป์แผ่นบาง	10 บาท/แผ่น		
โป๊มป์แผ่นหนา	10 บาท/แผ่น		
โป๊มป์วงกลม	10 บาท/ชิ้น		
ไม้เสียบลูกชิ้น	2 บาท/		
ดินน้ำมัน	10 บาท/ชิ้น		
ฝาขวดน้ำ	2 บาท/ฝา		
ปืนกาว	ฟรี		
กาวน้ำ	5 บาท/ชิ้น		
อุปกรณ์ตกแต่ง ฯลฯ (ให้นักเรียนนำมาตามที่ต้องการ)	-		
รวม			

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 เด็กวิทย์นึกใครรู้

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

“ประเทศไทยประสบปัญหาในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณน้ำน้อย ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากหรือน้อยในบางพื้นที่ และในแต่ละฤดูยังเกิดพายุสร้างความเสียหายเป็นวงกว้าง สาเหตุนี้ทำให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้อุปโภค บริโภค ทำให้ประชาชนรับมือกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทัน

จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนสร้างเครื่องพยากรณ์อากาศ ปริมาณการเกิดเมฆ ฝน และพายุ ใช้ในการรับมือกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ทันเวลา โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ : ได้เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ

เงื่อนไข : ใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 เติบโตวิทย์สืบค้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนสังเกต อธิบายลักษณะ และจำแนกประเภทของเมฆ และตรวจวัดปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้า
2. ให้นักเรียนทำการวิเคราะห์และแปลความหมายคำพยากรณ์อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างง่าย แล้วตอบคำถาม

1. จากการสังเกตเมฆครั้งแรก เมฆที่พบมีลักษณะเป็นอย่างไร สามารถจำแนกเมฆที่พบตามเกณฑ์ของตนเองได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. พายุฝนฟ้าคะนองในระยะใดส่งผลกระทบมากที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

ในช่วงวันที่ 11 – 14 เม.ย. 66 ความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบน ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนโดยทั่วไปกับมีฟ้าหลัวในตอนกลางวันและมีอากาศร้อนจัดบางพื้นที่ ในขณะที่ลมใต้พัดปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออก ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีฝนฟ้าคะนองกับมีลมกระโชกแรงเกิดขึ้นบางพื้นที่ สำหรับลมตะวันออกกำลังอ่อนพัดปกคลุมอ่าวไทย ภาคใต้ และทะเลอันดามัน ทำให้ภาคใต้มีฝนน้อย โดยมีฝนฟ้าคะนองบางแห่ง

3. คำพยากรณ์อากาศดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล้องแคล้ว ความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง: ให้นักเรียนจับคู่แปลผลปริมาณเมฆปกคลุมจากค่าประมาณปริมาณเมฆปกคลุมที่ตรวจวัด และจับคู่ภาพชนิดของก้อนเมฆให้ถูกต้อง

ปริมาณเมฆปกคลุม	ค่าประมาณปริมาณเมฆปกคลุมของพื้นที่ทั้งหมด	
ไม่มีเมฆ (No clouds)	●	● ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้า 10%–25%
ท้องฟ้าแจ่มใส (Clear clouds)	●	● เมฆปกคลุมท้องฟ้า มากกว่า 90%
เมฆกระจาย (Scattered clouds)	●	● ท้องฟ้าไม่มีเมฆปกคลุม หรือไม่สามารถมองเห็นเมฆได้
เมฆครึ้ม (Overcast clouds)	●	● ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้า น้อยกว่า 10%
เมฆบางส่วน (Isolated clouds)	●	● ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้า 50%–90%
เมฆเป็นหย่อม ๆ (Broken clouds)	●	● ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้า 25%–50%

	●	●	คิวมูลัส (Cumulus : Cu)
	●	●	นิมโบสตราตัส (Nimbostratus : Ns)
	●	●	เซอร์โรคิวมูลัส (Cirrocumulus : Cc)

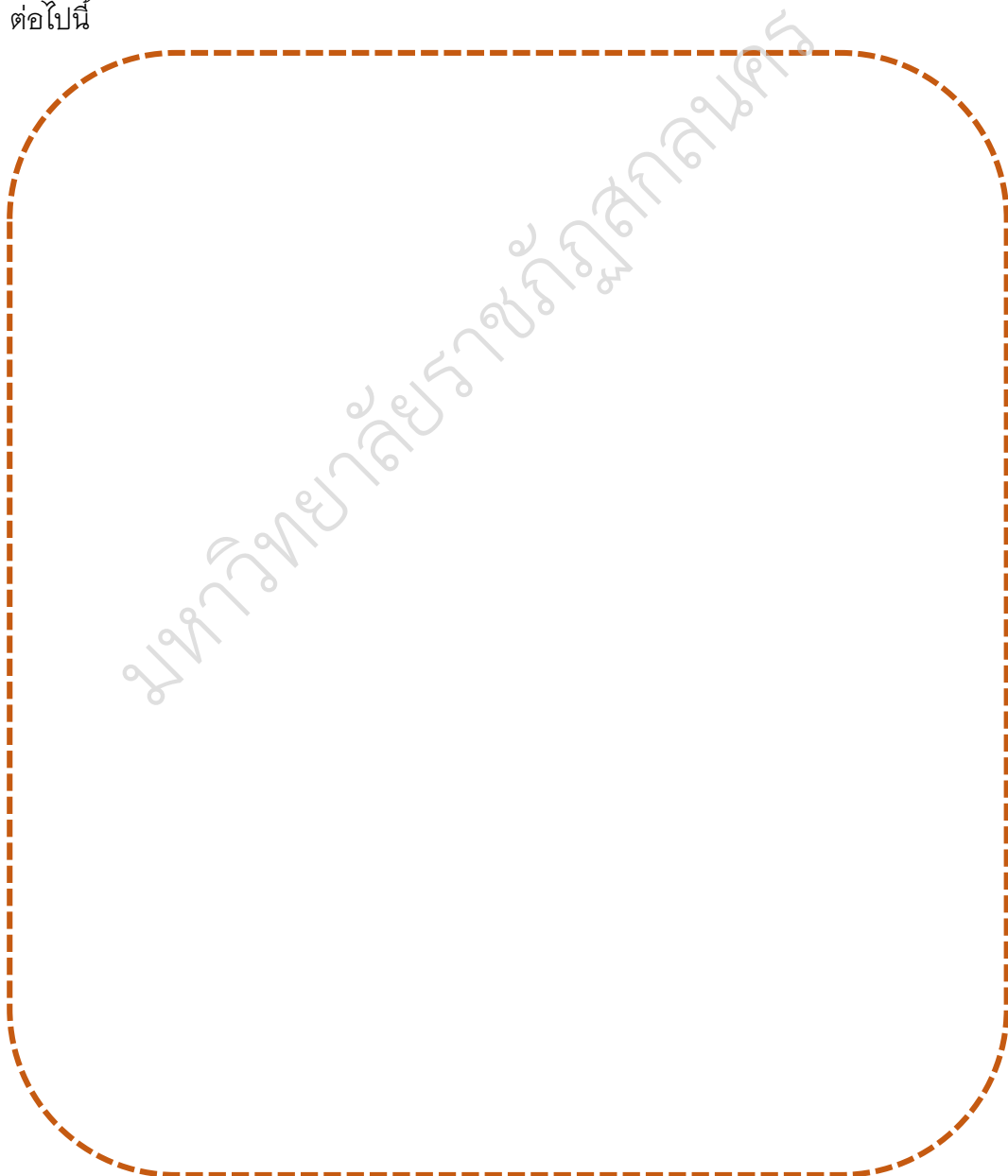
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 เด็กวิทย์สร้างแบบจำลอง

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนออกแบบเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ให้มีความสวยงาม และสร้างสรรค์ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้



3.1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....

3.1.2 จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ.....

3.1.3 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.4 เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ชนิดนั้นมาออกแบบแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.5 ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์ของเครื่อง

พยากรณ์อากาศ ปริมาณการเกิดเมฆ ฝน และพายุ

ข้อดี	ข้อเสีย	การนำไปใช้ประโยชน์ด้าน
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 เด็กวิทย์คิดวางแผน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

ขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา.....

ขั้นที่ 1

.....

ขั้นที่ 2

.....

ขั้นที่ 3

.....

ขั้นที่ 4

.....

ขั้นที่ 5

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 5 ตรวจสอบเครื่องพยากรณ์อากาศ ปริมาณการเกิดเมฆ ฝน และพายุ

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1) นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะของเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของลักษณะทดสอบที่ได้จากการสังเกต รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรมแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

ลำดับ	ลักษณะของแบบจำลองที่ต้องการ	ลักษณะของแบบจำลองที่ได้ (ครั้งที่ 1)
1	ลักษณะของเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ - มีความถูกต้อง ครบถ้วน สร้างสรรค์	ลักษณะของเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ
2	คุณภาพของเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ - ต้องมีรูปแบบ รูปทรง ไม่มีข้อบกพร่อง ใช้งานได้จริง	คุณภาพของเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ
3	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น - ต้องประณีต ทัดเทียม และเหมาะสมกับชิ้นงาน	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น

5.2 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่ในครั้งที่ 1

ลำดับ	รายงานประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ได้เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และ พายุ ที่สร้างสรรค์ น่าสนใจ และใช้งานได้จริง	..... ..... ..... ..... ..... .....
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด	..... ..... ..... ..... .....
	เงื่อนไข 2) ชิ้นงานมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์	..... ..... ..... ..... .....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนบันทึกผลจากการปรับปรุงวิธีการ ในการแก้ปัญหา โดยบันทึก รายละเอียดของลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหา อุปสรรค และแนวทาง ในการแก้ปัญหาในครั้งที่ 2

ลำดับ	ลักษณะของแบบจำลอง ที่ต้องการ	ลักษณะของแบบจำลองที่ได้ (ครั้งที่ 2)
1	ลักษณะของเครื่องพยากรณ์การเกิด เมฆ ฝน และพายุ - มีความถูกต้อง ครบถ้วน สร้างสรรค์	ลักษณะของเครื่องพยากรณ์การเกิด เมฆ ฝน และพายุ
2	คุณภาพของเครื่องพยากรณ์การเกิด เมฆ ฝน และพายุ - ต้องมีรูปแบบ รูปทรง ไม่มีข้อบกพร่อง ใช้งานได้จริง	คุณภาพของเครื่องพยากรณ์การเกิด เมฆ ฝน และพายุ
3	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น - ต้องประณีต ทัดเทียม และเหมาะสมกับชิ้นงาน	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น

5.4 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ให้มีความ แปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่ในครั้งที่ 2

ลำดับ	รายงานประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ได้เครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และ พายุ ที่สร้างสรรค์ น่าสนใจ และใช้งานได้จริง	..... ..... ..... ..... .....
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด	..... ..... ..... ..... .....
	เงื่อนไข 2) ชิ้นงานมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์	..... ..... ..... ..... .....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูล
จากที่วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เมฆแบ่งออกเป็นกี่ระดับอะไรบ้าง (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. 4 ระดับ ต่ำสุด กลาง สูง สูงสุด
 - ข. 3 ระดับ ต่ำสุด กลาง สูง
 - ค. 2 ระดับ ต่ำสุด กลาง
 - ง. 2 ระดับ ต่ำสุด สูงสุด
2. นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดไม่มีผลต่อปริมาณฝน (ด้านประเมินผล)
 - ก. อุณหภูมิอากาศ
 - ข. ต้นไม้
 - ค. ความกดอากาศ
 - ง. ลม เมฆ และพายุ
3. การเกิดฟ้าผ่านักเรียนคิดว่าเกิดจากสาเหตุใด (ด้านความเข้าใจ)
 - ก. การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าภายในก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆ
 - ข. การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าระหว่างเมฆเซอร์รัสกับเมฆคิวมูโลนิมบัส
 - ค. การขยายตัวอย่างรวดเร็วของอากาศจนเกิดเป็นเสียงดัง เนื่องจากเมื่อเกิดฟ้าแลบหรือฟ้าผ่าอากาศโดยรอบจะมีอุณหภูมิสูงมาก และอาจสูงถึง 30,000 องศาเซลเซียส
 - ง. การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าระหว่างเมฆคิวมูโลนิมบัสกับพื้นโลก
4. การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าภายในก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ใดขึ้น (ด้านวิเคราะห์)
 - ก. ฟ้าผ่า
 - ข. ฟ้าร้อง
 - ค. ฟ้าลั่น
 - ง. ฟ้าแลบ

5. นักเรียนคิดว่า การเกิด และพัฒนาของพายุฝนฟ้าคะนองแบ่งออกเป็นกี่ระยะ (ด้านประเมินผล)

- ก. 2 ระยะ คือ ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่
- ข. 2 ระยะ คือ ระยะเจริญเติบโต ระยะสลายตัว
- ค. 3 ระยะ คือ ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ ระยะสลายตัว
- ง. 3 ระยะ คือ ระยะเริ่มต้น ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่

6. เมฆระดับสูงมีเมฆชนิดใดบ้าง (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. เซอร์โรคิวมูลัส เซอร์โรสตราตัส เซอร์รัส
- ข. อัลโตคิวมูลัส อัลโตสตราตัส
- ค. คิวมูลัส สตราตัส สตราโตคิวมูลัส
- ง. นิโมโบสตราตัส คิวโมโลนิมบัส

7. การพยากรณ์อากาศ ประกอบด้วยกี่ขั้นตอน (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. 2 ขั้นตอน
- ข. 3 ขั้นตอน
- ค. 4 ขั้นตอน
- ง. 5 ขั้นตอน

8. ถ้าการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาระบุว่า บริเวณที่นักเรียนอาศัยอยู่มีฝนตกปานกลาง ปริมาณน้ำฝนมีเท่าใด (ด้านการวิเคราะห์)

- ก. มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 0.1 ถึง 10 มิลลิเมตร
- ข. มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 10.1 ถึง 35 มิลลิเมตร
- ค. มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 35.5 ถึง 50 มิลลิเมตร
- ง. ถูกทั้งข้อ 2 และ 3

9. นักเรียนมีวิธีคิดประดิษฐ์เครื่องมือการพยากรณ์อากาศ เพื่อให้ทราบข้อมูลได้อย่างไร (ด้านสร้างสรรค์)

- ก. นก ดูคลิปปิดีโอจากยูทูบแล้วนำมาดัดแปลงเป็นอุปกรณ์ในการพยากรณ์อากาศ
- ข. อ้อย อาศัยดูการพยากรณ์อากาศจากนก ท้า และยิม
- ค. ยิม ใช้มือรองน้ำฝนเพื่อดูว่าฝนตกหนักหรือไม่
- ง. ท้า นำโหลแก้วมาขีดเส้น แล้ววางไว้ที่โล่งแจ้งเพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำฝน

10. หากไม่มีการพยากรณ์อากาศ เรามีวิธีการตรวจสอบ และแก้ไขปัญหายังไรอย่างไร (ด้านการประยุกต์ใช้)

ก. ดูทิศทางของลมและกระแสลมว่าแรงขนาดไหน โดยสังเกตลักษณะของการ สะบัดของธง

ข. ยืนในที่โล่งแจ้งเพื่อตรวจสอบลมว่าแรงปะทะของลมมากน้อยเพียงใด

ค. สังเกตก้อนเมฆว่าหนาแน่น มีสีที่เข้มหรือไม่ และมีลมแรงขนาดไหน จากนั้น สังเกตปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมาในภาชนะที่รองรับ

ง. รอดติดตามข่าวการพยากรณ์อากาศจาก หนังสือพิมพ์ และช่องทางอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง เมฆ ฝน พายุ และการพยากรณ์อากาศ

1. ข
2. ข
3. ง
4. ง
5. ค
6. ก
7. ข
8. ข
9. ง
10. ค

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	คิดเป็น คะแนน (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไปและไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, pp.752-761)

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง: ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนกประเภท				
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
5. ทักษะการทดลอง				
6. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน		เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ	ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
20 – 24	4	3	ดี
15 – 19	3	2	พอใช้
10 – 14	2	1	ปรับปรุง
ต่ำกว่า 10	1	4	ดีมาก

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจำแนก	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้บางส่วน	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ถูกต้องครบถ้วน	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และผู้อื่นเข้าใจความหมายได้เป็นส่วนใหญ่	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และผู้อื่นเข้าใจความหมายได้เป็นบางส่วน	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย แต่ไม่มีความสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และผู้อื่นเข้าใจความหมายได้เป็นบางส่วน

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต อย่างเป็นระบบ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่ รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการลง ความคิดเห็นเมื่อมี ข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจาก การสังเกตได้ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่ รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการลง ความคิดเห็นเมื่อมี ข้อมูลเพิ่มเติม พอสมควร	รวบรวมข้อมูลจาก การสังเกตได้ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่ รวบรวมมาได้พอใช้ เปลี่ยนแปลงการลง ความคิดเห็นเมื่อมี ข้อมูลเพิ่มเติม บางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้ จากการสังเกตได้ เล็กน้อย สามารถ อธิบายเกี่ยวกับ ข้อมูลที่รวบรวมมา ได้เล็กน้อยยอมรับ การเปลี่ยนแปลง การลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม บางส่วน
5. ทักษะการ ทดลอง	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างชัดเจน มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ อย่างคล่องแคล่วทำ การทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติทำ การทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติทำ การทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้อง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลองถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลอง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดีมาก อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์ มากที่สุด	อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์	จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้อง	หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้ ถูกต้องบางส่วน
6. ทักษะการ ตีความและลง ข้อสรุป	แปลความหมาย ถูกต้อง และสรุปผล อย่างสอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้อง แต่สรุปผล ไม่สอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่ สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ ถูกต้องบางส่วน และไม่สรุปผล

แบบประเมินการนำเสนอ

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง: ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง

ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการให้คะแนน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกายถูก ระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเองและแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เสียตลิ่งผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตาผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำใช้ถ้อย คำข้อความสุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษาตัว ว ร ล คำควบกล้ำใช้ถ้อย คำข้อความสุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำใช้ถ้อย คำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นกำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ			
	1.2 สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง			
2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการเรียนรู้			
3. อยู่อย่างพอเพียง	3.1 มีความพอประมาณในตนเอง			
	3.2 การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตนเอง			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
	5.2 เข้าร่วมกิจกรรม ของโรงเรียน เช่น เก็บขยะ รักษาความสะอาดบริเวณโรงเรียน			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			

ตาราง (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมัสม)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
46 – 60	ดีมาก
31 – 45	ดี
16 – 30	พอใช้
ต่ำกว่า 16	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. เครื่องพยางค์การเกิดเมฆ ฟน และ พายุ มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ที่กำหนดไว้			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีสาม)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบชิ้นงานชัดเจนและสามารถนำเสนอผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบชิ้นงานชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเสนอผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้	รูปแบบชิ้นงานไม่ชัดเจนและไม่นำเสนอผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. การออกแบบเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ที่มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	การออกแบบเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	การออกแบบเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ตรงตามวัตถุประสงค์แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	การออกแบบเครื่องพยากรณ์การเกิดเมฆ ฝน และพายุ ไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิด หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบพร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ

ตาราง (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
4. ความสวยงาม ของชิ้นงาน	ได้เครื่องพยากรณ์ การเกิดเมฆ ฝน และพายุ มีสีสันที่ สวยงาม แปลกใหม่และ ถูกต้องตามเนื้อหา	ได้เครื่องพยากรณ์ การเกิดเมฆ ฝน และพายุ มีสีสัน ที่สวยงาม แปลกใหม่ แต่ไม่ถูกต้องตาม เนื้อหา	ได้เครื่องพยากรณ์ การเกิดเมฆ ฝน และพายุ มีสีสันไม่ สวยงาม ไม่แปลกใหม่ และ ไม่ถูกต้องตาม เนื้อหา
5. ทำงานเสร็จ ภายในเวลาที่ กำหนด	ทำงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่า เวลาที่กำหนด 10 นาที

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เวลา 18 ชั่วโมง

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สอน นายณรงค์เดช สีมาสม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก

กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/6 อธิบายสถานการณ์ และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่ได้รับ

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/7 ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 3.1 ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

1.3 กลุ่มสาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน
รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ
และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนและ
ดำเนินการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม.1/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ
กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

1.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระที่ 1 ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิด
สร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด
ต้องการศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.1/2 ระบุ และบรรยายหลักการออกแบบงานทัศนศิลป์
โดยเน้นความเป็นเอกภาพ ความกลมกลืน และความสมดุล

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.1/3 นำวาดภาพทัศนียภาพแสดงให้เห็นระยะใกล้ไกล
เป็น 3 มิติ

2. สาระการเรียนรู้

1. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

3. สาระสำคัญ

ภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยปัจจัยทางธรรมชาติ และ
จากกิจกรรมของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
และสิ่งแวดล้อม เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล
การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำ การเกิดโรคอุบัติใหม่ และอุบัติซ้ำ และการเกิดภัยพิบัติ
ทางธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น มนุษย์จึงควรเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้สถานการณ์
ดังกล่าว ทั้งแนวทางการปฏิบัติให้เหมาะสม และแนวทางการลดกิจกรรม ที่ส่งผลต่อ
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

1) สามารถอธิบายสถานการณ์ และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้

2) สามารถนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันในการ และปฏิบัติตนให้เหมาะสม โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

- 1) ความคิดคล่องแคล่ว (คิดแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และทันเวลา)
- 2) ความคิดยืดหยุ่น (ได้แผนฉนวนกันความร้อนที่มีประสิทธิภาพ)
- 3) ความคิดริเริ่ม (ชิ้นงานมีความน่าสนใจ)
- 4) ความคิดละเอียดลออ (มีรายละเอียดในองค์ประกอบของชิ้นงาน)

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการจำแนกประเภท
- 3) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 5) ทักษะการทดลอง
- 6) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) มีวินัย ใฝ่เรียนรู้
- 3) อยู่อย่างพอเพียง
- 4) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5) มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร (การนำเสนอผลงาน)
- 2) ความสามารถในการคิด (การคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์)

- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (แก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้)
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (ทำงานกลุ่มร่วมกันผู้อื่นได้)
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์)

6. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

วิทยาศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการใช้ความรู้ ทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

วิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการสร้างสรรค์ชิ้นงานผ่านฉนวนกันความร้อน

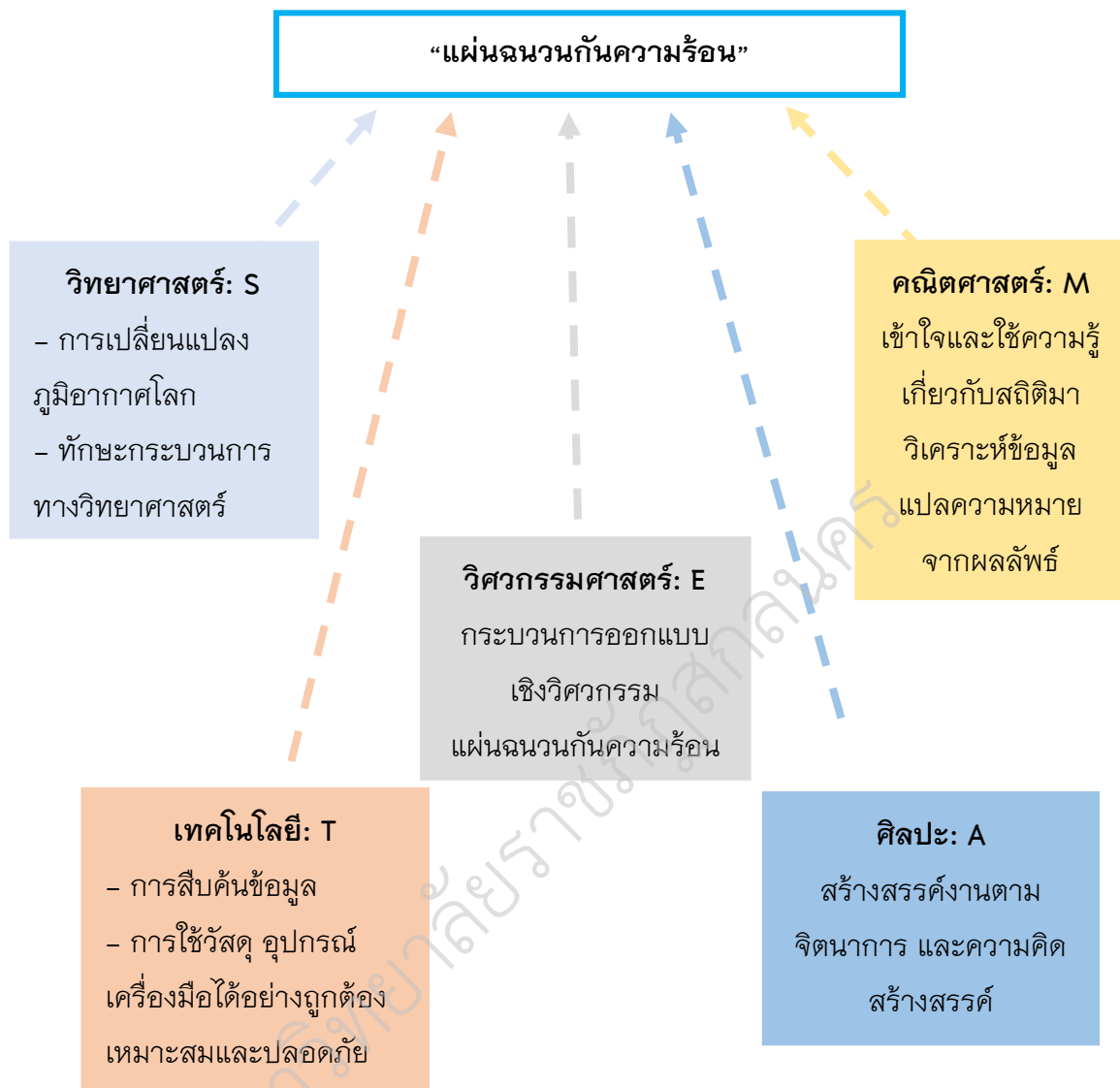
ศิลปะ

สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อยางศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมาย จากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษา ได้กำหนดกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนร่วมกันสังเกตจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ระดมความคิด และระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่างแบบแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหาโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีจุดเน้นในการออกแบบการแก้ปัญหา คือ ความพอดี ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากแบบแนวคิดที่ร่างไว้ และดำเนินแก้ไขปัญหา หรือการสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ตามแผนที่นักเรียนเขียนไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (15 นาที)

1.1 ครูกล่าวพูดคุย ทักทายนักเรียน เช็คชื่อ แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

1.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ระยะเวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1.3 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูให้นักเรียนชมภาพของพื้นที่เดียวกันแต่แตกต่างกันตามคนละอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 2 หมีขั้วโลกได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ที่มา : หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สสวท. ม.1 เล่ม 2 หน้า 171

4. ครูถามนักเรียน ดังนี้

- จากภาพที่ครูยกตัวอย่าง นักเรียนพบอะไรในภาพบ้าง
(แนวคำตอบ : หมีขั้วโลก 2 ตัว ธารน้ำแข็ง และน้ำ)
- จากภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกกับหมีขั้วโลก และธารน้ำแข็ง

อย่างไร

(แนวคำตอบ: ทำให้ธารน้ำแข็งละลายอย่างรวดเร็ว แหล่งอาหารของหมีขั้วโลกลดจำนวนลงทำให้ประชากรหมีขั้วโลกลดลงเช่นกัน)

- แล้วการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกส่งผลอย่างไรต่อตัวนักเรียน
(แนวคำตอบ: นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

5. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของปัญหา ดังนี้

“การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกทำให้อุณหภูมิอากาศร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มนุษย์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง โดยการเปิดแอร์ตลอด 24 ชั่วโมง และจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนในราคาแพง และมนุษย์ยังมีการเผาขยะเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการปล่อยแก๊สขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก ทั้งทำให้โลกร้อน”

จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนแก้ปัญหาการลดการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก จากการเปิดแอร์ โดยสร้างแผนฉนวนกันความร้อนเพื่อลดความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ : ได้แผนฉนวนกันความร้อนที่ลดความร้อนได้จริง

เงื่อนไข : ใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

6. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผนฉนวนกันความร้อน ตอนที่ 1 เด็กวิทย์คิดสับสน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (35 นาที)

1. นักเรียนศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ 1) ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้น นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

กิจกรรมที่ 1: การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกส่งผลอย่างไร

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกส่งผลอย่างไร โดยครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกให้นักเรียนรับชม และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1



ภาพประกอบ 3 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=uGhe_Lh_1_8&t=186s : 8.57 นาที

3. หลังจากนักเรียนรับชมวิดีโอเกี่ยวกับอุณหภูมิอากาศ จากนั้นให้นักเรียนนำข้อมูลจากวิดีโอ เขียนลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกันความร้อน ตอนที่ 2 นักวิทย์คิดด้วยปัญญา พร้อมทำกิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (40 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับสถานการณ์ วัตถุประสงค์ และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกทำให้อุณหภูมิอากาศร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มนุษย์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง โดยการเปิดแอร์ตลอด 24 ชั่วโมง และจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนในราคาแพง และมนุษย์ยังมีการเผาขยะเป็นจำนวนมากทำให้มีการปล่อยแก๊สขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก ทั้งทำให้โลกร้อน”

จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนแก้ปัญหาลดการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากจากการเปิดแอร์ โดยสร้างแผ่นฉนวนกันความร้อนเพื่อลดความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ : ได้แผ่นฉนวนกันความร้อนที่ลดความร้อนได้จริง

เงื่อนไข : ใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

2. ครูแนะนำอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้รับว่าจะได้รับอุปกรณ์อะไรบ้าง

3. ครูแนะนำนักเรียนในแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับข้อจำกัดของการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการออกแบบ และร่างแบบภาพชิ้นงานจากวัสดุที่กำหนดให้ และอุปกรณ์ที่จะใช้ทำชิ้นงาน โดยครูกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแผ่นฉนวนกันความร้อนไว้ใน ตาราง 1

ตาราง 1 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	ลังกระดาษ	10 บาท/แผ่น
2	ฟองน้ำ	5 บาท/ใบ
3	ฟิวเจอร์บอร์ด	5 บาท/แผ่น
4	โฟม	5 บาท/แผ่น
5	ดินน้ำมัน	10 บาท/ก้อน
6	กาบ TOA	25 บาท/กระปุก
7	กรรไกร	20 บาท/อัน
8	คัตเตอร์	20 บาท/อัน
9	อุปกรณ์ตกแต่ง ฯลฯ (ให้นักเรียนนำมาตามที่ต้องการ)	-

หมายเหตุ : นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับเงินกลุ่มละ 100 บาท ในการซื้อวัสดุ อุปกรณ์

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบการสร้างแผ่นฉนวนกันความร้อน ที่น่าสนใจ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกันความร้อน ตอนที่ 3 นักวิทย์คิดออกแบบสร้างสรรค์ กิจกรรมที่ 2 ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (30 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อน ที่ร่างไว้ โดยการระบุดำเนินการของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกันความร้อน ตอนที่ 4 นักวิทย์คิดวางแผน

2. นักเรียนนำใบรายการวัสดุอุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามที่ต้องการและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน (40 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของลักษณะเครื่องบินที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบ ได้แก่ สีส้นของบ้าน ลักษณะความสวยงาม ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกันความร้อน ตอนที่ 5 ตรวจสอบแผ่นฉนวนกันความร้อน จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาชิ้นงานที่ได้ให้มีความน่าสนใจแปลกใหม่ และประเมินผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไข ในการแก้ปัญหาหรือไม่ โดยเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ดังนี้

รายการการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้				
2. ความคิดสร้างสรรค์				
3. ความคงทนของชิ้นงาน				
4. สีสันสวยงาม				
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน		เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ	ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
16 – 20	4	4	ดีมาก
11 – 15	3	3	ดี
6 – 10	2	2	พอใช้
ต่ำกว่า 6	1	1	ปรับปรุง

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ แผ่นฉนวนกันความร้อน พร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและ

ผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่ คือ ได้แผ่นฉนวนกันความร้อน โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกันความร้อน ตอนที่ 6 เด็กวิทย์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ระยะเวลา 10 นาที คะแนนเต็ม 10 คะแนน

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. ม.1 เล่ม 2
2. วิดีทัศน์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

8. การงานและชิ้นงาน

8.1 การงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกันความร้อน

8.2 ชิ้นงาน

แผ่นฉนวนกันความร้อน ที่มีความสวยงาม สร้างสรรค์ และลดความร้อน พร้อมใช้งานได้จริง

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. สามารถอธิบาย สถานการณ์ และ ผลกระทบการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โลกจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	- ตรวจใบ กิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวนกัน ความร้อน	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง แผ่นฉนวน กันความร้อน - แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. สามารถนำองค์ ความรู้เกี่ยวกับถักร เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โลกไปใช้แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันในการ และปฏิบัติตนให้ เหมาะสม โดยบูรณา การวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์	- ตรวจ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลัง เรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลัง เรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิด คล่องแคล่ว	- ตรวจใบกิจกรรม ฝึกความคิด สร้างสรรค์	- ใบกิจกรรมฝึก ความคิด สร้างสรรค์	- ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนความคิด สร้างสรรค์

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ (ต่อ)

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิด ละเอียดลออ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ทักษะการวัด 2. ทักษะการจำแนก ประเภท 3. ทักษะการใช้ จำนวน 4. ทักษะการจัด กระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	เรื่อง แผ่นฉนวนกัน ความร้อน - ตรวจแบบ ทดสอบวัดความ คิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบ ประเมินชิ้นงาน - สังเกตพฤติกรรม	เรื่อง แผ่นฉนวน กันความร้อน - แบบทดสอบ วัดความ คิดสร้างสรรค์ - แบบประเมิน ชิ้นงาน - แบบประเมิน ทักษะกระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	- ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนความคิด สร้างสรรค์ - อยู่ในระดับพอใช้ ขึ้นไป

9.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ 3. อยู่อย่างพอเพียง 4. มุ่งมั่นในการทำงาน 5. มีจิตสาธารณะ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการแก้ปัญหา 10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ใบความรู้ เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุมหลายทิศทาง มีการดัดแปลงผสมผสานความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน



ความคิดสร้างสรรค์
แบ่งเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

- 1) **ความคิดคล่องแคล่ว** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบและเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด
- 2) **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม
- 3) **ความคิดริเริ่ม** หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ
- 4) **ความคิดละเอียดลออ** หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (Climate Change)

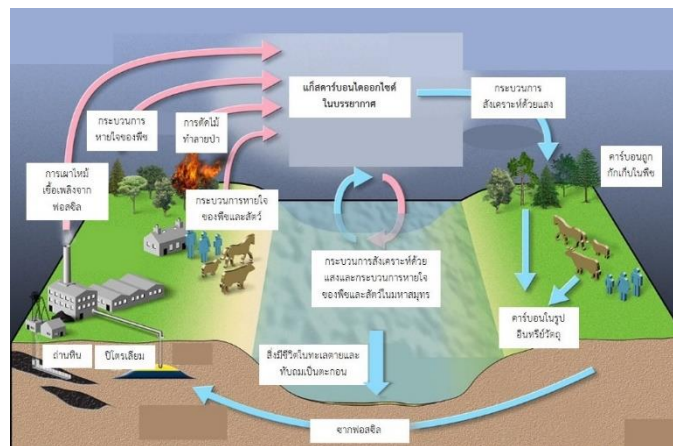
คือ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลก โดยเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ยาวนาน ซึ่งอาจนับช่วงเวลาเป็นระยะสิบปี ร้อยปี หรือพันปี ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ เช่น อุณหภูมิของโลก อาจส่งผลให้ภูมิอากาศโลกเปลี่ยนแปลงได้ในช่วงหลายสิบปี ขณะที่มลภาวะทางอากาศ อาจทำให้ภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงได้ในช่วงร้อยปี เป็นต้น

สาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

เราสามารถแบ่งสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก เป็น 2 ปัจจัยหลัก ๆ นั่นคือ ปัจจัยทางธรรมชาติ และปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ โดยปัจจัยทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงวงโคจรของโลกที่หมุนรอบดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของโลก เป็นต้น ส่วนปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และส่งผลให้ภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอันเนื่องมาจากมนุษย์เป็นหลัก

แก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gases)

บรรยากาศของโลกประกอบด้วยไนโตรเจน ออกซิเจน และอาร์กอน เป็นองค์ประกอบหลักของบรรยากาศ แต่ยังมีแก๊สโมเลกุลใหญ่ เช่น ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ และสารกลุ่มคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นแก๊สที่มีความสามารถในการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด ทำให้เกิดการกักเก็บความร้อนในชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกอบอุ่นขึ้น เราเรียกแก๊สเหล่านี้ว่า “แก๊สเรือนกระจก” ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศจำนวนมาก แก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุด ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรคาร์บอน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 วัฏจักรคาร์บอน

ที่มา : ดัดแปลงจาก <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon-cycle-full.jpg>

จากภาพประกอบ 4 แสดงวัฏจักรคาร์บอน ซึ่งหมายถึงการหมุนเวียนของธาตุคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต พื้นดิน น้ำ และบรรยากาศของโลก โดยเริ่มพิจารณาคาร์บอนในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในบรรยากาศถูกใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และกลับสู่บรรยากาศได้จากกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์ ขณะเดียวกันแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศอาจถูกสะสมในน้ำจากการถูกชะล้างด้วยฝน กลายเป็นกรดคาร์บอนิกแล้วทำปฏิกิริยากับแร่หินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต เกิดเป็นไบคาร์บอเนตหรือคาร์บอเนต ถ้ายทอดสู่แหล่งกักตุนพืชในมหาสมุทร สุดท้ายกลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำหรือกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศได้ด้วยกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์ในทะเลและเป็นตะกอนทับถมเป็นซากฟอสซิลในก้นทะเลลึก คาร์บอนส่วนหนึ่งมีการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารจากพืชสู่สัตว์ในรูปของสารอินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เมื่อสิ่งมีชีวิตตายและถูกย่อยสลาย สารอินทรีย์ที่อยู่ในซากพืชซากสัตว์ที่ถูกทับถมเป็นเวลานาน ในบางสภาวะนั้นสามารถกลายเป็นคาร์บอนในรูปของถ่านหินหรือปิโตรเลียม แล้วถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การคมนาคมขนส่งหรือการทำงานของเครื่องจักรในภาคอุตสาหกรรมหรือในครัวเรือน เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ทำให้คาร์บอนเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อมีปริมาณมากขึ้นจึงส่งผลให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นในระยะยาว

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์นั้น ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทั่วโลกที่เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก เช่น ภาวะโลกร้อน (Global warming) การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การหดตัวของธารน้ำแข็ง การหลอมเหลวของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำ การเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาผลิบานของดอกไม้หรือพืช การเกิดโรคอุบัติใหม่และอุบัติซ้ำ เป็นต้น โดยปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นล้วนส่งผลเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน

ภาวะโลกร้อน (Global warming)

คือ ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยสูงขึ้นในระยะยาว โดยนักวิทยาศาสตร์ (NASA's Scientific Visualization Studio, 2020) พบว่า อุณหภูมิของพื้นผิวโลกเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1980 – 2019 สูงขึ้นประมาณ 0.98 องศาเซลเซียส (สูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 1951 – 1980) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงที่สุดในรอบ 140 ปี และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในระยะยาว ทั้งนี้มีหลักฐานพบว่าภาวะโลกร้อนในปัจจุบันนั้นเกิดขึ้นเร็วกว่าอัตราเฉลี่ยของภาวะโลกร้อนในยุคน้ำแข็งประมาณ 10 เท่า จากการเก็บข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลกนี้สัมพันธ์กับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและสอดคล้องกับระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ผลดังกล่าวสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่มวลน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกลดลงอย่างรวดเร็ว จากหลักฐานการสำรวจแผ่นน้ำแข็งบริเวณเกาะกรีนแลนด์และทวีปแอนตาร์กติกา พบว่าที่เกาะกรีนแลนด์ มีมวลน้ำแข็งลดลงโดยเฉลี่ย 286 พันล้านตันต่อปี (ระหว่างปี ค.ศ. 1993 – 2016) ขณะที่บริเวณทวีปแอนตาร์กติกา มีมวลน้ำแข็งลดลง ประมาณ 127 พันล้านตันต่อปีในช่วงเวลาเดียวกัน เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราการสูญเสียมวลน้ำแข็งในทวีปแอนตาร์กติกานั้นเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่าในทศวรรษที่ผ่านมา

นอกจากนี้ยังมีหลักฐานอื่น ๆ ที่แสดงว่าภูมิอากาศโลกกำลังเปลี่ยนแปลง เช่น ภัยธรรมชาติที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น เช่น ภัยแล้ง ไฟป่า พายุไต้ฝุ่นโซนร้อน น้ำท่วม และการพังทลายของชั้นดิน เป็นต้น ปรากฏการณ์ที่ปะการังฟอกสีหรือการเปลี่ยนสีของปะการังอันเนื่องมาจาก อุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น จากข้อมูลดังกล่าวจึงอาจเชื่อมโยงได้ว่า เมื่อประชากรโลกเพิ่มมากขึ้น กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก ทำให้มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศ (โดยเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนและปรากฏการณ์อื่น ๆ ตามมา จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในที่สุด

ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก
อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์

ที่มา : ดัดแปลงจาก <https://unsplash.com/photos/T-eDxGcn-Ok>, <https://unsplash.com/photos/I53vswmQqCO> และ <https://unsplash.com/photos/i9w4Uy1pU-s>

เราจะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้อย่างไร

เป็นที่ทราบกันดีว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในปัจจุบันคือผลที่เกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติร่วมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในอดีตที่ผ่านมาเป็นระยะเวลานาน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ในปัจจุบันจึงไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ในระยะเวลานั้น อย่างไรก็ตามการลดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการสะสมแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศ ก็นับได้ว่าเป็นการช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในระยะยาวได้ เช่น ลดกิจกรรมที่มีการใช้เชื้อเพลิงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ใช้จักรยานแทนจักรยานยนต์เมื่อเดินทางในระยะใกล้ การรับลมเย็นจากธรรมชาติทดแทนการใช้เครื่องปรับอากาศ ลดการใช้ถุงพลาสติก เป็นต้น หากจำเป็นต้องใช้พลังงานที่มีการใช้เชื้อเพลิงควรใช้อย่างประหยัดและคุ้มค่า เช่น ถอดปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ใช้งาน ใช้รถประจำทางแทนการใช้รถยนต์ส่วนตัว ใช้กระดาษแต่ละแผ่นให้คุ้มค่า เป็นต้น

โดยสรุป ภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยปัจจัยทางธรรมชาติ แต่ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุดได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรคาร์บอน การเปลี่ยนแปลง

ภูมิอากาศโลกก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล การเปลี่ยนแปลงวัฏจักรน้ำ การเกิดโรคอุบัติใหม่และอุบัติซ้ำ และการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงขึ้นมนุษย์จึงควรเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้สถานการณ์ดังกล่าว ทั้งแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและแนวทางการลดกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ใบรายการซื้อวัสดุ อุปกรณ์ ครั้งที่.....

ชื่อกลุ่ม.....

รายการ	ราคา	จำนวน	ราคา (บาท)
ลังกระดาษ	10 บาท/แผ่น		
ฟองน้ำ	5 บาท/ใบ		
ฟิวเจอร์บอร์ด	5 บาท/แผ่น		
โฟม	5 บาท/แผ่น		
ดินน้ำมัน	10 บาท/ก้อน		
กาวย TOA	25 บาท/กระปุก		
กรรไกร	20 บาท/อัน		
คัตเตอร์	20 บาท/อัน		
อุปกรณ์ตกแต่ง ฯลฯ (ให้นักเรียนนำมาตามที่ต้องการ)	-		
รวม			

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 นักวิทยาศาสตร์สืบค้น

คำชี้แจง

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

“การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกทำให้อุณหภูมิอากาศร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มนุษย์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง โดยการเปิดแอร์ตลอด 24 ชั่วโมง และจ่ายค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนในราคาแพง และมนุษย์ยังมีการเผาขยะเป็นจำนวนมากทำให้มีการปล่อยแก๊สขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก ทั้งทำให้โลกร้อน”

จากปัญหาดังกล่าว ให้นักเรียนแก้ปัญหาการลดการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากจากการเปิดแอร์ โดยสร้างแผนฉนวนกันความร้อนเพื่อลดความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยมีวัตถุประสงค์ และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ : ได้แผนฉนวนกันความร้อนที่ลดความร้อนได้จริง

เงื่อนไข : ใช้วัสดุ อุปกรณ์ อย่างประหยัด และอย่างคุ้มค่า

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

ชั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 นักวิทยาศาสตร์ด้วยปัญญา

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

2.1 ให้นักเรียนทำการวิเคราะห์และแปลความหมายคำพยากรณ์อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างง่าย แล้วตอบคำถาม

2.2 ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ในช่วงวันที่ 11 – 14 เม.ย. 66 ความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบน ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนโดยทั่วไปกับมีฟ้าหลัวในตอนกลางวันและมีอากาศร้อนจัดบางพื้นที่ ในขณะที่ลมใต้พัดปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออก ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีฝนฟ้าคะนองกับมีลมกระโชกแรงเกิดขึ้นบางพื้นที่ สำหรับลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมอ่าวไทย ภาคใต้ และทะเลอันดามัน ทำให้ภาคใต้มีฝนน้อย โดยมีฝนฟ้าคะนองบางแห่ง

2.1.1 จากคำพยากรณ์อากาศบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.1.2 คำพยากรณ์อากาศมีประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

2.2.1 ให้นักเรียนจับคู่ข้อความที่มีความสัมพันธ์กันโดยนำตัวเลขหน้าข้อความทางขวามือใส่ใน ☐ หน้าข้อความทางซ้ายมือ

2.2.2 จากภาพตัวอย่างนักเรียนให้นักเรียนบอกความแตกต่างที่นักเรียนสังเกตเห็น

ปรากฏการณ์เรือนกระจก	☐	1. อุณหภูมิอากาศปัจจุบัน
แก๊สเรือนกระจก	☐	2. องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต
ลมฟ้าอากาศ	☐	3. ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น
คาร์บอน	☐	4. คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ



จากภาพตัวอย่างนักเรียนให้นักเรียนบอกความแตกต่างที่นักเรียนสังเกตเห็นภายในภาพ

ภาพด้านซ้าย	ภาพด้านขวา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 นักวิทยาศาสตร์คิดออกแบบสร้างสรรค์

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

3.1 ให้นักเรียนศึกษาออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนในการแก้ไขปัญห
เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ให้มีความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ ที่กำหนดให้
โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์พร้อมทั้งตอบ
คำถามต่อไปนี้

3.1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....

3.1.2. จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ.....

3.1.3 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.4 เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ชนิดนั้นมาออกแบบแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.5 ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์

ของแผ่นฉนวนกันความร้อน

ข้อดี	ข้อเสีย	การนำไปใช้ประโยชน์
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 5 ตรวจสอบแผนฉนวนกันความร้อน

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

5.1 นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะของแผนฉนวนกันความร้อนได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของลักษณะทดสอบที่ได้จากการสังเกต รวมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหาจากการทำกิจกรรมแก้ปัญหาในครั้งนี้ 1

ลำดับ	ลักษณะของแบบจำลองที่ต้องการ	ลักษณะของแบบจำลองที่ได้ (ครั้งที่ 1)
1	ลักษณะของแผนฉนวนกันความร้อน - มีความถูกต้อง ครบถ้วน สร้างสรรค์	ลักษณะของแผนฉนวนกันความร้อน
2	คุณภาพของแผนฉนวนกันความร้อน - ต้องมีรูปแบบ รูปทรง และสัดส่วน ที่เหมาะสม ไม่มีข้อบกพร่องที่เกิด จากกรรมวิธีการทำ หรือมีผลทำให้ ชิ้นงานขาดความสวยงาม คงทน	คุณภาพของแผนฉนวนกันความร้อน
3	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น - ต้องประณีต ทัดเทียม และเหมาะสมกับชิ้นงาน	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น

5.2 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาแผนฉนวนกันความร้อน
ให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข
ในการแก้ปัญหาหรือไม่ในครั้งที่ 1

ลำดับ	รายงานประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ได้แผนฉนวนกันความร้อนที่สร้างสรรค์ และสวยงามสะดุดตา	..... ..... ..... ..... .....
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด	..... ..... ..... .....
	เงื่อนไข 2) ชิ้นงานมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์	..... ..... ..... .....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

5.3 นักเรียนบันทึกผลจากการปรับปรุงวิธีการ ในการแก้ปัญหา โดยบันทึก รายละเอียดของลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหา อุปสรรค และแนวทาง ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

ลำดับ	ลักษณะของแบบจำลองที่ต้องการ	ลักษณะของแบบจำลองที่ได้ (ครั้งที่ 2)
1	ลักษณะของแผ่นฉนวนกันความร้อน - มีความถูกต้อง ครบถ้วน สรีรศาสตร์	ลักษณะของแผ่นฉนวนกันความร้อน
2	คุณภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อน - ต้องมีรูปแบบ รูปทรง และสัดส่วน ที่เหมาะสม ไม่มีข้อบกพร่องที่เกิด จากกรรมวิธีการทำ หรือมีผลทำให้ ชิ้นงานขาดความสวยงาม คงทน	คุณภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อน
3	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น - ต้องประณีต ทัดแน่น และเหมาะสมกับชิ้นงาน	การประกอบหรือตกแต่งด้วยวัสดุอื่น

5.4 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของแผนรณรงค์ความร้อนให้มีความ
แปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไข
ในการแก้ปัญหาหรือไม่ในครั้งที่ 2

ลำดับ	รายงานประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ได้แผนรณรงค์ความร้อนที่สร้างสรรค์ และสวยงามสะดุดตา	..... ..... ..... ..... ..... .....
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด	..... ..... ..... ..... .....
	เงื่อนไข 2) ชิ้นงานมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์	..... ..... ..... ..... .....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจาก
ที่วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

ตอนที่ 6 นักวิทย์รู้ปัญหา

คำชี้แจงให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

6.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

[illegible]

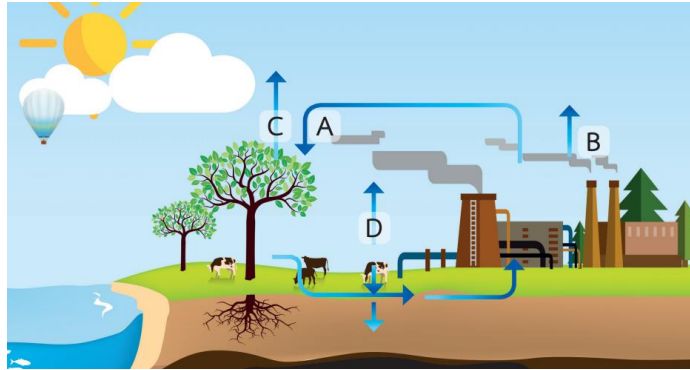
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายปีมีหน่วยเป็นอะไร (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. องศาเซลเซียส
 - ข. องศาฟาเรนไฮต์
 - ค. เซนติเมตร
 - ง. เคลวิน
2. ข้อใดเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. ความผันแปรตามธรรมชาติ
 - ข. กิจกรรมของมนุษย์
 - ค. ความผันแปรตามธรรมชาติ และ กิจกรรมของมนุษย์
 - ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
3. ผลกระทบที่น่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศโลกมากที่สุด (ด้านวิเคราะห์)
 - ก. ระดับทะเลเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากธารน้ำแข็งที่หลอมเหลว
 - ข. พืชมีการเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่
 - ค. สิ่งมีชีวิตมีการหยุดขยายพันธุ์
 - ง. อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น
4. เหตุการณ์ใดไม่ได้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (ด้านประเมินผล)
 - ก. การกัดเซาะชายฝั่งเพิ่มมากขึ้น
 - ข. กลางวันมีความยาวนานขึ้น
 - ค. จำนวนวันที่ฝนตกหนักมีเพิ่มขึ้น
 - ง. ดอกไม้บางพันธุ์บานเร็วขึ้น

5. จากภาพ ข้อความใดแสดงกระบวนการในวัฏจักรคาร์บอนได้ถูกต้อง (ด้านประเมินผล)



ก. A คือ กระบวนการหายใจ

ข. B คือ การสังเคราะห์ด้วยแสง

ค. C คือ กระบวนการหายใจ

ง. D คือ การสังเคราะห์ด้วยแสง

6. กิจกรรมใดบ้างที่ทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ (ด้านวิเคราะห์)

ก. การตัดไม้ทำลายป่า

ข. การต้มน้ำร้อนในที่โล่งแจ้ง

ค. การจุดเทียนในวันสำคัญทางศาสนา

ง. การเผาไหม้จากยานพาหนะและจากโรงงานอุตสาหกรรม

7. การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก มีหลากหลายวิธีเช่น การใช้ดาวเทียม การเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง การติดตั้งสถานีตรวจวัด ข้อสรุปใดถูกต้อง (ด้านวิเคราะห์)

ก. ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งขั้วโลกแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูจึงควรเปลี่ยนวิธีการตรวจวัดองค์ประกอบลมฟ้าอากาศทุกฤดู

ข. การเก็บข้อมูลจากดาวเทียมก็ให้ข้อมูลที่ครบถ้วนเพียงพอ ไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยวิธีการอื่น

ค. การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก ควรเก็บข้อมูลจากบริเวณขั้วโลกก็เพียงพอ

ง. การเก็บข้อมูลไม่จำเป็นต้องใช้นักวิทยาศาสตร์เท่านั้น บุคลากรในท้องถิ่นสามารถเก็บข้อมูลได้

8. หนีชีวิตโลกมีจำนวนลดลงเนื่องจากสาเหตุใด (ด้านความเข้าใจ)

- ก. แผ่นน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกหลอมเหลวเร็วขึ้น
- ข. การตัดไม้ทำลายป่า
- ค. ภาวะพื้พืชผดฆ่าเพื่อเป็นอาหาร
- ง. ขาดอาหารในการดำรงชีวิต

9. นักเรียนมีวิธีนำความรู้จากเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกมาใช้ในชีวิตประจำวัน และแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้อย่างไร (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ประหยัดน้ำ ประหยัดไฟ ลดการใช้ถึงพลาสติก
- ข. ปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้น ลดการตัดไม้ทำลายป่า ลดการเผาไหม้ขยะพลาสติก
- ค. ลดการใช้รถยนต์ หันมาใช้รถจักรยานแทนในการไปในที่ใกล้ ๆ
- ง. ช่วยรณรงค์การเผาไหม้ของโรงงาน

10. จากสถานการณ์ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปี ซึ่งจากสถานการณ์นี้ นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบชิ้นงาน หรือสิ่งประดิษฐ์อย่างไร ให้สามารถลด หรือป้องกันการการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้อย่างไร (ด้านสร้างสรรค์)

- ก. นักเรียนช่วยกันแยกขยะที่ถูกประเภท
- ข. นักเรียนประหยัดน้ำ ประหยัดไฟ และไม่เผาขยะให้ได้มากที่สุด
- ค. นักเรียนช่วยกันปลูกต้นไม้ เพื่อสร้างเครื่องฟอกอากาศ และเพิ่มอากาศบริสุทธิ์

แบบธรรมชาติ

- ง. นักเรียนหันมาสนใจการบริหารจัดการขยะมากขึ้น

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

1. ก
2. ค
3. ก
4. ข
5. ค
6. ง
7. ง
8. ก
9. ข
10. ค

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน (16)	คิดเป็น คะแนน (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไปและไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, pp. 752-761)

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง: ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนกประเภท				
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล				
5. ทักษะการทดลอง				
6. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน		เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ	ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
20 - 24	4	3	ดี
15 - 19	3	2	พอใช้
10 - 14	2	1	ปรับปรุง
ต่ำกว่า 10	1	4	ดีมาก

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องเป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกตโดยใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตไปในสิ่งที่สังเกตได้ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจำแนก	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้บางส่วน	จำแนกประเภทได้เหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ถูกต้องครบถ้วน	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และผู้อื่นเข้าใจความหมายได้เป็นส่วนใหญ่	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และผู้อื่นเข้าใจความหมายได้เป็นบางส่วน	นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย แต่ไม่มีความสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ และผู้อื่นเข้าใจความหมายได้เป็นบางส่วน

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
4. ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้ จากการสังเกต อย่างเป็นระบบ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่ รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการลง ความคิดเห็นเมื่อมี ข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจาก การสังเกตได้ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่ รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการ เปลี่ยนแปลงการลง ความคิดเห็นเมื่อมี ข้อมูลเพิ่มเติม พอสมควร	รวบรวมข้อมูลจาก การสังเกตได้ สามารถอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่ รวบรวมมาได้พอใช้ เปลี่ยนแปลงการลง ความคิดเห็นเมื่อมี ข้อมูลเพิ่มเติม บางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้ จากการสังเกตได้ เล็กน้อย สามารถ อธิบายเกี่ยวกับ ข้อมูลที่รวบรวมมา ได้เล็กน้อยยอมรับ การเปลี่ยนแปลง การลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม บางส่วน
5. ทักษะการ ทดลอง	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างชัดเจน มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ อย่างคล่องแคล่วทำ การทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติทำ การทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการทดลอง ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติทำ การทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้อง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี	สามารถกำหนด ปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับ ปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล อย่างดี มีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการทำงาน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลองถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ ทำการทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลอง ดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือ ทดลองอย่างดี จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดีมาก อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์ มากที่สุด	อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการทดลอง ด้วยตนเองได้ชัดเจน ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์	จัดเก็บอุปกรณ์ อย่างถูกต้องตาม หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้อง	หลัก สรุปผลการ ทดลองด้วยตนเอง ได้ดี อภิปรายผล การทดลองได้ ถูกต้องบางส่วน
6. ทักษะการ ตีความและลง ข้อสรุป	แปลความหมาย ถูกต้อง และสรุปผล อย่างสอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้อง แต่สรุปผล ไม่สอดคล้องกับ ข้อมูล	แปลความหมาย ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่ สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ ถูกต้องบางส่วน และไม่สรุปผล

แบบประเมินการนำเสนอ

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง: ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมาสม)

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม **แนวทางการให้คะแนน**

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกายถูก ระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเองและแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เสียตลึงผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตาผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำใช้ถ้อย คำข้อความสุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษาตัว ว ร ล คำควบกล้ำใช้ถ้อย คำข้อความสุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำใช้ถ้อย คำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นกำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้ว

ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ			
	1.2 สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง			
2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้			
3. อยู่อย่าง พอเพียง	3.1 มีความพอประมาณในตนเอง			
	3.2 การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตนเอง			
4. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
	5.2 เข้าร่วมกิจกรรม ของโรงเรียน เช่น เก็บขยะ รักษาความสะอาดบริเวณโรงเรียน			
6. ความสามารถ ในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถ ในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
8. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถ ในการใช้ทักษะ ชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			

ตาราง (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สิมาสม)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
46 – 60	ดีมาก
31 – 45	ดี
16 – 30	พอใช้
ต่ำกว่า 16	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน

กิจกรรม.....

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. แผ่นฉนวนกันความร้อนมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ที่กำหนดไว้			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายณรงค์เดช สีมัสม)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 15	ดี
6 – 10	พอใช้
1 – 5	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบชิ้นงานชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบชิ้นงานชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้	รูปแบบชิ้นงานไม่ชัดเจนและไม่ชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. การออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนที่มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	การออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	การออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนตรงตามวัตถุประสงค์แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	การออกแบบแผ่นฉนวนกันความร้อนไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิด หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบพร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ
4. ความสวยงามของชิ้นงาน	ได้แผ่นฉนวนกันความร้อนมีสีสันทที่สวยงาม	ได้แผ่นฉนวนกันความร้อนมีสีสันทที่สวยงาม แปลกใหม่	ได้แผ่นฉนวนกันความร้อนสีสันทไม่สวยงาม

ข้อเสนอแนะ

[illegible]

ภาคผนวก จ

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์
(Torrance Test of Creative Thinking)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่
 - กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
 - กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
 - กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
 - กิจกรรมที่ 4 การสร้างรูปภาพ
 - กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ
 - กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น
2. นักเรียนอ่านคำชี้แจงในแต่ละฉบับให้เข้าใจ และดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบทั้งหมด 60 นาที
3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยคิดค้นคำตอบที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร มีความน่าสนใจ มีความหลากหลาย ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด และระบุนายละเอียดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน
4. แบบทดสอบนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ ที่จะคิดค้นหาคำตอบ
5. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุสาเหตุจากภาพที่กำหนดให้ ระบุได้หลายสาเหตุได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที

เหตุการณ์ที่ 1 อุณหภูมิอากาศที่แตกต่างกัน



ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 109

1. สาเหตุจาก..... ธรรมชาติ	2. สาเหตุจาก..... มนุษย์	3. สาเหตุจาก..... อุตสาหกรรม
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 2 การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง



ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 167

1. สาเหตุจาก... <u>ธรรมชาติ</u> ...	2. สาเหตุจาก... <u>มนุษย์</u>	3. สาเหตุจาก... <u>อุณหภูมิจากอากาศ</u> ...
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น(ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 3 ภาวะโลกร้อน



ที่มา : <https://greendigitalibrary.deqp.go.th/news/detail/648>

1. สาเหตุจาก... <u>มลพิษทาง</u> <u>สิ่งแวดล้อม</u>	2. สาเหตุจาก... <u>มนุษย์</u>	3. สาเหตุจาก... <u>อุตสาหกรรม</u>
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น โดยให้ระบุผลจากภาพที่กำหนดให้ ระบุผลให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที

เหตุการณ์ที่ 1 อุณหภูมิอากาศที่แตกต่างกัน



ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 109

1. ผลจาก...การเปลี่ยนแปลง ...ของโลก.....	2. ผลจาก...บริเวณพื้นที่.....	3. ผลจาก...ปริมาณเมฆ... ...และต้นไม้.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 2 การเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง



ที่มา : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ม.1 เล่ม 2, หน้า 167

1. ผลจาก <u>ทำให้เกิดผลเสีย</u>	2. ผลจาก... <u>ความผิดปกติ</u> <u>ทางธรรมชาติ</u>	3. ผลจาก..... <u>ภัยพิบัติ</u>
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น (ต่อ)

เหตุการณ์ที่ 3 ภาวะโลกร้อน



ที่มา : <https://greendigitalibrary.deqp.go.th/news/detail/648>

1. ผลจาก... <u>สร้างความ</u> <u>เสียหาย</u>	2. ผลจาก... <u>ความผิดปกติ</u> <u>ของสภาพแวดล้อม</u>	3. ผลจาก... <u>เกิดความผิดปกติ</u> <u>ของร่างกาย</u>
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง จงพิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

คำสั่ง : ให้นักเรียนระบุประโยชน์พิเศษจากสิ่งของที่กำหนดให้ มาให้ได้หลากหลายด้าน และให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที

1. ต้นไม้



ที่มา : <https://brewpubkitchen.com>

1. ประโยชน์ด้าน... อุปโลก	2. ประโยชน์ด้าน... บริโลก	3. ประโยชน์ด้าน..... ... อุตสาหกรรม
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น(ต่อ)

2. น้ำ



ที่มา : <https://www.thaihealth.or.th/ชีวิตนี้-อย่าให้ขาด-น้ำ/>

1. ประโยชน์ด้าน... บริโภค ...	2. ประโยชน์ด้าน... อุปโภค ...	3. ประโยชน์ด้าน.....
.....	.....	.....เกษตรกรรม
1.....	1.....	1.....
.....		
2.....	2.....	2.....
.....		
3.....	3.....	3.....
.....		
4.....	4.....	4.....
.....		
5.....	5.....	5.....
.....		

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น(ต่อ)

3. ปลุกต้นไม้ และแยกขยะ



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/bangkok/2475875>,

https://tambon-ngao.go.th/main/?page_id=2076

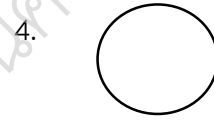
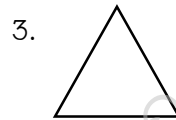
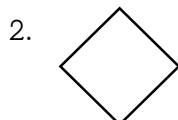
1. ประโยชน์ด้าน..... สิ่งแวดล้อม	2. ประโยชน์ด้าน.. สุขภาพ	3. ประโยชน์ด้าน.. คมนาคม
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....
4.....	4.....	4.....
5.....	5.....	5.....

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างภาพตามแนวคิดของตนเอง จากรูปที่กำหนดให้ โดยจะสร้างภาพก็ได้ ให้มีความแปลกใหม่ น่าตื่นตาดู และมีความน่าสนใจมากที่สุด แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที



1. ชื่อภาพ.....

2. ชื่อภาพ.....

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม (ต่อ)

3. ชื่อภาพ.....	4. ชื่อภาพ.....
5. ชื่อภาพ.....	6. ชื่อภาพ.....

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

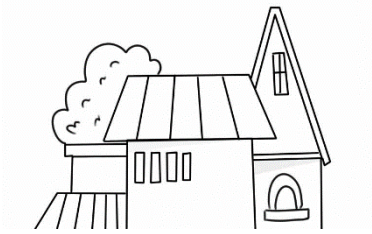
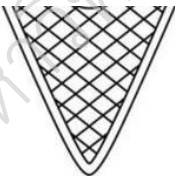
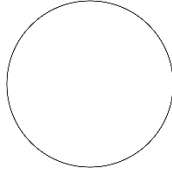
กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ภาพมีความแปลกใหม่ และมีความน่าสนใจมากขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที

1. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://pixabay.com/th/illustrations/search/ระบายนสี/	2. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.istockphoto.com/th/เวคเตอร์/สมุดระบายสีสำหรับเด็ก-จักรยาน-gm687749652-126652097

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ (ต่อ)

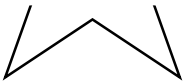
 3. ชื่อภาพ..... ที่มา : https:// www.ระบายสีการ์ตูน.com/ใบงาน/	 4. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.pngegg.com/th/png-heiyy
 5. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.pinterest.com/	 6. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.pngmart.com/th/image/51935

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพโดยต่อเติมจากเส้นที่กำหนดให้ โดยให้มีความแปลกใหม่ มีความน่าสนใจมากขึ้น โดยคิดในสิ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน และต่อเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที

 1. ชื่อภาพ.....	 2. ชื่อภาพ.....
 3. ชื่อภาพ.....	 4. ชื่อภาพ.....

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไปและไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		X		

หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบในกระดาษคำตอบ ให้ทำเครื่องหมายทับ
ข้อที่ไม่ต้องการ แล้วจึงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		X	✕	

4. ถ้านักเรียนไม่เลือกคำตอบ หรือเลือกมากกว่า 1 คำตอบ นักเรียนจะไม่ได้
คะแนนข้อนั้น

5. ห้ามทำเครื่องหมาย หรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้
6. ห้ามลงมือทำข้อสอบ จนกว่าจะได้รับคำสั่งจากครูผู้ควบคุมห้องสอบ
7. ห้ามคัดลอก หรือนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องเด็ดขาด
8. หากข้อสอบไม่ชัดเจน ข้อสอบไม่ครบ ขาดหายหรือมีปัญหาอื่นใด
ให้นักเรียนยกมือขึ้นเพื่อขอเปลี่ยนแบบทดสอบชุดใหม่กับครูผู้ควบคุมห้องสอบ

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ชั้นบรรยากาศใดที่อยู่ลำดับชั้นบนสุด (ด้านความรู้ความจำ)
 - ก. โทรโพสเฟียร์ (Troposphere)
 - ข. มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)
 - ค. เอกโซสเฟียร์ (Exosphere)
 - ง. เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)
2. ข้อใดจับคู่แสดงความสัมพันธ์ของชั้นบรรยากาศได้ถูกต้อง (ด้านวิเคราะห์)
 - ก. โทรโพสเฟียร์ – ไม่มีเมฆ ฝน พายุ
 - ข. มีโซสเฟียร์ – สะท้อนคลื่นวิทยุได้ดี
 - ค. สตราโตสเฟียร์ – มีโอโซนอยู่มาก
 - ง. เทอร์โมสเฟียร์ – ยิ่งสูงชั้นอุณหภูมิยิ่งลดลง
3. นักเรียนคนใดสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบทิศทางลมได้ถูกต้อง (ด้านประยุกต์ใช้)
 - ก. ไฮดรีนาริบบิ้นผูกใส่ไม้แล้วนำไปปักไว้ที่โล่งแจ้ง
 - ข. บั้วประดิษฐ์กังหันลมแล้วนำไปติดไว้บนหลังคาบ้าน
 - ค. สมชายสร้างอุปกรณ์ในการตรวจสอบทิศทางลม
 - ง. ถูกทุกข้อ
4. บรรยากาศชั้นใดมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุด (ด้านประเมินค่า)
 - ก. ชั้นโทรโพสเฟียร์
 - ข. ชั้นเอกโซสเฟียร์
 - ค. ชั้นสตราโตสเฟียร์
 - ง. ชั้นมีโซสเฟียร์

5. ครูให้นักเรียนจำลองชั้นบรรยากาศ จากวัสดุเหลือใช้ที่หาได้รอบตัวนักเรียน โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจำลองชั้นบรรยากาศ (ด้านสร้างสรรค์)

- ก. ราชนใช้เงินจ้างวานให้เพื่อนที่แบบจำลองให้ตนเอง สวย ดูสร้างสรรค์
- ข. อ้อยใจลอกงานจากม่านฟ้ามาทุกชั้นตอนโดยไม่มีความแตกต่างจากม่านฟ้า
- ค. ม่านฟ้าศึกษาข้อมูลของชั้นบรรยากาศ และใช้วัสดุจากธรรมชาติหรือวัสดุเหลือใช้ในการสร้างแบบจำลองชั้นบรรยากาศ

ง. มารวยไปเยี่ยมงานของเพื่อนต่างห้องมาส่งคุณครูเพื่อลดเวลาการทำงาน

6. อุปกรณ์ในการใช้วัดและตรวจสอบอุณหภูมิอากาศคืออะไร (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. เทอร์มอมิเตอร์
- ข. แอนนิมอมิเตอร์
- ค. บารอมิเตอร์
- ง. ไฮโกรมิเตอร์

7. หากนักเรียนอยากทราบถึงอุณหภูมิอากาศในรอบวัน นักเรียนจะอย่างไร (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ยืนกลางแจ้งเพื่อสัมผัสถึงอุณหภูมิ
- ข. นำน้ำแข็งไปวางไว้กลางแจ้งแล้วจับเวลา
- ค. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการตรวจวัด
- ง. นำแก้วน้ำไปตั้งไว้ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง

8. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในรอบวัน (ด้านวิเคราะห์)

- ก. ช่วงกลางวันที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเนื่องจากระยะทางที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมายังวัตถุจะสั้นกว่า
- ข. เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก
- ค. ในชั้นโทรโพสเฟียร์ อุณหภูมิอยู่ที่ระดับความสูง ยิ่งสูงอากาศยิ่งเย็น
- ง. เกิดจากการที่ดินดูดและคายความร้อนได้ช้ากว่าน้ำ

9. ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้เสี่ยงเกิดโรคที่พบในประเทศไทยมากที่สุด (ด้านประเมินค่า)

- ก. โรคไข้เลือดออก
- ข. โรคภูมิแพ้
- ค. โรคลมแดด(ฮีทสโตรก)
- ง. โรคลมบ้าหมู

10. ระดับความสูงใดที่มีค่าความดันบรรยากาศเท่ากับ 1 บรรยากาศ (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. ระดับความลึกของน้ำทะเล
- ข. ระดับน้ำทะเล
- ค. ระดับเท่ากับพื้นดิน
- ง. ถูกทุกข้อ

11. ความแตกต่างของความดันอากาศมีสาเหตุมาจากอะไร (ด้านวิเคราะห์)

- ก. การที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
- ข. ความสูงต่ำของภูมิประเทศ
- ค. การที่โลกหมุนรอบตัวเอง
- ง. ความร้อน

12. ข้อใดจัดลำดับความเร็วของลมจากมากไปน้อยได้ถูกต้องที่สุด (ด้านประเมินค่า)

- ก. ดีเปรสชัน > ใต้ฝุ่น > พายุไซนร้อน
- ข. ใต้ฝุ่น > ดีเปรสชัน > พายุไซนร้อน
- ค. ดีเปรสชัน > พายุไซนร้อน > ใต้ฝุ่น
- ง. ใต้ฝุ่น > พายุไซนร้อน > ดีเปรสชัน

13. ประเทศใดมักจะเกิดลมพายุขึ้นในทุกช่วง 3 ฤดู นักเรียนมีวิธีตรวจสอบทิศทางของลมและความเร็วลมได้อย่างไร โดยใช้วิธีใดต่อไปนี้ (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ใช้ครลม และมาตรวัดลม
- ข. ใช้กังหันลม และดูการเคลื่อนไหวของต้นไม้
- ค. ใช้รีบบิ้นผูกกับไม้แล้วดูความเร็วลม
- ง. ใช้ว่าวในการตรวจสอบทิศทางและความเร็วลม

14. อากาศในห้องเรียนห้องหนึ่ง มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาตร 10 ลูกบาศก์เมตร มีไอน้ำอยู่ 80 กรัม อากาศในห้องนี้มีความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) เท่าใด (ด้านวิเคราะห์)

- ก. 5 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ข. 6 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ค. 7 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- ง. 8 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

15. ถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์มากนักเรียนจะรู้สึกอย่างไร (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. ร้อน
- ข. หนาว
- ค. เย็นสบาย
- ง. อึดอัด

16. ณ อุณหภูมิ 25 °C อากาศมีไอน้ำอยู่ 30 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ถ้าต้องการทราบความชื้นสัมพัทธ์ เราต้องทราบค่าอะไรอีก (ด้านวิเคราะห์)

- ก. ความชื้นสัมบูรณ์ที่ 25 °C
- ข. ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่ 25 °C
- ค. ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงที่ 25 °C
- ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

17. ประเทศในช่วงฤดูฝน และหนาวทำให้อากาศมีความชื้นสูงขึ้น ทำให้เกิดการอับชื้นของเสื้อผ้า เกิดเชื้อราตามสิ่งของเครื่องใช้ หรืออาหาร นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างไร (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ตรวจสอบพื้นที่ว่าตรงไหนมีอากาศไม่ถ่ายเท หรือแสงเข้าไม่ถึง
- ข. ใช้ไฮโกรมิเตอร์แบบเส้นผมอย่างง่ายในการทดสอบวัดความชื้นในบริเวณนั้น
- ค. ใช้ถ่านในการดูดซับความชื้น
- ง. ใช้สารดูดความชื้นที่วางขายตามท้องตลาดในการลดความชื้น

18. นักเรียนจะผลิตของเล่นในชุมชนให้มีความแปลกใหม่ โดยใช้หลักการ ความดันอากาศ อัตราเร็วลม ความกดอากาศ ทิศทางลม นักเรียนจะผลิตของเล่นอะไร (ด้านสร้างสรรค์)

- ก. โกว่ ตากผ้าในช่วงที่มีแดดเพื่อลดกลิ่นอับชื้น เปิดตู้เสื้อผ้าในทุกเช้า
- ข. แฟรพว เปิดหน้าต่างให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก และให้มีแสงเข้าได้ถึง
- ค. กระถิน ซื่อถุงดูดความชื้นจากร้านค้าออนไลน์
- ง. น้อยหน้า นำความรู้ที่เรียนไปประดิษฐ์ที่ดูดความชื้นจากวัสดุธรรมชาติ

ที่หาได้ง่าย เช่น ถูดูดความชื้นจากข้าวคั่ว

19. เมฆระดับสูงมีเมฆชนิดใดบ้าง (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. เซอร์โรคิวมูลัส เซอร์โรสตราตัส เซอร์รัส
- ข. อัลโตคิวมูลัส อัลโตสตราตัส
- ค. คิวมูลัส สตราตัส สตราโตคิวมูลัส
- ง. นิมโบสตราตัส คิวโมโลนิมบัส

20. การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าภายในก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ใดขึ้น (ด้านวิเคราะห์)

- ก. ไฟผ่า
- ข. ไฟร้อง
- ค. ไฟลั่น
- ง. ไฟแลบ

21. นักเรียนคิดว่าการเกิด และพัฒนาของพายุฝนฟ้าคะนองแบ่งออกเป็นกี่ระยะ (ด้านประเมินค่า)

- ก. 2 ระยะ คือ ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่
- ข. 2 ระยะ คือ ระยะเจริญเติบโต ระยะสลายตัว
- ค. 3 ระยะ คือ ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ ระยะสลายตัว
- ง. 3 ระยะ คือ ระยะเริ่มต้น ระยะเจริญเติบโต ระยะเจริญเติบโตเต็มที่

22. ในวันที่มีเมฆปกคลุมหนาแน่น ฝนตกหนัก พายุถล่ม นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหา และรับมืออย่างไร (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ติดตามข่าวการพยากรณ์อากาศ และศึกษาหาความรู้ก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้น
- ข. ติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการเกิดฝนตกหนัก พายุเข้ามาในพื้นที่ แต่ไม่เตรียมตัวในการรับมือ
- ค. เพิกเฉยต่อการเตือนภัยของกรมอุตุนิยมวิทยาในการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว
- ง. หลีกเลี่ยงการออกจากบ้านและไปในพื้นที่เสี่ยงภัย

23. ข้อใดกล่าวการพยากรณ์อากาศได้ถูกต้อง (ด้านความรู้ความจำ)

- ก. การสรุปการเปลี่ยนแปลงของอากาศ
- ข. การรายงานเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วในอากาศ
- ค. การคาดคะเนล่วงหน้าเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นกับอากาศ
- ง. การรายงานสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศ

24. การสื่อสารเพื่อรวบรวมแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ทั้งภายในและนอกประเทศ อยู่ในพยากรณ์อากาศชั้นตอนใด (ด้านความเข้าใจ)

- ก. ขั้นตอนที่ 1
- ข. ขั้นตอนที่ 2
- ค. ขั้นตอนที่ 3
- ง. ขั้นตอนที่ 4

25. นักเรียนสังเกตบนท้องฟ้าพบเมฆสีดำกำลังก่อตัวในแนวตั้งหนาทึบ มียอดเป็นรูปทั่ง นักเรียนจะพยากรณ์ลักษณะอากาศจะเป็นอย่างไร (ด้านประเมินผล)

- ก. กำลังมีฝนตกปอย ๆ
- ข. กำลังมีพายุฝนฟ้าคะนอง
- ค. มีหมอกลงจัดและกำลังจะมีหิมะตก
- ง. จะเกิดปรากฏการณ์พระอาทิตย์ทรงกรด

26. หากไม่มีการพยากรณ์อากาศ เรามีวิธีการตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาอย่างไรอย่างไร (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ดูทิศทางของลมและกระแสลมว่าแรงขนาดไหน โดยสังเกตลักษณะของการสพัดของธง
- ข. ยืนในที่โล่งแจ้งเพื่อตรวจสอบลมว่าแรงปะทะของลมมากน้อยเพียงใด
- ค. สังเกตก้อนเมฆว่าหนาแน่น มีสีที่เข้มหรือไม่ และมีลมแรงขนาดไหน จากนั้นสังเกตปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมาในภาชนะที่รองรับ
- ง. รอดติดตามข่าวการจากหนังสือพิมพ์

27. กิจกรรมใดบ้างที่ทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ (ด้านวิเคราะห์)

- ก. การตัดไม้ทำลายป่า
- ข. การต้มน้ำร้อนในที่โล่งแจ้ง
- ค. การจุดเทียนในวันสำคัญทางศาสนา
- ง. การเผาไหม้จากยานพาหนะและจากโรงงานอุตสาหกรรม

28. นักเรียนมีวิธีนำความรู้จากเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกมาใช้ในชีวิตประจำวัน และแก้ปัญหการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้อย่างไร (ด้านประยุกต์ใช้)

- ก. ประหยัดน้ำ ประหยัดไฟ ลดการใช้ถึงพลาสติก
- ข. ปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้น ลดการตัดไม้ทำลายป่า ลดการเผาไหม้ขยะพลาสติก
- ค. ใช้รถจักรยานแทนในการไปในที่ใกล้ ๆ
- ง. ช่วยรณรงค์การเผาไหม้ของโรงงาน

29. หมีขั้วโลกมีจำนวนลดลงเนื่องจากสาเหตุใด (ด้านความเข้าใจ)

- ก. แผ่นน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกหลอมเหลวเร็วขึ้น
- ข. การตัดไม้ทำลายป่า
- ค. ถูกวาฬเพชฌฆาตล่าเพื่อเป็นอาหาร
- ง. ขาดอาหารในการดำรงชีวิต

30. จากสถานการณ์ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะมีวิธีการลดหรือป้องกันการการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องได้อย่างไร (ด้านสร้างสรรค์)

ก. นำขยะที่เป็นขวดมาแปรรูปเป็นร่มกันฝน หรือนำไปขายร้านรับซื้อขยะเก่า

ข. แยกขยะแล้วนำไปทิ้งบ่รวมฝังกลบอยู่เสมอ

ค. ไม่เผาขยะทุกชนิด แยกขยะให้ถูกประเภท นำขยะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ครัวเรือน

ง. เผาขยะที่ย่อยสลายไม่ได้ และทิ้งขยะที่ย่อยได้สลายลงพื้นดินให้เป็นปุ๋ยหมัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ค	11	ข	21	ค
2	ค	12	ง	22	ก
3	ข	13	ก	23	ค
4	ก	14	ง	24	ข
5	ค	15	ค	25	ข
6	ก	16	ก	26	ค
7	ค	17	ข	27	ง
8	ง	18	ง	28	ข
9	ค	19	ก	29	ก
10	ค	20	ง	30	ค

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ไม่มีผลต่อคะแนน หรือผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด ผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์มากต่อการนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงให้มากที่สุด

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความ แล้วพิจารณาว่ามีความรู้สึกตรงกับคำตอบใด โดยกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ตัวอย่างการตอบ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ฉันเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้มีการพัฒนาการ		✓			
2. ฉันชอบทำกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	✓				

ตาราง 38 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

แบบสเต็มศึกษา เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระความรู้					
1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ					
2. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนเกิดทักษะ					
3. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้					
4. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหา					
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์					
8. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง					
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					
9. สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
10. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม					
11. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้					
12. สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา สามารถบูรณาการความรู้ในวิชาอื่น ๆ ได้					

ตาราง 38 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านการวัดและการประเมินผล					
13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					
14. มีการวัดและประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
15. วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรม การเรียนการสอน					
16. การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพ และยุติธรรม					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ					
17. การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
18. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ ด้วยตนเองได้					
19. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนพัฒนาความคิด สร้างสรรค์					
20. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผล มากขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายณรงค์เดช สีมาสม
วัน เดือน ปีเกิด	12 มกราคม พ.ศ. 2541
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	456 หมู่ 16 บ้านศรีพนา ตำบลเชกา อำเภอเชกา จังหวัดบึงกาฬ 38150
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2555	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมารีย์พิทักษ์สว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2558	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2563	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2567	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร