

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ
เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเดี่ยววิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก

วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2566

The Effects of Using Model-based Instruction in the Topic of the Earth and
Natural Resources to Develop Critical Thinking and Learning Achievements
of Grade 8 Students at Danmakhamtia Wittayakhom School in
Kanchanaburi Province

Miss. SUTHATIP LAMPHAO



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและ ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี
ชื่อและนามสกุล	นางสาวสุธาทิพย์ ลำเภา
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินदानุรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินदानุรักษ์)	
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)	

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี

ผู้วิจัย นางสาวสุธาทิพย์ ลำเภา รหัสนักศึกษา 2622000178

ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 8 แผน รวม 24 ชั่วโมง แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสัมพันธ์กันทางบวกในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มัธยมศึกษา

Thesis title: “The Effects of Using Model-based Instruction in the Topic of the Earth and Natural Resources to Develop Critical Thinking and Learning Achievements of Grade 8 Students at Danmakhamtia Wittayakhom School in Kanchanaburi Province”

Researcher: “Miss. SUTHATIP LAMPHAO”; ID: “2622000178”;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Associate Professor Dr. Tweesak Chindanurak;(2) Associate Professor Dr. Duongdearn Suwanjinda ; Academic year: 2023

Abstract

The objectives of this research were to 1) compare critical thinking between before learning and after learning by using model-based instruction of grade 8 students in the topic of the earth and natural resources, 2) compare learning achievement in the topic of the earth and natural resources of grade 8 students after learning by using model-based instruction with the 70 percent criterion, and 3) study the relationship between critical thinking and learning achievement of grade 8 students in the topic of the earth and natural resources after learning by using model-based instruction.

The sample used in this research was 39 grade 8 students in the second semester of the academic year 2023 of Danmakhamtiawitthayakhom school in Kanchanaburi province, obtained by cluster random sampling. The research tools were 8 lesson plans using model-based instruction in the topic of earth and natural resources for 24 hours, a critical thinking test, and a science learning achievement test. Statistics used for data analysis included percentage, mean, standard deviation, t-test and Pearson Correlation.

The results of the research found that 1) the critical thinking ability of grade 8 students after learning by using model-based instruction was significantly higher than before learning at the .05 level of statistical significance. 2) Science learning achievement of grade 8 students after learning by using model-based instruction was higher than the 70 percent criterion at the .05 level of statistical significance, and 3) critical thinking ability and learning achievement of grade 8 students after learning by using model-based instruction correlated positively at the moderate level and significantly at the .05 level of statistical significance.

Keywords : Model-based Learning, Critical Thinking, Learning Achievement,
Secondary Education

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. มนัส บุญประกอบ ประธานกรรมการสอบที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับแก้ไขวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และติดตามการศึกษาค้นคว้าวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สังวาระนที อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และนวัตกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ดร.พิททพันธ์ พิทักษ์ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนกระบือวิทยา และนางสาว ดวงแข ชุมพล ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์-กุลกันยา ที่ได้กรุณาตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดการคิดอย่างมี วิจารณญาณ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายประมวล ศรีบุญจันดี ผู้อำนวยการโรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์สถานที่และกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล นางสาวกิตติมา อุดมสินคำ ครูประจำวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกอย่างเต็มที่ตลอดการเก็บข้อมูล นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทุกคนที่สละเวลาและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดการทำวิจัย นายนเรศ แสนสอาด ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูล

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไพฑูรย์ ลำภา คุณแม่สิน แสนสม คณาจารย์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ เป็นแรงผลักดัน คอยให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจให้ตลอด การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

นางสาวสุธาทิพย์ ลำภา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	5
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	6
สมมติฐานการวิจัย	7
ขอบเขตการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
ประโยชน์ที่ได้รับ	10
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	12
กรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ	16
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)	27
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	43
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	63
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	69
รูปแบบการวิจัย	69
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	70
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล	77

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	78
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	83
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
สรุปการวิจัย	87
อภิปรายผล	89
ข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	95
ภาคผนวก	101
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ	102
ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัย	107
ค ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	117
ง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	119
จ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	138
ประวัติผู้วิจัย	227

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	20
ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	38
ตารางที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ร่วมกับ แนวทางจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	40
ตารางที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทุกขั้นตอน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น สามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	43
ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	63
ตารางที่ 3.1 แสดงรูปแบบการวิจัย	69
ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ	71
ตารางที่ 3.3 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	74
ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ	75
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)	84
ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70	85
ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	85

สารบัญรูปลูกภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
ภาพที่ 2.1 กรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	17



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลก รวมถึงประเทศไทยในปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกคนทั้งในการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำงานในวิชาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตวิทยาศาสตร์ รวมทั้งช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยและมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Based Society) ดังนั้น ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความเข้าใจ ต่อธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้อย่าง มีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 92) อย่างไรก็ตาม ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น ยังช่วยให้มนุษย์มีความรู้ความ เข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน ประการสำคัญความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถ ในการพัฒนาเศรษฐกิจให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกอย่างมี ความสุข ทั้งนี้ การสร้างความเข้มแข็งด้านวิทยาศาสตร์คือ การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมมนุษย์ให้อยู่ในสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี, 2546, น. 1)

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างความรู้ จึงควรมุ่งเน้น บทบาทของผู้เรียนซึ่งในการจัดกิจกรรมจะต้องเน้นกระบวนการคิด การวางแผน การลงมือปฏิบัติการศึกษา ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก ในการเรียนรู้ แต่ในความเป็นจริงแล้วพบว่า ครูผู้สอนมักสอนโดยการบรรยายและให้นักเรียนท่องจำ ยึดเนื้อหามากกว่าผู้เรียน ขาดสื่อการสอนและวิธีสอนที่น่าสนใจส่งผลให้การสอนวิทยาศาสตร์ไม่มีความเป็น วิทยาศาสตร์และไม่บรรลุผลเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542, น. 2) ได้สรุปปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ว่า ครูผู้สอนจำนวนมากยังใช้วิธีการสอนแบบยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย มุ่งเน้นสอนเนื้อหาส่งเสริมการท่องจำมากกว่ามุ่งให้นักเรียนสืบเสาะแสวงหา

ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนคิดไม่เป็น ขาดความเข้าใจในการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ ความเข้าใจหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการปฏิบัติการทดลองซึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์เป็นแบบบรรยายถึงร้อยละ 70 จะมีเพียงร้อยละ 30 เท่านั้นที่ให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง เป็นผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์สังเคราะห์และประเมินค่า (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2541, น. 10) ดังนั้นในการจัดการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ คือ ลดบทบาทของผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, น. 10) และในการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างแท้จริงอีกทั้งยังช่วยพัฒนาความรู้ การคิดและมีประสบการณ์มากขึ้น ซึ่งแนวทางการเรียนการสอนดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดด้วยการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ หรือเรื่องนั้น ๆ (ธณัฐฐา คงทน, 2559, น. 67) รวมทั้งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรมและมีกระบวนการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองกับนักเรียน ซึ่งการสร้างแบบจำลองเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่การประสบความสำเร็จ เพราะกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์แบบจำลองและนักเรียน (Rosaria, 2009, p. 33) โดยเริ่มจากการสร้างแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานของผู้เรียนที่มีอยู่จากนั้นให้ผู้เรียนออกแบบจำลอง โดยเขียนและอธิบายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การทดสอบแบบจำลอง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เห็นข้อจำกัดของแบบจำลองของกลุ่มตนเองหากไม่สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ต้องปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองใหม่ จากนั้นเข้าสู่ขั้นการประเมินแบบจำลองขั้นนี้เป็นการนำแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่และสุดท้ายเป็นขั้นการขยายแบบจำลองโดยนักเรียนอาจนำแบบจำลองเดิมไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำไปรวมกับแบบจำลองอื่นเพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น (Gobert and Buckley, 2002, p. 892) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนสามารถใช้ทักษะต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเกิดกระบวนการคิดอย่างวิทยาศาสตร์ ครูจึงเป็นบุคคลสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ ร่วมกับการศึกษาแบบจำลองและทำความเข้าใจในแบบจำลองเป็นอย่างดี รวมทั้งสร้างบรรยากาศให้เกิดการคิดเพื่อสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนแต่ละบุคคลด้วย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้เกิดแบบจำลองทางความคิดของกลุ่มนักเรียน รวมถึงแนะนำเกี่ยวกับทักษะการใช้แบบจำลองต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักแบบจำลองที่หลากหลายและเลือกใช้

แบบจำลองที่สามารถอธิบายกระบวนการจากการสร้างแบบจำลองให้ชัดเจนที่สุด รวมทั้งชี้แนะนักเรียนในการนำเสนออภิปราย เปรียบเทียบ และวิพากษ์แบบจำลองดังกล่าว และครูเองต้องทำการชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงธรรมชาติของแบบจำลองว่ามีข้อจำกัด เนื่องจากแบบจำลองไม่ใช่ของจริงและไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ทั้งหมด ดังนั้นครูต้องให้นักเรียนหาข้อสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติของแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นและให้นักเรียนหาข้อจำกัดที่แบบจำลองนั้นๆ ไม่สามารถอธิบายได้ หรือนักวิจัยวิทยาศาสตร์รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนต่อไป

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลโดยการพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าและตัดสินเกี่ยวกับข้อมูลหรือสภาพการณ์ที่ปรากฏโดยอาศัยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเอง ประกอบการคิดนั้น อย่างไรก็ตาม การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสาระสำคัญของจุดมุ่งหมายทางการศึกษาและเป็นเงื่อนไขจำเป็นสำหรับการจัดการศึกษาและเป็นสิทธิอันชอบธรรมของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในตนเอง และเป็นเครื่องหมายของบุคคลที่ได้รับการศึกษา (Norris, 1985, pp 40-45) การพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นนโยบายหลักทางการศึกษาและโรงเรียนทั้งหลายไม่ว่าจะมีปรัชญาการศึกษาในแนวใดจำเป็นต้องเน้นจุดมุ่งหมายในเรื่องนี้เพราะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นพื้นฐานที่สำคัญของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาอื่นๆ (Skinner, 1976) เนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในสังคมและถือว่าเป็นคุณลักษณะของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาในปัจจุบัน (Miller and Badcock, 1996) จากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถในการนำความรู้และประสบการณ์มาใช้ในการพิจารณาไตร่ตรองความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและนำไปใช้ในการเลือกรับข้อมูลข่าวสารเหล่านั้น โดยองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยทักษะการคิด 5 ทักษะ (Watson and Glaser 1980, p. 150) ได้แก่ 1) การอุปนัย 2) การระบุสมมติฐาน 3) การนิรนัย 4) การลงข้อสรุปโดยหลักตรรกศาสตร์ 5) การประเมินข้อโต้แย้ง เช่นเดียวกับ เอนนิส (Ennis, 1985, p. 6) อธิบายถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณในลักษณะที่เป็นความสามารถทางการคิด 5 ด้านได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล และแหล่งข้อมูล 3) การเสนอแนวทางแก้ปัญหา 4) การลงข้อสรุปในเชิงอุปนัยและนิรนัย 5) การทำนายผลที่จะเกิดตามมา อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักจิตวิทยาได้สร้างทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ไว้หลายทฤษฎีด้วยกัน ในปัจจุบันทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มประมวลข่าวสารข้อมูลเป็นทฤษฎีในกลุ่มปัญญานิยมที่ได้รับความสนใจมากที่สุด ทฤษฎีนี้เน้นถึงการเรียนรู้ของมนุษย์ว่าเป็นองค์ประกอบที่เป็นกระบวนการของการทำงานที่สัมพันธ์กันโดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสารสนเทศหรือข้อมูล (Information) และส่วนที่

เป็นกระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูลหรือส่วนประมวลผลข้อมูล (Processing) โดยประสาทสัมผัสจะทำให้หน้าที่ได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าเข้ามาแล้วส่งให้สมองจัดการกระทำกับข้อมูลอย่างลับซับซ้อนซึ่งความสามารถทางสมองน่าจะมีลักษณะของการผันแปรและขนาดของความสัมพันธ์กับความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณของมนุษย์ด้วยเพราะการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณเป็นการทำงานของสมองที่ต้องใช้โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) และ กิจกรรมทางสมอง (Activities of mind) เป็นกลไกทางปัญญาของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ กระบวนการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญา ภายในของบุคคลมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่เน้นบทบาทให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผสมผสานกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ให้มีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ค้นคิด สร้างและสรุปความรู้ขึ้นด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงเรียกว่า “คอนสตรัคติวิสต์” ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายใน ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีมาก่อนโดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และประสบการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) โดยนำ Cognitive constructivism มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของยีน เพียเจท์ (Jean Piaget) ที่เชื่อว่าการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สมดุล โดยวิธีการดูซึมและการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือ สามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ จากการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาดังกล่าวข้างต้น เป็นสิ่งเริ่มต้นสำหรับการฝึกฝนการคิด ความชำนาญ การพิจารณาไตร่ตรอง การศึกษาข้อเท็จจริง การวิเคราะห์และสังเคราะห์ในการแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, น. 52) สอดคล้องกับ (Wheatley Grayson H., 1991, pp 9-21) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เมื่อได้เผชิญกับงานหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาด้วยตนเอง และหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งงานหรือปัญหาอาจมาจากชีวิตประจำวันของผู้เรียนก็ได้ การมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสอธิบายและเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อกลุ่ม ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียนจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกระบวนการสร้างความรู้โมคติด้วยตนเองและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียน และช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการสร้างแบบจำลอง รวมทั้งสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอน ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และประสบปัญหาดังกล่าว จึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแนวคิดด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ โดยนำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิง

ปฏิบัติการมาเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าผู้เรียนจะได้พัฒนาแนวคิดในเรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียน แนวคิดอื่น ๆ และการเรียนขั้นสูงต่อไป

จากความสำคัญของการจัดกิจกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนของเนื้อหา เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ และจากการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า มีการนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองในห้องเรียนค่อนข้างน้อย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำกว่าค่าเป้าหมายของโรงเรียนด้านมะขามเตี้ยวิทยาคม ที่ระดับ ร้อยละ 65 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมความคิด ความเข้าใจ โหมดิในเรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติของผู้เรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

2. คำถามการวิจัย

2.1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนกับหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์หรือไม่

2.3 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานความสัมพันธ์กันอย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนกับหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

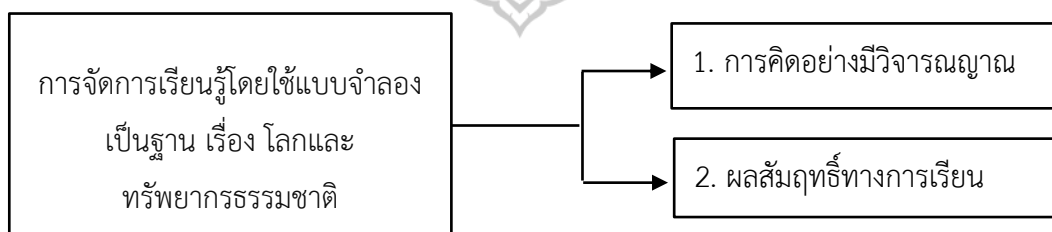
3.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

4. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ของชาติรี ฝ่ายคำตา และภรทีพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) มี 4 ขั้นตอน คือ 1. การสร้างแบบจำลอง 2. การประเมินแบบจำลอง 3. การปรับปรุงแบบจำลอง และ 4. การขยายแบบจำลอง ในแต่ละขั้นตอนนักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบ ย่อมจะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ประกอบไปด้วย 4 ด้าน คือ 1. ด้านการระบุประเด็นปัญหาและการรวบรวมข้อมูล 2. ด้านระบุลักษณะของความน่าเชื่อถือของข้อมูล 3. ด้านการลงข้อสรุป และ 4. ด้านการประเมินผล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่จากขั้นตอนของ เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537) ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยสามารถจัดทำรายละเอียดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย แสดงได้ดังภาพที่ 1.1

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

5. สมมติฐานการวิจัย

5.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม

6.1 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 6 ห้อง รวมทั้งหมด 210 คน

6.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

6.3 ตัวแปรที่ศึกษา

6.3.1 **ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)** ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

6.3.2 **ตัวแปรตาม (Dependent Variable)** ได้แก่

- 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องโลกและทรัพยากร-ธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

- 6.4.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโลกและโครงสร้างโลก
- 6.4.2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาของเปลือกโลก
- 6.4.3 ทรัพยากรดิน
- 6.5.4 ทรัพยากรน้ำ

6.5 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ระหว่าง เดือน ธันวาคม 2566 ถึง มกราคม 2567 รวมระยะเวลาในการสอน 24 ชั่วโมง

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

7.1 แบบจำลอง (Model) หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนในการอธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ กระบวนการ ระบบ หรือเป็นตัวแทนของวัตถุ ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

7.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการประเมินและแก้ไขแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติของ ชาติรี ฝ่ายคำตา และภรทพิพย์ สุภัทธชัยวงศ์ (2557) มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสร้างแบบจำลอง นำแบบจำลองไปใช้งาน นำแบบจำลองไปปรับปรุง และแก้ไขแบบจำลองจนสามารถนำไปใช้ประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ โดยมีขั้นตอนการจัดการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ขั้นตอน

7.2.1 ชั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) หมายถึง การทำงานสร้างแบบจำลอง โดยครูกระตุ้นให้อยากรู้ อยากเห็น โดยใช้สื่อ ตั้งคำถาม หรือบทบาทสมมุติเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคาดการณ์ และคาดเดาสิ่งต่าง ๆ ในการ

ลงมือสร้างแบบจำลอง ของปรากฏการณ์ขึ้นมา จากแผนผังแบบจำลองงานที่นักเรียนกำหนดขึ้นมาใน รูปแบบต่างๆ เช่น สัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น

7.2.2 ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) หมายถึง การนำแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้น ไปทดลอง สํารวจ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน ว่า สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาให้ผู้อื่นเข้าใจได้หรือไม่ โดยครูคอยเป็นที่ปรึกษา และสร้างความซับซ้อนในการนำไปใช้และประเมินผล

7.2.3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) หมายถึง การให้นักเรียนสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงแบบจำลอง โดยครูใช้คำถามช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด และมีการให้กำลังใจและการสนับสนุน เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนมีความมั่นใจมากขึ้น

7.2.4 ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration) หมายถึง การที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย และนำเสนอผลงานกลุ่ม โดยครูใช้แนวพระราชบัญญัติในการให้นักเรียนร่วมโหวต เพื่อตัดสินและลงมติ คะแนนแบบจำลองที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น กระตุ้นความใจกว้าง การรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ยอมรับในเหตุผลและข้อมูลของกลุ่ม หรือของผู้อื่นที่ดีกว่าหรือมีมากกว่า เพื่อขยายแนวคิดให้กว้างขึ้น ด้วยการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์จากแผนผัง แบบจำลองทางความคิด เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้รับจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น

7.3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดอย่างพิจารณาอย่างรอบคอบ จากสถานการณ์ปัญหา แล้วมีการศึกษาปัญหานั้นให้ชัดเจน การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 32 ข้อ ซึ่งวัดความสามารถ 4 ด้านดังนี้

7.3.1 ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัย และประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ

7.3.2 ด้านระบุลักษณะและความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา จำแนกประเภทของข้อมูล ประเมิน ตรวจสอบ และตัดสินข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

7.3.3 ด้านการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผลเชิงอุปนัย หรือเหตุผลเชิงนิรนัย ซึ่งถือว่า เป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1) **การให้เหตุผลเชิงอุปนัย** หมายถึง ความสามารถในการสรุปเหตุการณ์ หรือ ข้อมูลที่กำหนด เป็นคำถามโดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุผลหรือกฎเกณฑ์เพื่อการหาข้อสรุป

2) การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการสรุปความโดยพิจารณาจากหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7.3.4 ด้านการประเมินผล หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา ประเมินความถูกต้อง และสมเหตุสมผลของข้อสรุป

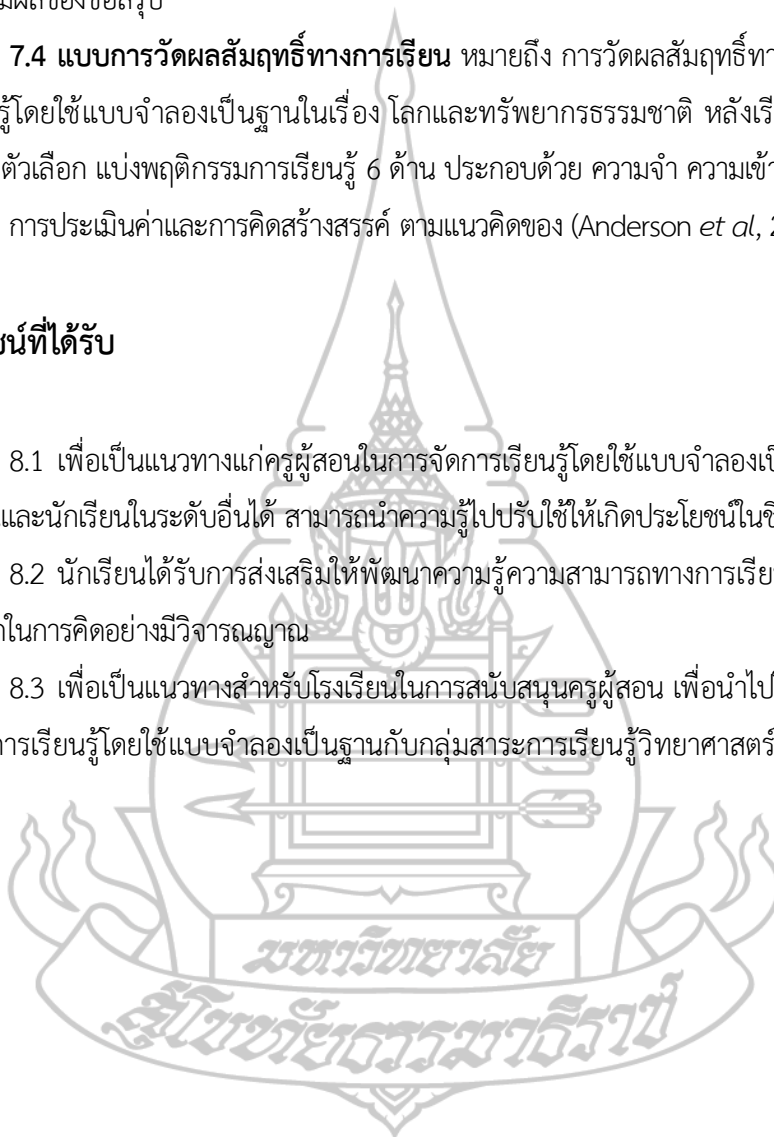
7.4 แบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังเรียนเป็นแบบปรนัย เลือกลดตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งพฤติกรรมผลการเรียนรู้ 6 ด้าน ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่าและการคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ (Anderson *et al*, 2001)

8. ประโยชน์ที่ได้รับ

8.1 เพื่อเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นำไป ใช้ในกลุ่มสาระอื่นและนักเรียนในระดับอื่นได้ สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

8.2 นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความรู้ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

8.3 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับโรงเรียนในการสนับสนุนครูผู้สอน เพื่อนำไปใช้ควบคู่กับการทำวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการ เรียนรู้อื่น ๆ



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ต่อไปนี้เป็น

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังจะได้นำเสนอตามลำดับ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 ความสำคัญกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 หลักการ
 - 1.4 จุดหมาย
 - 1.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. กรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ
 - 2.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 2.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
 - 2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 2.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)
 - 3.1 ความหมายของแบบจำลอง
 - 3.2 ความสำคัญของแบบจำลอง
 - 3.3 ประเภทของแบบจำลอง
 - 3.4 ลักษณะของแบบจำลอง
 - 3.5 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
 - 3.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
 - 3.7 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 4.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- 4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 4.5 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 4.6 แบบวัดการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.2 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 5.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช (2551, น. 4) ได้กล่าวถึง ความสำคัญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1.1 ความสำคัญกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจในการใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

1.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นหาและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1.2.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.2.2 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกปัจจุบันที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

1.2.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัตถุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

1.2.4 แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

1.2.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.2.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลกทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจุบันที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

1.2.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภาพ ปฏิสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.2.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยา

1.3 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1.3.1 เป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.3.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมี โอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

1.3.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.3.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

1.4 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียน เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1.4.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.4.2 มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิดการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.4.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

1.4.4 มีความรักชาติมีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.4.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1.5.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล

ข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคมรวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.5.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องการทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

1.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

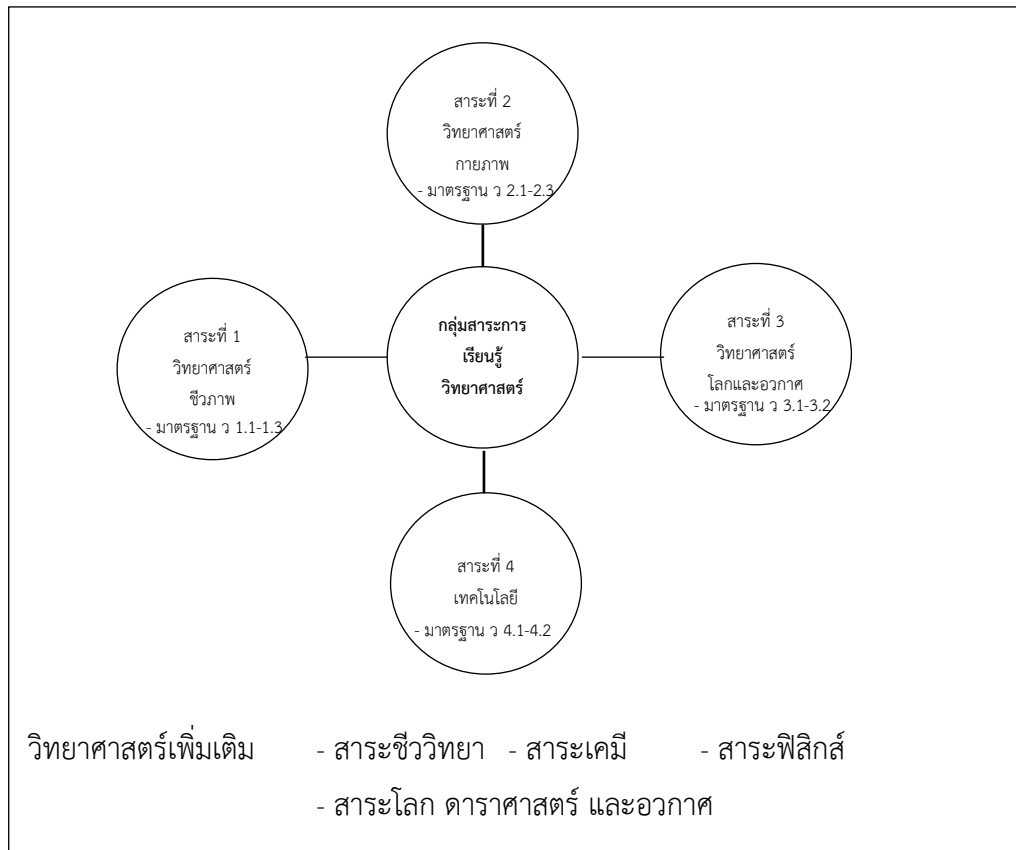
- 1.6.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 1.6.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 1.6.3 มีวินัย
- 1.6.4 ใฝ่เรียนรู้
- 1.6.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 1.6.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 1.6.7 รักความเป็นไทย
- 1.6.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติม ให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเองได้

2. กรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐาน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษา ต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้น ให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนา ความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วย กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการ จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการ เรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอนตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้ เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและ ประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มี ความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และ ทัดเทียมกับนานาชาติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สรุปเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพที่ 2.1 กรอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 2)

2.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการ เคลื่อนที่ พลังงาน และกลั่น

3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ภูมิสัมพันธ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการ สื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงานการ

เปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

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

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบาย ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้	- เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของจากสิ่งมีชีวิตในอดีต โดยกระบวนการทางเคมีและธรณีวิทยา เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบกำเนิด และสภาพแวดล้อมการเกิดที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ชนิดของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ที่มีลักษณะ สมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สำหรับการนำปิโตรเลียมจะต้องมีการผ่านการกลั่นลำดับส่วนก่อนการใช้งานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เนื่องจากต้องใช้เวลาหลายล้านปีจึงจะเกิดขึ้นใหม่ได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	2. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	- การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมนอกจากนี้แก๊สบางชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไนตรัสออกไซด์ ยังเป็นแก๊สเรือนกระจกซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกรุนแรงขึ้น ดังนั้นจึงควรใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยคำนึงถึงมลพิษที่เกิดขึ้น
ม.2	3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	- เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงานมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานทดแทนมาพลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน
ม.2	4. สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้	- โครงสร้างภายในโลกแบ่งออกเป็นชั้นตามองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปลือกโลก ซึ่งอยู่นอกสุด ประกอบด้วยสารประกอบของซิลิกอนและอะลูมิเนียมเป็นหลัก เนื้อโลกคือส่วนที่อยู่ใต้เปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลกมีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียมและเหล็ก และแก่นโลก

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		คือส่วนที่อยู่ใจกลางของโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็กและนิเกิลซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน
ม.2	5. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนและการสะสมตัวของตะกอน จากแบบจำลองรวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	<p>- การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นภูมิลักษณะแบบต่าง ๆ โดยมีปัจจัยสำคัญ คือ น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง แรงแม่เหล็กของโลก สิ่งมีชีวิตสภาพอากาศ และปฏิกิริยาเคมี</p> <p>- การผุพังอยู่กับที่ คือ การที่หินผุพังทำลายลงด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศกับน้ำฝน และรวมทั้งการกระทำของต้นไม้กับแบคทีเรีย ตลอดจนการแตกตัวทางกลศาสตร์ซึ่งมีการเพิ่มและลดอุณหภูมิสลับกัน เป็นต้น</p> <p>- การกร่อน คือ กระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดไปละลายไปหรือกร่อนไปโดยมีตัวนำพาธรรมชาติคือ ลม น้ำ และธารน้ำแข็ง ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศ สารละลาย การนำพา ทั้งนี้ไม่รวมถึงการพังทลายเป็นกลุ่มก้อน เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด</p> <p>- การสะสมตัวของตะกอน คือ การสะสมตัวของวัตถุจากการนำพาของน้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง</p>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.2	6. อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลองรวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	<p>- ดินเกิดจากหินที่ผุพังตามธรรมชาติผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ทับถมเป็นชั้น ๆ บนผิวโลก ชั้นดินแบ่งออกเป็นหลายชั้น ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าดิน แต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจากสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และลักษณะอื่น ๆ เช่น สี โครงสร้าง เนื้อดิน การยึดตัวความเป็นกรด-เบส สามารถสังเกตได้จากการสำรวจภาคสนาม การเรียกชื่อ ชั้นดินหลักจะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ ได้แก่ O, A, E, B, C, R</p> <p>- ชั้นหน้าตัดดิน เป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด</p> <p>- ปัจจัยที่ทำให้ดินแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ วัตถุดิบกำเนิดดิน ภูมิอากาศสิ่งมีชีวิตในดิน สภาพภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน</p>
ม.2	7. ตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดิน จากข้อมูลสมบัติของดิน	<p>- สมบัติบางประการของดิน เช่น เนื้อดิน ความชื้นดินค่าความเป็นกรด-เบส ธาตุอาหารในดิน สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาจนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรืออื่น ๆ ซึ่งดินที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินดาน อาจเกิดจากสภาพดินตามธรรมชาติหรือการใช้ประโยชน์</p>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		จะต้องปรับปรุงให้มีสภาพเหมาะสม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์
ม.2	8. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง	<p>- แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วง การไหลของน้ำทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำ เช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ ซึ่งร่องน้ำจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนระยะเวลาในการกัดเซาะ ชนิดดินและหิน และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่งจะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่งน้ำ เช่น บึง ทะเลสาบทะเล และมหาสมุทร</p> <p>- แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้พื้นโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินหรือชั้นดิน จนอึดตัวไปด้วยน้ำ</p>
ม.2	9. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	- แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการการใช้ประโยชน์น้ำและคุณภาพของแหล่งน้ำเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่นภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิดการ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		<p>เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืน ซึ่งอาจทำได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต การจัดสรรและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ การป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ</p>
ม.2	<p>10. สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด</p>	<p>- น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด มีกระบวนการเกิดและผลกระทบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจสร้างความเสียหาย ร้ายแรงแก่ชีวิต และทรัพย์สิน</p> <p>- น้ำท่วม เกิดจากพื้นที่หนึ่งได้รับปริมาณน้ำเกินกว่าที่จะกักเก็บได้ ทำให้แผ่นดินจมอยู่ใต้น้ำ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่</p> <p>- การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจากการกัดเซาะของคลื่นหรือลม ทำให้ตะกอนจากที่หนึ่งไปตกทับถมในอีกบริเวณหนึ่ง แนวของชายฝั่งเดิมจึงเปลี่ยนแปลงไป บริเวณที่มีตะกอนเคลื่อนเข้ามาน้อยกว่าปริมาณที่ตะกอนเคลื่อนออกไปถือว่าเป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะชายฝั่ง</p>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		<ul style="list-style-type: none"> - ดินถล่ม เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินหรือหินจำนวนมากลงตามลาดเขา เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน พืชปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่ - หลุมยุบ คือ แอ่งหรือหลุมบนแผ่นดินขนาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการถล่มของโพรงถ้ำ หินปูนเกลือหินใต้ดิน หรือเกิดจากน้ำพัดพาตะกอนลงไปโพรงถ้ำหรือธารน้ำใต้ดิน - แผ่นดินทรุดเกิดจากการยุบตัวของชั้นดินหรือหินร่วน เมื่อมวลของแข็งหรือของเหลวปริมาณมากที่รองรับอยู่ใต้ชั้นดินบริเวณนั้น ถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยธรรมชาติหรือโดยการกระทำของมนุษย์

จากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าว มีสาระสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 4 สาระการเรียนรู้ ซึ่งมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และการสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งตรงกับ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ และมาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning)

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ความหมายของแบบจำลอง ไว้ดังนี้

3.1 ความหมายของแบบจำลอง

วาโร เฟ็งส์วีสดี (2553) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นแนวทางของระบบที่ใช้ยึดถือในการทำงาน เช่น กฎเกณฑ์หรือวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของ การทำงาน ได้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทพิทย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎ หรือเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง

ชัยวิชิต เขียรชนะ (2560) ให้ความหมายของแบบจำลองว่า เป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ ตัวแปร หลักการ แนวคิด ฟังก์ชัน ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ใด ๆ สามารถ เรียกแทนได้อย่างหลากหลาย เช่น โมเดล รูปแบบ แบบจำลอง ตัวแบบ โดยแปลมาจากคำศัพท์ ภาษาอังกฤษเพียงหนึ่งคำคือ model

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ได้กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์สร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนในการอธิบายสิ่งที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับความจริง

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบจำลองเป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด และโครงสร้างความสัมพันธ์ เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจมากขึ้น

3.2 ความสำคัญของแบบจำลอง

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของการมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ดังนี้

พรณวิไล ชมชิต (2552) ได้ระบุความสำคัญของแบบจำลองในวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลอง (model) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบที่มองเห็นชัดเจนและสัมผัสได้ เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมกับปรากฏการณ์ หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นำมาอธิบายสิ่งที่ เป็นนามธรรมให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น หรือ อีกนัยหนึ่ง นักวิทยาศาสตร์ใช้แบบจำลองเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (communication tools)

2. แบบจำลองช่วยให้ให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสังเกตปรากฏการณ์ที่เป็นอันตราย เสี่ยงต่อความปลอดภัย ที่ไม่สามารถสังเกตโดยตรงได้ เช่น แบบจำลองแสดงปฏิกิริยาลูกโซ่ของระเบิดนิวเคลียร์

3. แบบจำลองเป็นสื่อกลางที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ตีความสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งในแง่มุมมองที่หลากหลายของข้อเท็จจริง นำมาใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ โดยการนำเสนอความเชื่อมโยงของข้อเท็จจริง เหล่านั้นในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นแบบจำลองจึงเป็นอีกวิธีที่ช่วยให้ครูเข้าถึงวิธีการสร้างความเข้าใจของนักเรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบจำลองไว้ว่า แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมถึงนำไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติและช่วยทำให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ลฎาภา ลดาชาติ (2561) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเป็นตัวแทน (representation) ของ ลักษณะบางประการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างที่แตกต่างกัน เช่น สื่อสาร (communication) ความคิดของตนเองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อบรรยาย (describe) ลักษณะของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่ออธิบาย (explain) ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร และหรือเพื่อพยากรณ์ (predict) สิ่งที่จะเกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) จากข้อมูลข้างต้นแบบจำลองมีความสำคัญในการเป็นตัวช่วยในการอธิบายความคิด แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ทำให้เกิดการส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ การสร้างคำอธิบาย การวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจและสามารถพัฒนาความเข้าใจให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสาขาวิชาอื่น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบจำลองมีความสำคัญในการอธิบายแนวคิดหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมถึงนำไปใช้ในการสื่อสาร ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ คิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ และทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสาขาวิชาอื่น

3.3 ประเภทของแบบจำลอง

Gilbert (2004) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองตามแนวคิดทางปรัชญาและลักษณะภายนอกได้ดังนี้

1. ประเภทของแบบจำลองตามแนวคิดทางปรัชญา (ontological status)

1.1 แบบจำลองทางความคิด (mental model) มีลักษณะเป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ ที่บุคคลสร้างขึ้น ซึ่งอาจสอดคล้องหรือแตกต่างกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 แบบจำลองการแสดงออก (expression model) เป็นแบบจำลองทางความคิดที่บุคคลแสดงให้เห็นรับรู้ผ่านการแสดงออกในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น คำพูด ท่าทาง ภาพวาด เป็นต้น

1.3 แบบจำลองกลุ่ม (consensus model) แบบจำลองที่มาจากแบบจำลองทางความคิด ที่สอดคล้องกันภายในกลุ่มบุคคล ซึ่งเปิดเผยสู่สาธารณะและได้รับการยอมรับภายในกลุ่ม

1.4 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific model) เป็นแบบจำลองทางความคิดที่นักวิทยาศาสตร์ให้การยอมรับ ซึ่งส่วนใหญ่ผ่านการทดสอบจากนักวิทยาศาสตร์จนได้รับความเห็นที่สอดคล้องกันจากนักวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันอย่างไรก็ตามแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในกรณีที่ไม่สามารถอธิบายหลักฐานที่มีในอนาคตหรือมีการค้นพบแบบจำลองที่สามารถอธิบายหลักฐานได้ดีกว่าแบบจำลองปัจจุบัน

2. แบบจำลองตามลักษณะภายนอก

2.1 แบบจำลองรูปธรรม (concrete mode) หรือแบบจำลองวัสดุ (material mode) เป็นแบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้นมาจากวัสดุชนิดต่าง ๆ เช่น การใช้พลาสติกแทนอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์

2.2 แบบจำลองภาษา (verbal mode) เป็นแบบจำลองในลักษณะข้อความที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสามารถอยู่ในรูปภาษาพูดหรือภาษาเขียนก็ได้

2.3 แบบจำลองสัญลักษณ์ (symbolic mode) แบบจำลองที่ได้รับการแทนด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่ตกลงกันในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

2.4 แบบจำลองแผนภาพและกราฟ (visual mode) แบบจำลองที่ใช้แผนภาพ 2 มิติแทนสถานการณ์ในธรรมชาติ

2.5 แบบจำลองท่าทาง (gestural mode) เป็นแบบจำลองที่ใช้การแสดงท่าทางจากร่างกายเพื่อจำลองหรือแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทีพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ระบุว่า แบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 8 ประเภท

1. แบบจำลองทางความคิด (mental models) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคลสร้างขึ้นโดยบุคคลนั้นเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่อยู่ภายใน จึงถือว่าเป็นแบบจำลองของบุคคล (personal model) ที่อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ อาจมีระดับของความสอดคล้องกับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ กันไป ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจแบบจำลองทางความคิดของแต่ละบุคคล

2. แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (scientific models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์แสดงความคิดเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในโลก เช่น แบบจำลองแสดงวัฏจักรของน้ำ แบบจำลอง DNA ของ Watson and Crick เป็นต้น สามารถแสดงออกได้หลายรูปแบบ เช่น ไดอะแกรม แผนผัง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือสมการทางคณิตศาสตร์

3. แบบจำลองประวัติศาสตร์ (history models) เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอะตอมของโบร์ เป็นต้น

4. แบบจำลองที่แสดงออก (expressed models) เป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิด เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ทำให้แบบจำลองทางความคิดชัดเจนมากขึ้น

5. แบบจำลองมติของกลุ่ม (consensus models) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ศึกษาเรื่องนั้นๆ เช่น แบบจำลองที่ได้จากการลงมติของผู้เรียนในชั้นเรียน เป็นต้น

6. แบบจำลองหลักสูตร (curricular model) เป็นแบบจำลองในรูปแบบที่ง่ายขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ เช่น แบบจำลองแบบจุดของลิวอิส ที่ใช้แสดงโครงสร้างอะตอมและการสร้างพันธะของสาร เป็นต้น

7. แบบจำลองการสอน (teaching model) เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริม การเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจแบบจำลองหลักสูตรมากขึ้น เช่น การใช้การอุปมาอุปมัย ระหว่างระบบสุริยะจักรวาลกับโครงสร้างอะตอม เป็นต้น

8. แบบจำลองอะตอม (hybrid model) เป็นแบบจำลองที่เกิดจากการใช้ลักษณะของแบบจำลองหลาย ๆ ประเภทร่วมกัน

ชัยวิชิต เขียวชนะ (2560) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองไว้ดังนี้

1. โมเดลภาษา เป็นลักษณะการพรรณนาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยคำบรรยาย เช่น รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. โมเดลรูปภาพ เป็นลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยลักษณะรูปภาพ จำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ลักษณะสาเหตุ (Causal) เช่น โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2 ลักษณะแผนภาพ (Diagram) เช่น รูปแบบการบริหารจัดการภาคเอกชน

3. โมเดลคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบจำลองสมการ โปรแกรมเชิงเส้น

4. โมเดลภาพ เป็นลักษณะที่เหมือน/คล้ายคลึงปรากฏการณ์จริง จำแนกเป็น

4.1 ลักษณะที่ใช้เป็นต้นแบบเพื่อจำลองสิ่งนั้นๆ เช่น แบบจำลองรถยนต์ หุ่นไล่กา หุ่นร้านเสื้อผ้า แบบจำลองอาคาร

4.2 ลักษณะที่ใช้เป็นต้นแบบเพื่อการผลิตสิ่งนั้น ๆ ซึ่งมีขนาดเท่ากับของจริง เช่น แบบจำลองต้นแบบผลิตภัณฑ์รถยนต์ ตัวแบบผลิตภัณฑ์สินค้า ตัวแบบผลิตอุปกรณ์

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ระบุว่า แบบจำลองสามารถแบ่งได้หลากหลายตามการนำไปใช้งาน แต่แบบจำลองทุกชนิดล้วนมีหน้าที่เป็นตัวแทนคำอธิบาย เช่น ความคิด ทฤษฎี ความรู้

ซึ่งสามารถ แสดงออกมาได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ภาษาที่ใช้สื่อสารกับตนเองหรือบุคคลอื่น รูปภาพ ฟังก์ชัน ทางคณิตศาสตร์ แผนภาพ แบบจำลองสามมิติ เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบจำลองสามารถแบ่งได้หลากหลายตามหลักแนวคิดที่แตกต่างกัน ออกไป แต่แบบจำลองทุกชนิดล้วนมีหน้าที่ใช้แทนคำอธิบายแนวคิดหรืออธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ธรรมชาติ อาจมีระดับของความสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ กันไป

3.4 ลักษณะของแบบจำลอง

แบบจำลองมีลักษณะเฉพาะตัวและมีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังที่นักการศึกษาได้ระบุไว้ ดังนี้

Gilbert and Ireton (2003) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของแบบจำลองไว้ดังนี้

1. ไม่เป็นของจริง (Artificial) แบบจำลองทุกชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเป็นตัวแทนของสิ่งอื่น อย่างไรก็ตามการไม่เป็นของจริงก็ไม่ใช่การเป็นของปลอม

2. คำนึงถึงประโยชน์เป็นหลัก (Utilitarian) แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์บางประการ มักถูกใช้เป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายมากกว่าการเป็นตัวแทนของเป้าหมาย ทั้งหมด เช่น การใช้แบบจำลองของโลกเพื่ออธิบายลักษณะทางภูมิศาสตร์ไม่ใช่เพื่อการศึกษา กระบวนการทางธรณีวิทยา

3. ง่าย (Simplified) การสร้างแบบจำลองต้องมีกระบวนการที่ง่ายต่อการใช้งาน ไม่ซับซ้อน มีรายละเอียดน้อยกว่าเป้าหมาย

4. ต้องตีความหมาย (Interpreted) แบบจำลองต้องตีความหมายได้ เพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่เป้าหมายโดยระดับความยากง่ายขึ้นอยู่กับประเภทของแบบจำลอง

5. มีความไม่สมบูรณ์ (Imperfect) แบบจำลองทุกชนิดจะไม่มี ความสมบูรณ์ในการเป็นตัวแทนของเป้าหมาย เนื่องจากแบบจำลองมีเป้าหมายเฉพาะที่ถือว่าสำคัญที่สุด ชาตรี ฝ่ายคำตา (2558) ได้ระบุถึงลักษณะของแบบจำลอง ดังนี้

1. แบบจำลองมีความสัมพันธ์กับเป้าหมาย (target) ที่อาจเป็นสิ่งของ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎ ซึ่งถูกออกมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ

2. แบบจำลองใช้ในการเปรียบเทียบให้เห็นความชัดเจนของเป้าหมาย ซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงแบบจำลองได้ โดยเฉพาะการตั้งสมมุติฐานเพื่อทำนายผล

3. แบบจำลองแตกต่างจากเป้าหมาย ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายกว่า

4. แบบจำลองสามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

5. แบบจำลองสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

6. แบบจำลองอาจแสดงลักษณะของปรากฏการณ์หรือวัตถุทั้งหมด เช่น ภาพวาดจาก

หลอดทดลอง

7. แบบจำลองแสดงเพียงบางส่วนของปรากฏการณ์หรือวัตถุ เช่น ภาพวาดปฏิกิริยาในหลอดทดลอง

8. แบบจำลองสามารถมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าของจริงได้

9. แบบจำลองบางชนิดแสดงตัวแทนของสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือเอกลักษณ์ เช่น การไหลของพลังงาน การแสดงเวกเตอร์ของแรง

10. แบบจำลองสามารถแสดงทั้งสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมในแบบจำลองเดียวกัน เช่น การแสดงแรงผลักดันต่อโต๊ะเรียน

11. แบบจำลองสามารถแสดงแทนระบบหรือลำดับของเอกลักษณ์ในสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น แบบจำลองอะตอมคาร์บอนในเพชร

12. แบบจำลองสามารถแสดงแทนเหตุการณ์ ช่วงการเกิดพฤติกรรมของระบบหรือ บางสิ่งบางอย่าง เช่น การแสดงการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อเลือกผ่าน

13. แบบจำลองสามารถแสดงกระบวนการที่มีเพียงหนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า เช่น แบบจำลองเครื่องเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ชัยวิชิต เขียวชนะ (2560) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของแบบจำลองไว้ดังนี้

1. สามารถสะท้อนปรากฏการณ์ที่ทำการศึกษได้
2. สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ใหม่ได้
3. สามารถสะท้อนถึงชุมชนทรัพยากรทางปัญญาในการเพิ่มองค์ความรู้ (Body of Knowledge)

ได้

4. สามารถแสดงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลกลไกต่าง ๆ ของสิ่งที่ศึกษาได้ถูกต้องและเชื่อถือ

ได้

5. สามารถตรวจสอบ ทดสอบได้

6. สามารถอธิบาย หรือ ทำนาย หรือ ควบคุม ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของแบบจำลองไว้ว่า แบบจำลองมีลักษณะและข้อจำกัดบางประการที่ควรทำความเข้าใจก่อนการนำไปใช้งาน ได้แก่การเป็นตัวแทนของสิ่งอื่น จึงทำให้แบบจำลองไม่เป็นของจริง สร้างขึ้นโดยมีจุดประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง มีกระบวนการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อเป็นตัวแทนบางส่วนของเป้าหมายในการอธิบายหรือพยากรณ์ซึ่งสามารถมีขนาดเล็ก หรือใหญ่กว่าของจริงแสดงสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรม โดยแบบจำลองทุกประเภทสามารถปรับปรุงแก้ไขได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบจำลองมีข้อจำกัดที่เป็นรูปแบบตัวแทนของสิ่งอื่น ที่อาจเป็นสิ่งของ ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ กระบวนการ ระบบ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎ ซึ่งถูกออกมาเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ สามารถอธิบาย หรือ ทำนาย หรือ ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้

3.5 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองไว้ดังนี้ Buckley and Boulter (2000) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นตัวแทนทางความคิดในการบรรยาย อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่ศึกษา

Gobert and Buckley (2010) ได้สรุปความหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เกิดขึ้นทั้งในระดับบุคคล และระดับกลุ่ม โดยอาศัยปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนรู้และ กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้กล่าวสรุปเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานถือว่าเป็นวิธีที่ให้ผู้เรียนได้สร้างหรือปรับปรุงแบบจำลอง กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาแบบจำลองมาประกอบการอธิบายสิ่งต่าง ๆ และได้ปรับปรุงแบบจำลอง เมื่อแบบจำลองไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการอธิบาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Modelbased Learning) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจากการสร้าง ใช้งาน ปรับปรุงและขยายแบบจำลอง เพื่อใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนทางความคิด ประกอบการอธิบายปรากฏการณ์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระจากการสร้าง ประเมิน ปรับปรุงและขยายแบบจำลอง เพื่อใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนทางความคิด ประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

3.6 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

3.6.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวความคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

ทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางเขาว์ปัญญาที่มีรากฐานมาจากเพียเจต์ (Piaget) และวิกีอท สกี(Vygotsky) นักทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม (cognitivism) ที่ให้ความสำคัญกับการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา (cognitive) ซึ่งนักทฤษฎีกลุ่มสร้างความรู้มีความเห็นว่าโลกและสิ่งต่าง ๆ มีความหมายแตกต่างกันออกไปตามการรับรู้และความคิดของบุคคลแต่ละคนสามารถ ให้ความหมายของสิ่งหนึ่งได้หลากหลายตามประสบการณ์ที่เป็นพื้นฐานของความคิด สิ่งแวดล้อม ที่อยู่ในประสบการณ์ จึงเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ๆ ดังมีแนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง กับทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวความคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้ (ทีศนา แคมมณี, 2560)

3.6.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเป็นไปตามวัยอย่างเป็นลำดับขั้นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม รวมถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Social transmission) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และ กระบวนการพัฒนาสมดุล (Equilibration) ซึ่งไม่ควรเร่งรัดให้ข้ามขั้นพัฒนาการแต่สามารถสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อช่วยในเด็กมีพัฒนาการได้ อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่า การกระตุ้นพัฒนาการของเด็ก จากการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กเพียเจต์ ได้สรุปขั้นตอนหรือกระบวนการไว้ดังนี้

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เกิดขึ้นในช่วงอายุ 0 -2 ปี เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น ความคิดของเด็กจึงขึ้นอยู่กับกับการรับรู้และการกระทำเป็นหลัก

2. ขั้นปฏิบัติการคิด (Preoperational period) พัฒนาการช่วงอายุ 2 - 7 ปี ความคิดของเด็กขึ้นอยู่กับกับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้แต่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้งได้

3. ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เกิดขึ้นในช่วงอายุ 7 -11 ปี เป็นขั้นการคิดที่เด็กสามารถสร้างภาพในใจ สามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ

4. ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) พัฒนาการในช่วงอายุ 11 -15 ปี เด็กสามารถคิดแบบนามธรรมได้รวมถึงสามารถตั้งสมมุติฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

ทั้งนี้เพียเจต์ได้กล่าวไว้ว่ากระบวนการคิดของเด็กและผู้ใหญ่นั้น มีความแตกต่างกัน โดย กระบวนการทางสติปัญญา มีลักษณะ ดังนี้

1. การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ ประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูล เพื่อเก็บเป็นข้อมูลสำหรับนำออกมาใช้ในอนาคต

2. การปรับและการจัดระบบ (Accommodation) กระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความสมดุลระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เป็นระบบหรือระบบเครือข่ายทางปัญญาของบุคคล และเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่

3. การเกิดความสมดุล (Equilibration) กระบวนการที่เกิดจากการปรับที่เข้ากันได้ จะส่งผลให้เกิดสภาพสมดุล แต่หากไม่สามารถปรับประสบการณ์ให้เข้ากันได้ จะส่งผลให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาในตัวบุคคล แตกต่างกันในส่วนของวิกิอรรถกัจฉิตวิทยาชาวรัสเซียที่ให้ความสำคัญกับ

วัฒนธรรม และสังคม และได้อธิบายไว้ว่า มนุษย์รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ทั้งจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคม จึงทำให้สถาบันทางสังคมต่างๆ มีบทบาทต่อพัฒนาการทางเชาว์ ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ นักภาษายังถือว่า เป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูงโดยพัฒนาการทางด้านภาษาและความคิด มีจุดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน

3.6.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกโกทสกี

วิกโกทสกีให้ความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถพัฒนาไปถึงความสามารถที่จะไปถึงได้ดังแนวคิดเกี่ยวกับ “zone of proximal development” ที่อธิบายไว้ว่าเด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของตน และมีระดับพัฒนาการที่มีศักยภาพไปถึงช่วงระยะห่างของศักยภาพในปัจจุบันและระดับศักยภาพที่จะ เจริญเติบโต เรียกว่า “zone of proximal development” หรือ “zone of proximal growth” ที่มี ความแตกต่างกันในบุคคล แนวคิดดังกล่าวจึงส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ที่ควรเน้นให้นำหน้าระดับ พัฒนาการของผู้เรียน โดยได้รับความช่วยเหลือหรือการชี้แนะจากผู้อื่นในลักษณะ “assisted learning” หรือ “scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เด็กสามารถพัฒนาไปถึงระดับความสามารถที่เด็กจะไปถึงได้อีกทั้งปฏิสัมพันธ์ทางสังคมสามารถส่งผลต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้เช่นเดียวกัน โดยมีวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดความรู้ ความคิด เจตคติ ค่านิยมให้กับเด็ก การรับรู้ผ่านประสบการณ์หรือสื่อ เช่น หนังสือ วิทยุ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เครื่องหมายสัญลักษณ์ ล้วนมีภาษาเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กเกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ดังนั้นการพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกโกทสกีที่แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ได้แก่ (อัชรา เอ็บสุซสิริ, 2559)

1. ระดับสติปัญญาขั้นพื้นฐาน (elementary mental process) เป็นความสามารถที่เกิดตามธรรมชาติโดยไม่ต้องอาศัยการเรียนรู้ เช่น การดูคนม การหยิบจับสิ่งของ เป็นต้น
2. ระดับ สติปัญญาขั้นสูง (higher mental process) เป็นความสามารถที่พัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม การเล็งดูโดยมีภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญ ในการคิดและพัฒนาสติปัญญา

ทั้งนี้วิกโกทสกีได้ให้ความสำคัญกับเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาสติปัญญาคือ ภาษา และแบ่งพัฒนาการทางภาษาออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1. ภาษาทางสังคม (social speech) ภาษาที่เด็กใช้สื่อสารกับผู้อื่นในช่วงอายุ 0 -3 ปี เพื่อบอกความคิด ความต้องการ หรืออารมณ์ความรู้สึกของตนเอง
2. ภาษาพูดกับตนเอง (egocentric speech) ภาษาที่เด็กใช้พูดกับตนเองในช่วงอายุ 3 -7 ปี เพื่อช่วยในการคิดและตัดสินใจแสดงพฤติกรรม
3. ภาษาในตนเอง (inner speech) เกิดขึ้นในช่วงอายุประมาณ 7 ปี เป็นภาษาที่ใช้ในการคิดเมื่อเด็กพบเจอปัญหาที่ยุ่ยากมากขึ้น เพื่อวางแผนและแก้ปัญหาไปตามขั้นตอนโดยใช้ภาษา

ของตนเอง เด็กจะต้องพัฒนาภาษาภายในใจอันเป็นการส่งเสริมการพัฒนาของสติปัญญาให้สูงขึ้นตามระดับอายุ

นอกจากภาษาแล้ว เด็กยังใช้เครื่องหมาย (sign) เป็นตัวช่วยในการพัฒนาสติปัญญา แบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. เครื่องหมายดัชนี (indexical sign) ใช้อธิบายสิ่งที่มีลักษณะเป็นเหตุเป็นผลต่อกันเช่น ฝนตกหนักน้ำจึงท่วม
2. เครื่องหมายภาพตัวแทน (iconic sign) เครื่องหมายที่มีลักษณะเป็นสื่อสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น สีขาวของธงไตรรงค์ที่เป็นสัญลักษณ์แทนศาสนา
3. เครื่องหมายสัญลักษณ์ (symbolic sign) เป็นเครื่องหมายแทนสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น ภาษา

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ได้สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) กล่าวถึงความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคลที่มีความแตกต่างกันตามประสบการณ์และระดับพัฒนาการที่แตกต่างกัน เกิดจากการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งทางธรรมชาติและทางสังคม ซึ่งต้องอาศัยการพัฒนาไปเป็นลำดับขั้นตอน แต่ละบุคคลมีระดับความสามารถปัจจุบันที่ต่างกัน ซึ่งสามารถพัฒนาให้เป็นระดับความสามารถที่มีศักยภาพพัฒนาไปถึงได้ หากได้รับคำแนะนำหรือความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม ผู้วิจัยได้นำแนวคิดข้างต้นมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยผ่านการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการใช้ภาษาของตนเอง ถ่ายทอดออกมาเป็นแบบจำลองรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม โดยมีครูผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ไปตามพัฒนาการของนักเรียนด้วยการใช้คำถามและการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.7 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่ามื่อนักการศึกษาได้แนะนำแนวทางไว้ดังนี้

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและสร้างความสนใจให้ผู้เรียนด้วยคำถามหรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดสำหรับอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกทั้งเมื่อครูทราบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจึงเป็นโอกาสดีสำหรับการส่งเสริมและเพิ่มพูนแบบจำลองทางความคิดให้กลายเป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้

2. การประเมินและการดัดแปลงแบบจำลอง (evaluating model) ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์ของผู้เรียนควรได้ฝึกออกแบบ ดำเนินการทดลอง หรือค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ การรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ และตรวจสอบว่าแบบจำลองของตนเองมีความสอดคล้องกับข้อมูล เชิงประจักษ์หรือไม่ สามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์ได้กว้างขวางเพียงใด ครูต้องพยายามส่งเสริมแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนด้วยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปร กล่าวคือ ครูและนักเรียนต้องร่วมสร้าง (co-construction) และส่งเสริมแบบจำลองทางความคิด โดยมีเกณฑ์ ของแบบจำลองคือ มีการเพิ่มตัวแปรใหม่หรือเพิ่มตัวปรับปรุงความสัมพันธ์ในแบบจำลองและมีการนำความสัมพันธ์ในแบบจำลองมาอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นใหม่และอาจมีการเปลี่ยนแปลง ภาพวาดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

3. การปรับปรุงแบบจำลอง (Modifying model) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ดัดแปลงและแก้ไขแบบจำลองจนสามารถใช้อธิบายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่า แบบจำลองของตนเองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกฎ ผู้เรียนอาจสามารถ เปรียบเทียบแบบจำลองจากกลุ่มเพื่อน และรวบรวมแบบจำลองของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองของกลุ่มหรือชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสร้างแบบจำลองที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ กระบวนการสร้างแบบจำลองและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การขยายแบบจำลอง (Elaborating) เป็นการใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไขมาอธิบายและทำนายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์อื่น ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้น สามารถใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นได้อีกหรือไม่

Goibert and Buckley (2000) ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจ
2. ครูประเมินและทบทวนแนวคิดหรือเนื้อหาที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยครูอาจยังไม่สามารถเข้าถึงความคิดของนักเรียนได้ในขั้นตอนนี้ครูจึงมีหน้าที่สรุป อ้างอิงจากเหตุผลที่นักเรียนอธิบาย
3. นักเรียนสร้างแบบจำลอง โดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะและสาเหตุของปรากฏการณ์จากนั้นนำมาเขียนแผนผังความคิดและเปรียบเทียบปรากฏการณ์กับสิ่งที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนทราบ (metaphor analog) เพื่อหาแนวทางสร้างแบบจำลอง ตรวจสอบ ข้อมูล และลงมือสร้างแบบจำลอง
4. นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้และประเมิน ซึ่งนักเรียนอาจพบว่าแบบจำลองไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีได้ในขั้นตอนนี้

5. นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ดีขึ้น
6. นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองอื่น ๆ มาประกอบ เพื่อขยายแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ให้ดียิ่งขึ้น

Louca and Zacharia (2012) เสนอแนวทางในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมสร้างแบบจำลอง โดยสร้างระบบการสังเกตและเก็บรวบรวมประสบการณ์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์รวมถึงชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบแบบจำลอง การเก็บรวบรวมหลักฐานการทดลองและการสังเกต

2. การสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกตและประสบการณ์ของนักเรียน นักเรียนบูรณาการความรู้ พฤติกรรม และกลไกที่เกี่ยวข้องกับการเกิด ปรากฏการณ์ ร่วมกับการสร้างแนวคิดใหม่ที่เป็นตัวแทนทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

3. การประเมินแบบจำลอง เป็นการพิจารณาการอธิบายหรือทำนายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ เพื่อระบุความสัมพันธ์ของสถานการณ์และประยุกต์ใช้แบบจำลอง โดยสามารถ อธิบาย คุณสมบัติและพฤติกรรมของปรากฏการณ์ตามจุดประสงค์ที่กำหนด รวมถึงตระหนักถึง ข้อจำกัดของแบบจำลอง

4. การแก้ไขแบบจำลองและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองเดิมหรือเพิ่มเติมแบบจำลองใหม่ ความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถสรุปเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิดของการจัดการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน		
Gobert and Buckley (2000)	Louca and Zacharia(2012)	ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557)
1. นักเรียนสร้างแบบจำลองทาง ความคิด	1. นักเรียนรวบรวมข้อมูล สำหรับสร้างแบบจำลอง 2. นักเรียนสร้างแบบจำลอง	1. การสร้างแบบจำลอง (Generating model)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

แนวคิดของการจัดการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน		
2. ครูประเมินเนื้อหาและทบทวนแนวคิด		
3. นักเรียนสร้างแบบจำลอง		
4. นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้และประเมิน	3. นักเรียนประเมินแบบจำลอง	2. การประเมินแบบจำลอง (Evaluation model)
5. นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองให้อธิบายปรากฏการณ์	4. นักเรียนแก้ไขแบบจำลอง	3. การปรับปรุงแบบจำลอง (Modifying model)
6. นักเรียนนำแบบจำลองสร้างเพิ่มเติม เพื่อประกอบการขยายแนวคิด		4. ขยายแบบจำลอง (Elaborating)

จากแนวคิดของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน ผู้วิจัยได้ศึกษาและเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่ากระบวนการและขั้นตอนตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้มีความคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดของ ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของการวิจัยครั้งนี้เนื่องจากลำดับขั้นตอน มีความชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสร้างแบบจำลอง นำแบบจำลองไปใช้งาน นำแบบจำลองไปปรับปรุง และแก้ไขแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จนสามารถนำไปใช้ประกอบการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้งหมด 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและสร้างความสนใจผู้เรียนด้วยคำถาม สื่อ หรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดจากความรู้เดิม สำหรับใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และประเมิน ความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์โดยใช้กระบวนการสำรวจและค้นหาข้อเท็จจริง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ค้นพบในระหว่างจัดการเรียนรู้กับแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) ผู้เรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่เห็นว่าไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิด จนเกิดการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ สามารถอธิบายข้อมูลได้ถูกต้องและเป็นตัวแทนในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้

ขั้นที่ 4 ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไข ประกอบการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียง

ตารางที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ร่วมกับแนวทางจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามรูปแบบของชาติรี ฝ่ายคำตา และภรทพย สฎทษยวงศ (2557)	แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ประพนศศร สเสารจ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ใช้ในงานวิจัย
1. ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจผู้เรียนด้วยคำถาม สื่อ หรือกิจกรรม	1. สร้างความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น โดยต้องได้รับการกระตุ้นย่วย โดยใช้สื่อคำถาม กิจกรรม 2. ฝึกให้มีความกล้าเสี่ยง กล้าคิดแตกต่างไปจากคนส่วนใหญ่ กล้างเสี่ยงที่จะสร้างสิ่งใหม่หรือแตกต่างไปจากเดิม โดยใช้สถานการณ์ที่ย่วย	1. ขั้นสร้างแบบจำลอง หมายถึง การทำงานสร้างแบบจำลอง โดยครูกระตุ้นให้อยากรู้อยากเห็น โดยใช้สื่อ ตั้งคำถาม หรือ บทบาทสมมุติเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการ คาดการณ์ และคาดเดาสิ่งต่าง ๆ ในการลงมือสร้างแบบจำลองของปรากฏการณ์ขึ้นมา จากแผนผังแบบจำลองงานที่นักเรียนกำหนดขึ้นมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามรูปแบบของชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557)	แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ใช้ในงานวิจัย
2. ชั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และประเมิน ความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์โดยใช้กระบวนการสำรวจและค้นหาข้อเท็จจริง	3. สร้างความยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งความยุ่งยากซับซ้อนจะทำให้เกิดการพัฒนา ความคิดระดับสูงได้ ต้องพัฒนาจากง่ายไปหายาก กิจกรรมที่ใช้และระดับความยากง่ายต้องสอดคล้องเหมาะสมกับเด็กแต่ละคน 4. กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ เด็กต้องได้รับการกระตุ้นให้มีความคิด จินตนาการ สร้างสรรค์อย่างหลากหลาย ทั้งที่เป็นการจินตนาการจากภาพนิทาน จากประสบการณ์เดิม จากเหตุการณ์สิ่งแวดล้อมรอบตัว จากความรู้สึกของตนเอง	2. ชั้นประเมินแบบจำลอง หมายถึง การนำแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้น ไปทดลองสำรวจ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และหลักฐานว่า สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาให้ผู้อื่นเข้าใจได้หรือไม่ โดยครูคอยเป็นที่ปรึกษา และสร้างความซับซ้อนในการนำไปใช้และประเมินผล
3. ชั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) ผู้เรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่เห็นว่าไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิด จนเกิดการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์	5. ฝึกฝนให้ใจกว้าง เด็กควรได้รับการฝึกฝนให้ทำงานกลุ่ม การอภิปรายกลุ่ม การรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ยอมรับในเหตุผลและข้อมูลของกลุ่ม หรือของคนอื่นที่ดีกว่าหรือมีมากกว่า	3. ชั้นปรับปรุงแบบจำลอง หมายถึง การให้นักเรียนสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงแบบจำลอง โดยครูใช้คำถามช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด และมีการให้กำลังใจและการสนับสนุน เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนมีความมั่นใจมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ตามรูปแบบ ของชาตรี ฝ้ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557)	แนวทางการพัฒนาความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐานที่ใช้ใน งานวิจัย
4. ขยายแบบจำลอง (Elaboration) ผู้เรียนใช้ แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลง แก้ไข ประกอบการอธิบายและ ทำนาย ปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียง	6. สร้างความมั่นใจในตนเอง ความ มั่นใจในตนเองจะทำให้เด็กได้มี พัฒนาการการคิดและกล้า แสดงออก ซึ่งความคิด การ เลือกสรรกิจกรรมที่หลากหลาย และเหมาะสม จะทำให้เด็กกล้า แสดงออก เริ่มจากการตั้งคำถาม ง่ายๆ การแสดงออกอย่างง่าย แล้วยากขึ้นตามลำดับ การเล่น และการทำงานเป็นกลุ่ม แล้ว ลดลงจนเหลือคนเดียว ซึ่งการ แสดงออกของเด็ก ต้องได้รับ กำลังใจและการสนับสนุน จะทำ ให้เด็กมีความมั่นใจมากขึ้น	4. ขยายแบบจำลอง หมายถึง การที่นักเรียนร่วมกันอภิปราย และนำเสนอผลงานกลุ่ม โดยครู ใช้แนวประชาธิปไตยในการให้ นักเรียนร่วมโหวต เพื่อตัดสินใจ และลงมติคะแนนแบบจำลองที่ แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น กระตุ้น ความใจกว้าง การรับฟังและ ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ยอมรับในเหตุผลและข้อมูลของ กลุ่ม หรือของผู้อื่นที่ดีกว่าหรือ มีมากกว่า เพื่อขยายแนวคิดให้ กว้างขึ้น ด้วยการสร้างสรรค์ สิ่งประดิษฐ์จากแผนผัง แบบจำลองทางความคิด เพื่อ เผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้รับจาก แบบจำลองที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทุกขั้นตอน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น สามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ตาม รูปแบบของชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2557)	ส่งเสริมการพัฒนา ความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของเพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน ที่ส่งเสริม การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง	1. ด้านระบุประเด็นปัญหา 2. ด้านตั้งสมมติฐาน 3. รวบรวมข้อมูล	1. ด้านระบุประเด็นปัญหาและ รวบรวมข้อมูล
ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง	4. ด้านการระบุลักษณะของ ข้อมูล 5. ด้านการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของข้อมูล	2. ด้านระบุลักษณะและความ น่าเชื่อถือของข้อมูล
ขั้นที่ 3 ปรับปรุงแบบจำลอง	6. ด้านการลงข้อสรุป	3. ด้านการลงข้อสรุป
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง	7. ด้านการประเมินผล	4. ด้านการประเมินผล

ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยได้นำเสนอในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (อยู่ในภาคผนวก จ)

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการคิดที่มีกระบวนการทางปัญญา อย่างเป็นระบบ โดยมีการคิดพิจารณาใคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลรอบด้าน มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใด ข้อความใดเป็นจริง ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ มาประกอบการคิดและการตัดสินใจ บุคคลที่รู้จักใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณย่อมจะเป็นผู้ที่กระทำกิจกรรมงานต่าง ๆ ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีคุณภาพ สังคมใดที่สมาชิกรู้จักใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ย่อมเกิดความสุขส่งผลต่อความสงบเรียบร้อยความมั่นคงต่อประเทศชาติ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการคิดที่มีกระบวนการทางสมองที่มีความซับซ้อนซึ่งมีนักจิตวิทยา นักการศึกษาหลายคนได้ให้คำนิยามความหมายไว้

ปณิตา วรรณพิรุณ (2551, น. 105) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดหรือกระบวนการคิดโดยใช้ข้อมูล ความรู้ประกอบการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการทำความเข้าใจกับเรื่องราวแล้วนำมาตั้งเป็นสมมติฐานจากเรื่องราวนั้นเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์แปลความหมายและสรุปข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำผลที่ได้จากการสรุปมาประเมินและตัดสินใจในการปฏิบัติต่อสถานการณ์หนึ่ง ๆ

วิลาวัลย์ สุริยฉาย (2552, น. 514) การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลอย่างรอบคอบเพื่อที่จะประเมินความถูกต้องของข้อมูลหรือปัญหาอย่างมีเหตุผลเพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อหรือการทำอะไร ๆ

ลักขณา ศิริวัฒน์ (2549, น. 108) ได้สรุปว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ตัดสินใจและแก้ปัญหา โดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์ และการคาดเดาโดยพิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่างๆ ว่าอะไรคือความจริงอะไรคือความถูกต้องเกิดด้วยความรอบคอบระมัดระวังใช้สติปัญญาและทักษะการคิดไตร่ตรองอย่างวิพากษ์ ซึ่งเป็นการคิดที่เปิดกว้างมีเป้าหมายแน่นอนมีเหตุมีผลมีความถูกต้องแม่นยำสามารถตรวจสอบความคิดและประเด็นความคิดของตนเองได้

Watson and Glaser (1964, J. 10, อ้างถึงใน สุภาวดี สระแก้ว, น. 36) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในลักษณะของกระบวนการคิดที่ประกอบด้วยเจตคติความรู้ และทักษะโดยเน้นที่เจตคติในการแสวงหาความรู้การยอมรับการแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนข้ออ้าง ใช้ความรู้ในการอนุมานการสรุปความ การประเมินและตัดสินใจของข้อความอย่างเหมาะสม โดยเน้นองค์ประกอบ 5 ประการคือ

1. การสรุปอ้างอิง (Inference)
2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)
3. การอนุมาน (Deduction)
4. การแปลความ (Interpretation)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments)

Ennis (1985, pp. 45-46, อ้างถึงใน สุภาวดี สระแก้ว, น. 36) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าหมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำ รวมถึงช่วยให้ตัดสินใจสภาพการณ์ได้อย่างถูกต้องและไม่เกิดข้อผิดพลาด

จากการศึกษาข้อมูลสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผล โดยมีการศึกษาข้อเท็จจริงหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจแล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์ อย่างสมเหตุสมผลก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใดน่าเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเอง ก่อนจะตัดสินใจในเรื่องใดก็จะต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอและสามารถเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองให้เข้ากับผู้อื่นได้ถ้าผู้นั้นมีเหตุที่เหมาะสมถูกต้องกว่า เป็นผู้มีวุฒิภาวะที่พร้อมในการค้นหาข้อมูลและความรู้ กล่าวได้ว่าผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีเหตุผล

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียร์เจต์

ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียร์เจต์ เป็นการพัฒนาทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัย ซึ่งแบ่งเป็น 4 ชั้น ได้แก่ (พรพนวิไล ชมชิต, 2557, น. 34)

1) ชั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor Sage) เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึงประมาณ 2 ขวบ เป็นชั้นที่เด็กสามารถแสดงออกโดยการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ ไม่ได้ใช้กระบวนการเกิดที่ขึ้นอยู่กับสัญลักษณ์ทางภาษา

2) ชั้นก่อนการปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) มีอายุอยู่ในช่วง 2-7 ปี ชั้นนี้เด็กเริ่มมีการเรียนรู้และเข้าใจ เริ่มมีพัฒนาการทางด้านภาษา สามารถพูดประโยคได้คิดสิ่งต่างๆ

3) ชั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Sage) มีอายุประมาณ 7-11 ปี เด็กสามารถให้เหตุผลในการตัดสินใจในปัญหาต่างๆ ได้ดีเป็นชั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์และภาษา สามารถสร้างภาพในใจได้ สามารถแก้ปัญหที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถคิดย้อนกลับกับได้ เข้าใจหลักการคงอยู่ของสสาร ได้ว่า สสารหรือสิ่งของแม่จะเปลี่ยนสภาพก็ยังคงมี เท่าเดิม

4) ชั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period) มีอายุในช่วง 11-15 ปี ในระยะนี้เป็นชั้นที่พัฒนาการทางเขาวนปัญญาจะถึงสูงสุด เด็กสามารถคิดเป็นแบบผู้ใหญ่ สามารถเข้าใจกึ่งที่เป็นนามธรรมได้ คิดตั้งสมมติฐานได้ และสร้างทฤษฎีแบบนักวิทยาศาสตร์ได้ รู้จักการใช้เหตุผลของคนในการตัดสินใจต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.2 ทฤษฎีของเอนนิส (Ennis Theory) Ennis (1985, pp. 45-48, อ้างถึงใน

พรพิสมัย บุญยะ, 551, น. 34) ให้ความสนใจและเริ่มศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตั้งแต่ ค.ศ. 1992 เอนนิสกล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดหาเหตุผลคิดแบบไตร่ตรองเป็นการตัดสินใจว่าจะทำอะไร ควรเชื่ออะไร ควรทำอะไร โดยสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังนี้

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่ใช้เหตุผล นั่นคือสามารถคิดดี
2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดแบบไตร่ตรองในการตรวจสอบ เหตุผล

ทั้งของตนเองผู้อื่นและข้อเท็จจริง

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างตั้งใจมีสติในการหาเหตุผลที่ดี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อหรืออะไร ควรปฏิบัติทฤษฎีของเอนนิส ระบุว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถ (Ability) และ ลักษณะ (Disposition) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ความสามารถของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

4.1 ความกระจ่างชัดเบื้องต้น (Elementary Clarification) ได้แก่

4.1.1 ถามได้ตรงประเด็น (Focusion on a Question)

4.1.2 วิเคราะห์การอ้างเหตุผล (Analyzing Argument)

4.1.3 ถามและตอบคำถามได้ชัดเจนและท้าทาย (Asking and

Answering Question that Clarity and Challenge)

4.2 ข้อมูลสนับสนุน (Basic Support) ซึ่งได้แก่

4.2.1 พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Judging the Credibility

of a Source)

4.2.2 มีการสังเกต (Making and Judging Observations)

4.3 การสรุปอ้างอิง (Inference)

4.3.1 การนิรนัย (Making and Judging Deductions)

4.3.2 การอุปนัย (Making and Judging Inductions)

4.3.3 การตัดสินคุณค่า (Making and Judging Value Judement)

4.4 การกระจ่างชัดขั้นสูง (Advanced Clarification)

4.4.1 กำหนดปัญหาและอธิบายคำจำกัดความของปัญหา (Defining Terms and Judging Definition)

4.4.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Identifying Assumption)

4.5 ยุทธวิธีและกลยุทธ์ (Strategies and Tactics)

4.5.1 การตัดสินใจลงมือกระทำ (Deciding on an Action)

4.5.2 ปฏิกริยากับผู้อื่น (Interaction with Others)

4.2.3 ทฤษฎีเขาวงกตปัญญาสามศรของสเตอร์นเบิร์ก (A Triarchic Theory of Human Intelligence)

Sternberg (1985, pp. 40-43, อ้างถึงใน ทิศนา เขมมณี, 2544, น. 30-31) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสติปัญญา โดยใช้ทฤษฎีชื่อว่า ทฤษฎีสามศร (Triarchic Theory) เสนอว่า ส่วนประกอบของสติปัญญามี 3 ส่วน ซึ่งสามารถอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎีดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม (Contextual Subtheory) กล่าวถึง ความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล รวมทั้งการปฏิบัติและการกระทำที่แสดงถึงความเฉลียวฉลาดของสติปัญญาในบริบทของสังคม ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ความสามารถในการปรับเปลี่ยนตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีจุดมุ่งหมาย (adaptation)

1.2 การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกสูงสุด (Selection) มากกว่าที่จะทำตามความเคยชิน

1.3 ความสามารถในการดัดแปลงและปรับแต่งสิ่งแวดล้อม (shaping) ให้เหมาะสมกับทักษะความสามารถและค่านิยมของตน

2. ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experiential Subtheory) กล่าวถึงผลของประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและนำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาแปลกใหม่ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งใหม่ๆ ทั้งทางวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์

2.2 ความคล่องในการประมวลผลข้อมูล ที่รวมทั้งความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสามารถทั้งสองอย่างเพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

3. ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด (Componential Subtheory) กล่าวถึงความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด หรือความสามารถในการเรียนรู้สื่อใหม่ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

3.1 องค์ประกอบด้านการปรับความคิด (Meta-component) เป็นกระบวนการคิดสั่งการ ซึ่งประกอบด้วยการประมวลความรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผนติดตาม และประเมินผล เพื่อให้งานดำเนินนั้นไปอย่างถูกต้อง

3.2 องค์ประกอบด้านปฏิบัติ (Performance Component) เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติตามการตัดสินใจสั่งการองค์ประกอบด้านการปรับความคิดและองค์ประกอบด้านปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่ควบคู่ไปด้วยกัน เพราะการคิดอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา เนื่องจากไม่มีการปฏิบัติ ส่วนการปฏิบัติอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอจะต้องอาศัยองค์ประกอบการคิดอย่างเหมาะสมช่วย องค์ประกอบด้านปฏิบัติประกอบด้วย องค์ประกอบการคิดย่อย ๆ ได้แก่ การเข้ารหัส การรวบรวมและเปรียบเทียบการตอบสนองและการพัฒนาสติปัญญาในการแก้ปัญหา

3.3 องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge-acquisiti on Components) เป็นกระบวนการที่แสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญา จึงต้องอาศัยกระบวนการคัดเลือก มีการเลือกข้อมูลเข้ารหัส การเลือกวิธีการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิด

ภาพรวมที่ยอมรับได้ การเลือกวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูล ความรู้ใหม่ที่เหมาะสมเข้าไว้ในระบบความจำ

จากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการคิดก็เป็นระบบที่ ซับซ้อนและมีความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมรวมถึงการคิดเป็นความสามารถทางสมองจะ ปรากฏ ออกมาผ่านการปฏิบัติงาน ผู้วิจัยได้มีการนำแนวคิดทฤษฎีต่างๆ ไปใช้ในการทำแบบวัดการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ

4.2.4 องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Watson and Glaser (1964, p. 24, อ้างถึงใน อัญชลี พลະศุนย์, 2554, น. 13) ได้ เสนอว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ ดังนี้

1. การอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือ การสรุปข้อมูลต่างๆ ของข้อมูลที่กำหนดให้ได้
2. ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยคโดย สามารถจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น
3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการจำแนกว่า ข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้แน่นอนและข้อความใดไม่เป็นผลต่อ ความสัมพันธ์นั้น
4. การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบาย ความเป็นไปได้ของข้อสรุปจำแนกได้ว่าข้อสรุปใดที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็น ความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินใจว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่เห็นด้วยหรือไม่ เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

Kneedler (1985, p. 42, อ้างถึงใน ชาลิสณี เอี่ยมศรี, 2536, น. 15-16) ได้กำหนด ความสามารถในการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 3 กลุ่มคือ

1. การนิยามและทำความเข้าใจของปัญหาซึ่งจำแนกเป็นความสามารถ ย่อยๆ ได้แก่
 - 1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหาเป็นความสามารถในการระบุ ความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผลภาพทั้งทางการเมือง การใช้เหตุผลต่าง ๆ และลงข้อสรุป
 - 1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างคนวัตถุสิ่งของ ความคิดหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้องเป็นความสามารถในการจำแนก
ระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้รวมทั้งการ
จำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสมเป็นความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่ง
จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาจำแนกเป็นความสามารถ
ย่อย ๆ ได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐานเป็นลักษณะข้อเท็จจริงความคิดเห็นซึ่งพิจารณา
ตัดสิน โดยใช้เหตุผลเป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะคุณภาพ
ของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้องเป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความ
หรือสัญลักษณ์ที่กำหนดมีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและมีความสอดคล้องกับบริบททั้งหมด
หรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้างเป็นความสามารถในการระบุ
ข้อตกลงเบื้องต้นในที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ในการอ้างเหตุผลเป็นความสามารถของการระบุความ
คิดเห็นที่บุคคลยึดติดหรือความคิดตามประเพณีนิยม

2.5 การระบุความมีอคติปัจจัยทางอารมณ์และการโฆษณาเป็นความสามารถ
ในการระบุความมีอคติในการอ้างเหตุผลและการตัดสินความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

2.6 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ เป็นความสา
มารถในการระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงสรุปจำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อยได้แก่

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูลเป็นความสามารถในการตัดสินใจว่า
ข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุปการตัดสินใจหรือการกำหนด
สมมติฐานที่เป็นไปได้หรือไม่

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้เป็นความสามารถในการทำนาย
ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์หรือชุดของเหตุการณ์ต่างๆ

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537) ได้แบ่งองค์ประกอบ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ไว้ 7 ด้าน ดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา เป็นการระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา
ข้อความ ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ประกอบด้วย ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์

ที่ปรากฏรวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัย และประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อม จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการรวมข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้เกิดจากการคิด พูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของข้อมูลสถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความเพียงพอของข้อมูลในแง่มุมต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล หากยังไม่สามารถลงข้อสรุปได้ ก็ต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม

4. การระบุลักษณะของข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูล ระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องต้นหลังข้อมูลที่ปรากฏ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณา แยกแยะ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล ประเมินว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น รวมถึงการระบุข้อสันนิษฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้น ที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์เดิมมาร่วมพิจารณา เพื่อทำการสังเคราะห์ จัดกลุ่มและจัดลำดับความสำเร็จของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป

5. การตั้งสมมติฐานเป็นการวัดความสามารถเพื่อกำหนดขอบเขต แนวทางการพิจารณาหาข้อสรุปของคำถาม ประเด็นปัญหา และข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยเน้นความสามารถ พิจารณา เชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

6. การลงข้อสรุป เป็นการวัดความสามารถในการลงข้อสรุป โดยการใช้เหตุผลซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้นอาจใช้เหตุผลเชิงอุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัย

6.1 การให้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาข้อมูล หรือกรณี เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะเรื่อง เพื่อไปสู่กฎเกณฑ์ในขั้นนี้ เป็นการวัดความสามารถในการสรุปความ เหตุการณ์ หรือข้อมูลที่กำหนดเป็นคำถาม โดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุผลหรือกฎเกณฑ์เพื่อการทำข้อสรุป

6.2 การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาเหตุผลจากกฎเกณฑ์และหลักการทั่วไป สู่เรื่องเฉพาะ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการสรุปความโดยพิจารณาจากหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7. การประเมินผล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมินความถูกต้อง สมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินอย่างไตร่ตรองรอบคอบ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลเชิงตรรกะจากข้อมูลที่มีอยู่

จากข้อความข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดอย่างพิจารณาอย่างรอบคอบ จากสถานการณ์ปัญหา แล้วมีการศึกษาปัญหานั้นให้ ชัดเจน การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ในการ วิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบอัตนัย ตามรูปแบบ การสังเคราะห์ของเพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537) และมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ในลักษณะรูบิค (Rubrics) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. ด้านระบุประเด็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือ สถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัย และประเด็นหลักที่ควรพิจารณา และการแสวงหาคำตอบ

2. ด้านรวบรวมข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ทั้งทางตรง และทางอ้อมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

3. ด้านพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการ พิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ และตัดสินข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

4. ด้านการระบุลักษณะข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการจำแนกประเภทของ ข้อมูล และระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องต้น หลังข้อมูลที่ปรากฏ

5. ด้านการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการกำหนดขอบเขต แนวทางการพิจารณาหาข้อสรุปของคำถาม ประเด็นปัญหา และข้อโต้แย้ง

6. ด้านการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผล เชิงอุปนัย หรือเหตุผลเชิงนิรนัย ซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

6.1 การให้เหตุผลเชิงอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการสรุปเหตุการณ์ หรือ ข้อมูลที่กำหนด เป็นคำถามโดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุผลหรือกฎเกณฑ์เพื่อการหาข้อสรุป

6.2 การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการสรุปความโดย พิจารณาจากหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7. ด้านการประเมินผล หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา ประเมินความ ถูกต้อง และสมเหตุสมผลของข้อสรุป

4.2.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2552, น. 80-81) สรุปแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณญาณให้แก่ นักเรียนว่า ครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

1. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด รู้จักขยายผลของสิ่งที่คิด และปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ฝึกให้นักเรียนได้รู้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหาบนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการตัดสินใจ ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้นักเรียนรู้จักคิดก่อนทำและสามารถอธิบายการกระทำของตนเองว่ามีเหตุผลอย่างไร การฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า "ทำไม" ให้นักเรียนตอบโดยมีพื้นฐานรองรับอยู่เสมอ

2. ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เกิดความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึกที่เป็นอิสระ ซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียน และให้นักเรียนได้มีโอกาสตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นพื้นฐานสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

3. จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบ สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือบทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิตาน ฯลฯ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิดเช่นเรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการอ่านจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้วิธีหนึ่ง ครูอาจจัดทำแบบฝึกหัดทักษะการเรียนรู้ให้แก่ักเรียนซึ่งอาจมีรูปแบบหลากหลายเช่น สถานการณ์ จำลองและครูใช้คำถามเพื่อฝึกการคิดหลังจากนักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วหรือฝึกการคิดจากภาพ เป็นต้น

4. ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ หรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในข่าวประจำวัน จากการ์ตูนล้อการเมืองจะให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้นักเรียนรู้จักการอ้างเหตุผลและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง

5. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ โดยแนะนำให้ นักเรียนวางเป้าหมายตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานเป็นตามจุดมุ่งหมายหรือไม่โดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจปรับปรุง หรือดำเนินงานตามแผนและรู้จักการทำงานหรือกิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ครูฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนการยอมเป็นการดำเนินงานและมีการตรวจสอบเมื่อมีการดำเนินงานตามแผน แล้วมีการประเมินผลการดำเนินงานนั้น จัดได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 102-103) สรุปแนวทางจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับเด็กและเยาวชน ดังนี้

1. สร้างความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น (Curiosity) โดยต้องได้รับการกระตุ้นด้วย โดยใช้สื่อ คำถาม กิจกรรม
2. ฝึกให้มีความกล้าเสี่ยง (Risk Taking) กล้าคิดแตกต่างไปจากคนส่วนใหญ่ กล้าเสี่ยงที่จะสร้างสิ่งใหม่หรือแตกต่างจากเดิม โดยใช้สถานการณ์ที่ยั่วให้คาดการณ์และคาดเดาสิ่งต่างๆ ซึ่งอาจมีคำตอบหลายๆ แนวทาง
3. ความยุ่งยากซับซ้อน (Complexity) ความยุ่งยากซับซ้อนจะทำให้เกิดการพัฒนาความคิดระดับสูงได้ ต้องพัฒนาจากง่ายไปหายาก กิจกรรมที่ใช้และระดับความยากง่ายต้องสอดคล้องเหมาะสมกับเด็กแต่ละคน
4. กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ (Imagination) เด็กต้องได้รับการกระตุ้นให้มีความคิดจินตนาการ สร้างสรรค์อย่างหลากหลาย ทั้งที่เป็นการจินตนาการจากภาพ จากนิทาน จากประสบการณ์เดิม จากเหตุการณ์สิ่งแวดล้อมรอบตัว จากความรู้สึกร่างกายของตนเอง
5. ฝึกฝนให้ใจกว้าง (Open Mind) เด็กควรได้รับการฝึกฝนให้ทำงานกลุ่ม การอภิปรายการรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ยอมรับในเหตุผลและข้อมูลของกลุ่ม หรือของคนอื่นที่ดีกว่าหรือมีมากกว่า
6. สร้างความมั่นใจในตนเอง (Self Confidence) ความมั่นใจในตนเอง จะทำให้เด็กได้มีพัฒนาการการคิด และกล้าแสดงออกซึ่งความคิด การเลือกสรรกิจกรรมที่หลากหลาย และเหมาะสม จะทำให้เด็กกล้าแสดงออก เริ่มจากการตั้งคำถามง่ายๆ การแสดงออกอย่างง่ายแล้วยากขึ้นตามลำดับ การเล่นและการทำงานเป็นกลุ่ม แล้วลดลงจนเหลือคนเดียว ซึ่งการแสดงออกของเด็ก ต้องได้รับกำลังใจและการสนับสนุน จะทำให้เด็กมีความมั่นใจมากขึ้น

4.2.6 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาหลายท่านต่างก็มีแนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่ามีขั้นตอนการดำเนินงานที่หลากหลายแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่จะมีขั้นตอนใหญ่ ๆ ที่คล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจากการทำความเข้าใจกับปัญหา /ประเด็นสำคัญ /สถานการณ์ที่พบ ต่อจากนั้นก็จะมีรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็น แนวทางแก้ปัญหาโดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาข้อมูล เพื่อหาทางเลือก คำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ และมีการประเมินทางเลือกหลายทางว่าทางใดเหมาะสมที่สุด

Dressel and Mayhew (1975, pp. 179-181) กล่าวว่า กระบวนการคิด วิจารณญาณ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหารับรู้ถึงสภาพที่กำลังเป็นปัญหา มีสิ่งใดที่ไม่สมบูรณ์ มีสิ่งใดที่ไม่ถูกต้องหรือขาดหายไป สามารถวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหาแล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหา และระบุประเด็น

สำคัญ ระบุองค์ประกอบของปัญหา ของเหตุการณ์หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นได้ การนิยามปัญหานั้นมีความสำคัญมากสำหรับการอ่านและการฟังเรื่องราวต่าง ๆ

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูล หรือรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการพิจารณาและเลือกข้อมูลเพื่อนำมาแก้ไขปัญหได้อย่างถูกต้อง การพิจารณาความพอเพียงทั้งปริมาณและคุณภาพของข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ความสามารถนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ จะทำให้ความสามารถในการมองเห็นว่าอะไรคือปัญหา ที่แท้จริง อะไรคือข้อเท็จจริง

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น หรือจัดระบบข้อมูล เป็นความสามารถในการพิจารณาแยกแยะว่าข้อความใดเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น และข้อความใดไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ตามข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น ข้อมูลใดไม่น่าเชื่อถือ ความสามารถนี้มีความสำคัญ เพราะจะทำให้ความแตกต่างของข้อมูลเพื่อลงความเห็นว่าจะยอมรับข้อมูลที่ได้อะไรหรือไม่

4. ความสามารถในการกำหนดและตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถในการกำหนดหรือเลือกสมมติฐานจากข้อความหรือสถานการณ์ให้ตรงกับปัญหาในข้อความหรือสถานการณ์นั้น ประกอบด้วยการชี้แนะคำตอบของปัญหา การกำหนดสมมติฐานต่างๆ การเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น ความสามารถนี้มีความสำคัญ เพราะทำให้มีความรอบคอบ และมีความพยายามในการคิดถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาหรือความเป็นได้ของสมมติฐาน

5. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุผล โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ สามารถลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล จากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นได้ การระบุความเป็นเหตุเป็นผลได้ และสามารถตัดสินสิ่งต่างๆ อย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป และสามารถประเมินข้อสรุปได้ว่า เพียงพอ และมีคุณค่า มีประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติได้จริงมากน้อยเพียงใด ความสามารถนี้มีความสำคัญเพราะทำให้สามารถลงความเห็นตามความจริงจากหลักฐาน หรือข้อมูลที่มีอยู่จากการพิจารณาแนวคิดและกระบวนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ

สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด เริ่มจากปัญหา แล้วมีการศึกษาปัญหานั้นให้ชัดเจน โดยการรวบรวมข้อมูล จัดระบบข้อมูล ตั้งสมมติฐาน และการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล แล้วจึงนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้อง กระบวนการดังกล่าว นับว่ามีความจำเป็นกับสังคมไทยในยุคโลกาภิวัตน์ ในเรื่องการเชื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะต้องมีการคิดและตัดสินใจด้วยข้อมูล หลักการและเหตุผล เมื่อเกิดปัญหาความขัดแย้งขึ้นในสังคม ความเชื่อและการ

กระทำที่ไร้เหตุผล และความไม่รู้เท่าทันกับกระแสการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การรู้จักแสวงหาข้อมูลข่าวสาร และความรู้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.2.7 แบบวัดการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การที่เราจะทราบถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละผู้เรียนนั้นจำเป็นต้องมีวิธีการหรือ แบบวัดเพื่อที่จะมาทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณในตัวผู้เรียน โดยมีนักวิชาการหลายท่านให้สร้างแบบทดสอบให้เหมาะแก่วัยต่าง ๆ

ปิยะนุช ฉิมพา (2551, น. 20-22) ได้กล่าวถึง การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบซึ่งมี 2 ลักษณะคือแบบทดสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้แล้วกับแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเอง

1. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964, p. 45) (Watson -Glaser Critical Thinking Appraisal : WGCTA) วัตสันและเกลเซอร์ (Goodwin Watson and Edward M. Glaser) เป็นผู้สร้างแบบทดสอบฉบับนี้ขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1937 เพื่อใช้พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยในปี ค.ศ. 1964 วัตสันและเกลเซอร์ ได้พัฒนาแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่เป็นแบบฝึกหัดให้มีการประยุกต์ใช้ความสามารถที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใน แบบทดสอบจะประกอบด้วยปัญหาข้อความการโต้แย้งและการตีความหมายของข้อมูลหรือการมีส่วนร่วมในการอภิปรายต่างๆ ลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบคู่ขนานคือ Ymi และ Zmi และในแต่ละแบบประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยจำนวน ฉบับมีจำนวน 100 ข้อ ใช้เวลาในการทำประมาณ 50 นาทีประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 ความสามารถในการสรุปอ้างอิง

ฉบับที่ 2 ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

ฉบับที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย

ฉบับที่ 4 ความสามารถในการตีความ

ฉบับที่ 5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง

ในแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับมีการออกแบบให้วัดในสิ่งที่แตกต่างกันในแง่ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งใช้ได้ทั้งกับนักเรียนและวัยผู้ใหญ่เพราะข้อคำถามในแบบทดสอบ จะเป็นข้อความหรือสถานการณ์ที่พบเห็นได้ทั่วไปในการดำเนินชีวิตประจำวันแต่เป็นการแก้ปัญหาที่ยุ่ยากซับซ้อนซึ่งจะช่วยให้ผู้ทำแบบทดสอบ ได้ฝึกหัดและพัฒนาการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

2. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวของอนนิส (Ennis, 1991, p. 46) (Comell Critical Thinking Test: Level X and Level Z) เป็นแบบทดสอบความคิดวิจารย์ญาณที่สร้างและพัฒนาขึ้น โดยอนนิสและมิลล์แมน ประมาณปี ค.ศ. 1961 และได้พัฒนามาเป็นระยะหนึ่ง ซึ่งฉบับ

ปรับปรุงล่าสุด คือปี ค.ศ. 1985 เอนนีสและบิลล์แมนได้สร้างแบบทดสอบเป็น 2 ฉบับใช้วัดกับกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

2.1 แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนลล์ระดับเอกซ์ (Comell Critical Thinking Test: Level X) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ประกอบด้วยข้อสอบ 71 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที แบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 4 ตอนคือ ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกตความสามารถในการนิรนัย ความสามารถในการอุปนัยความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นซึ่งแบบทดสอบระดับนี้ จะมีบริบทในรูปเนื้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณะสำรวจของโลกชุดที่สอง เดินทางไปดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง มีชื่อว่า "นิโคมา" เพื่อค้นหาว่า คณะสำรวจชุดแรกที่ส่งไปศึกษาว่า คราวนี้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หรือไม่เมื่อสองปีก่อน เป็นอย่างไรทำไมไม่ส่งข่าวกลับมายังโลก ผู้ตอบแบบทดสอบถูกระบุให้เป็นบุคคลหนึ่งในคณะสำรวจชุดที่สอง ซึ่งมีรายละเอียดของแบบทดสอบในแต่ละตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การอุปนัย เป็นการพิจารณาเนื้อความของข้อมูลที่ได้ค้นพบ โดยคณะสำรวจกลุ่มย่อย ลักษณะของแบบทดสอบ มีสถานการณ์ให้ว่า ตัวผู้ตอบและเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ไปพบกระท่อมของคณะสำรวจชุดแรกได้สร้างไว้แล้ว เจ้าหน้าที่สาธารณสุขตั้งข้อสังเกตว่า "บางคณะสำรวจชุดแรกอาจตายหมดแล้ว" จะมีข้อคำถาม ซึ่งเป็นเหตุการณ์หรือข้อมูลที่ค้นหาเพิ่มเติม ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า เหตุการณ์หรือข้อมูลนั้นเป็นเช่นไร จากตัวเลือก 3 ตัวเลือก คือ 1. สนับสนุนข้อสังเกต 2. คัดค้านข้อสังเกต หรือ 3. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อสังเกต จำนวน 23 ข้อ

ตอนที่ 2 ความน่าเชื่อถือ ของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ข้อสอบแต่ละข้อจะให้ประโยคที่เป็น คำพูดจากสมาชิกแต่ละคนพูดถึงสิ่งเดียวกันหรือมุมมองเดียวกันผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อความใดน่าเชื่อถือกว่ากันหรือทั้งสองข้อความน่าเชื่อถือได้เท่าเทียมกันจำนวน 24 ข้อ

ตอนที่ 3 การนิรนัย เป็นข้อสอบที่ผู้สำรวจให้เหตุผลในเรื่องต้องกระทำอะไรบ้างข้อสอบในแต่ละข้อผู้ตอบต้องพิจารณาทางเลือกสามทางที่ให้มาตัดสินว่าทางเลือกใด มีความเป็นไปได้ตามข้อมูลที่ให้มา มีจำนวน 14 ข้อ

ตอนที่ 4 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น ข้อสอบแต่ละข้อจะเป็นการรายงานของ สมาชิกในคณะสำรวจ ผู้ตอบต้องพิจารณาว่าตัวเลือกใดที่เป็นเหตุผลที่ยอมรับว่าเป็นไปได้ ของข้อความที่รายงานมีจำนวน 10 ข้อ

2.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณคอร์เนลล์ระดับแซต (Comell Critical Z Thinking Test, Level) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปัญญาเลิศ นักศึกษาระดับวิทยาลัย รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วย ข้อสอบ 52 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบทดสอบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 7 ตอน คือ ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลคุณภาพแบบวัดความคิดวิจาร์ณญาณคอร์เนลล์ระดับเอ็กซ์ (Comell Critical Thinking Test, Level X)

มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.67 ถึง 0.79 ส่วนแบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณคอร์เนลล์ระดับเขต (Comell Critical Thinking Test, Level 2) มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.77 ในด้านความเที่ยงตรงของแบบทดสอบได้พิจารณาขอบเขตเนื้อหาของแบบทดสอบว่า มีความครอบคลุมบริบทของการคิดวิจารณ์ญาณ และได้หาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานอื่น ๆ

3. แบบวัดทักษะการใช้เหตุผลของนิวเจอร์ซี (New Jersey Test of Reasoning Skills) แบบทดสอบนี้สร้างโดยสถาบันส่งเสริมด้านปรัชญาสำหรับเด็กเมื่อปี ค.ศ. 1983 ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไปจนถึงระดับมัธยมศึกษา แบบทดสอบนี้ต้องการวัดความสามารถด้านการใช้เหตุผลทางภาษา ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด เลือกตอบ 3 ตัวเลือก ข้อสอบมีทั้งหมด 50 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น การอุปนัย การอ้างเหตุผลที่ดี และชนิดและระดับคุณภาพแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น ตั้งแต่ 0.85 ถึง 0.91 สำหรับความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบบทดสอบมีความครอบคลุมถึงทักษะสำคัญ 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะการใช้เหตุผลและทักษะการสืบเสาะ

4. แบบวัดกระบวนการคิดทางสติปัญญาาระดับสูงของโรสส์ (Ross Test of Higher Cognitive Processes) แบบทดสอบนี้สร้างโดย จอห์นและแคธริน เมื่อปี ค.ศ. 1976 และพัฒนาปรับปรุงในปี ค.ศ. 1979 ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความสามารถทางสมองขั้นสูงระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินตามการจัดระดับความมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม ประกอบด้วย ข้อสอบ 105 ข้อ แบ่ง สอบเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งละประมาณ 60 นาที แบบทดสอบทั้งหมดมี 8 ตอน คือ การอุปมาอุปไมย การใช้เหตุผลแบบนิรนัย ข้อสมมุติที่ขาดหายไป ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม การสังเคราะห์อย่างเป็นลำดับ กลยุทธ์การตั้งคำถาม การวิเคราะห์ความตรงประเด็นของสารสนเทศที่ใช้ และการวิเคราะห์คุณลักษณะ ซึ่งในแต่ละแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถขั้นการวิเคราะห์จะเป็น ตอนที่ 1, 3 และ 7 ขั้นการสังเคราะห์เป็นตอนที่ 4, 5 และ 8 ส่วนขั้นการประเมินเป็นตอนที่ 2 และ 6 ถึง 8 ซึ่งการสอบ 2 ครั้ง เพื่อศึกษาถึงประสิทธิผลของโครงการ และสภาพนักเรียนเป็นคุณภาพของแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นแบบแบ่งครึ่งข้อสอบเท่ากับ 0.92 และความเชื่อมั่นแบบทดสอบซ้ำเท่ากับ 0.94 ส่วนความเที่ยงตรงของแบบทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนสอบทั้งหมดกับอายุสมองมีค่าเท่ากับ 0.67

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ระบุไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) เป็นผลการเรียนรู้ตาม แผนที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งเกิดจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนในช่วงเวลาหนึ่งที่ผ่านมา ใช้แบบทดสอบในการวัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น สิ่งที่น่าหวังจึงเป็นความรู้หรือทักษะบางประการ (โดยมากเป็นทักษะทางสมองหรือความคิด) ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

สมพล พงศ์ไทย (2554) ได้กล่าวว่า เป็นการตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำ สิ่งหนึ่งจากไม่เคยกระทำ หรือกระทำได้น้อยมาก่อนที่จะมีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับ การคิด สามารถวัดได้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ล่วงหน้า

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถวัดได้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่วางแผนไว้

5.2 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถจำแนกได้หลายแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ ที่ใช้จำแนก ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2542) ได้จำแนกประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์พฤติกรรม มีจุดตัดหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินความรู้ของผู้เข้าสอบ

2. แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดความสามารถของผู้เข้าสอบ มีเป้าหมายในการจำแนกตามความเก่ง การรายงานผลสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานที่แสดงถึงสมรรถภาพของบุคคลนั้น ๆ เปรียบเทียบกับบุคคลอื่นที่ใช้เป็นกลุ่ม เปรียบเทียบ

สมนึก ภัททิยธนี (2553) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบไว้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเพียงคำถาม เพื่อให้ให้นักเรียนตอบอย่างเสรี สามารถบรรยายความรู้สึก ข้อคิดเห็น โดยต้องแสดงหลักฐานสนับสนุน รวมถึงยกตัวอย่างที่เข้าใจได้ง่าย

2. ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยตัวเลือกทั้งสองเป็นตัวเลือกแบบคงที่และมีความหมายตรงข้ามกัน เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนเติมคำ ประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้มี ใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายคลึงกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่ข้อสอบแบบตอบสั้นเขียนประโยคคำถามสมบูรณ์คำตอบที่ต้องการจะสั้นและได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่การบรรยายแบบความเรียงหรือข้อสอบอัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด เพื่อให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ข้อความที่มีความสัมพันธ์ตามที่ผู้สอนกำหนด

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ตัวเลือกประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูก และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง มีคำถามที่กำหนดให้พิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือก เดียว

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามกระบวนการมาตรฐานของสำนักทดสอบหรือบริษัทสร้างแบบทดสอบ มีการออกแบบข้อสอบให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรเพื่อให้สามารถใช้กับสถาบันการศึกษาทั่วไปได้ โดยมีรูปแบบเป็นมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเทียบกับบรรทัดฐาน ระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนออกแบบและสร้างขึ้นมาใช้เองมักมีเนื้อหาครอบคลุมเฉพาะหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง ส่งผลให้การตรวจและแปลผลคะแนนเป็นการเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มหรือเปรียบเทียบตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนด

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา แบบทดสอบที่สามารถใช้กับสาขาวิชาต่าง ๆ อย่างเฉพาะเจาะจงอาจจำแนกแบบทดสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบทดสอบความพร้อม เป็นแบบทดสอบที่เน้นการวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้วิชา บทเรียน หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาวางแผนการปูพื้นฐานให้กับผู้เรียน

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดทักษะการเรียนรู้ที่เป็นจุดเด่นจุดด้อย ตรวจสอบกลไก และองค์ประกอบย่อยที่ครอบคลุมกระบวนการเรียนเพื่อหาสาเหตุของปัญหาในการเรียนรู้ของผู้เรียน และปรับปรุง แก้ไข หรือสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ เป็นแบบทดสอบสำหรับวัดระดับความเหมาะสมของสมรรถนะผู้เรียน ใช้เป็นเครื่องมือบ่งชี้ระดับความสามารถในการคัดเลือกเช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจเป็นแบบทดสอบสำหรับวัดความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียน เฉพาะสาขาวิชา เนื้อหาของแบบทดสอบจึงครอบคลุมเนื้อหาทั่วไป ซึ่งสุม่มาจากมวลเนื้อหาแบบกว้าง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาคเรียน

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบสอบที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบความแตกต่างของความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบถูกสร้างและเลือกมาเพื่อจำแนกระดับความสามารถที่ต่างกันของผู้สอบ คะแนนที่ได้ถูกแปลความหมายจากการเปรียบเทียบความรู้ความสามารถระหว่างผู้เข้าสอบ

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญ ของการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ถูกสร้างขึ้นหลังจากการเรียนรู้ คะแนนที่ได้แปลผลจากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ

5.1.1 แบบสอบความเรียง

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ

5.2 แบบสอบประเภทเลือกตอบ

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ได้สรุปว่า ประเภทของแบบวัดความสามารถแบ่งได้หลากหลายแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการจำแนกในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดแบบปรนัยแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก สำหรับสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยกำหนดข้อคำถามมาให้และให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

5.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแนวทางจากนักการศึกษาและหน่วยงานภาครัฐ ดังนี้

Bloom (1956, อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบุลย์, 2542) ได้สรุปการองค์ประกอบของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจำแนกตามวัตถุประสงค์ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) การพัฒนาทางสมองหรือสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2. ด้านจิตพิสัย (Affective domain) คุณลักษณะด้านจิตใจหรือความรู้สึก ความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว
3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและสมองที่มีการปฏิบัติจนเกิดเป็นทักษะและความชำนาญ

Anderson et al. (2001, อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์, 2560) พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยสามารถจำแนกเป็นพฤติกรรมทางสมองจากระดับต้นไปยังพฤติกรรมที่มีระดับสูงขึ้น 6 ระดับ ดังนี้

1. การจำ (remembering) ความสามารถทางสมองในการระลึกถึงได้ จำความรู้อารมณ์แสดงรายการได้ ระบุน บอกรู้ได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว โดยไม่ปรับปรุงหรือ เปลี่ยนแปลงความรู้
2. การเข้าใจ (understanding) ความสามารถทางสมองในการแปลความ ตีความ สร้างความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป และขยายความ โดยสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องและร้อยเรียงเป็นภาษาของตนเองด้วยความหมายเดิม
3. การประยุกต์ใช้ (Applying) ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงหรือคล้ายกับสถานการณ์เดิม
4. การวิเคราะห์ (Analyzing) ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของเนื้อหา การหาองค์ประกอบย่อยและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และข้อมูลย่อยนั้น

5. การประเมินค่า (Evaluating) ความสามารถของสติปัญญาเกี่ยวกับการตรวจสอบควบคุม หรือทดสอบ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้เป็นหลัก เพื่อค้นหาความไม่สอดคล้อง หรือความขัดแย้งในกระบวนการผลิต และการวิพากษ์ต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ

6. การคิดสร้างสรรค์ (Creating) ความสามารถของสติปัญญาในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่จากสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือพบเห็นในบริบทต่าง ๆ โดยสามารถสร้างสรรค์งาน วางแผนงาน และดำเนินงานตามกระบวนการจนได้รับความสำเร็จ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ 3 ด้านดังนี้

1. ความรู้คิด หมายถึงความรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้และระลึกถึงข้อมูลหรือสารสนเทศ

1.2 ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้

1.3 การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

1.4 การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนและเข้าใจง่าย

1.5 การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.6 การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะความรู้ปัญหาและทักษะปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน

2.1 ด้านทักษะปฏิบัติได้แก่การรับรู้เตรียมความพร้อม การตอบสนองการฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ

2.2 กระบวนการเรียนรู้ได้แก่การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติหมายถึงจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน

3.1 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพิจารณาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถเปรียบเทียบองค์ประกอบของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Anderson et al. (2001)	Bloom (1956)	สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)
การจำ	ความรู้	ความรู้ความจำ
การเข้าใจ	ความเข้าใจ	ความเข้าใจ
การประยุกต์ใช้	การนำไปใช้	การนำไปใช้
การวิเคราะห์	การวิเคราะห์	การวิเคราะห์
การประเมินค่า	การสังเคราะห์	การสังเคราะห์
การคิดสร้างสรรค์	การประเมิน	การประเมินค่า

จากตารางที่ 2.5 ผู้วิจัยสามารถสรุปการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสามารถในการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ทางสมองหรือสติปัญญา สามารถแยกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) การจำ (Remembering) 2) การเข้าใจ (Understanding) 3) การประยุกต์ใช้ (Applying) 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) 5) การประเมินค่า (Evaluating) 6) การคิดสร้างสรรค์ (Creating) ตามแนวคิดของ Anderson et al. 2001 ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในการวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ชูสิทธิ์ ทินบุตร (2557, น. 100) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาพัฒนาขึ้นตามหลักการแนวคิดทฤษฎีต่างๆ โดย ผู้วิจัยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์มากำหนด องค์ประกอบซึ่งมี 8 องค์ประกอบดังนี้คือองค์ประกอบที่ 1 สถานการณ์ปัญหา (Problem base) องค์ประกอบที่ 2 กรณีใกล้เคียง (Related Casc) องค์ประกอบที่ 3 การเรียนแบบร่วมมือ (Collaboration) องค์ประกอบที่ 4 ธนาคารความรู้ (Resource) องค์ประกอบที่ 5 ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding) องค์ประกอบที่ 6

เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive tools) องค์ประกอบที่ กิจกรรมส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์และ องค์ประกอบที่ 8 เทคนิคผังกราฟิก (Graphic organizers) ผลการใช้แบบจำลองสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บน เครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่พัฒนาขึ้นพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแบบจำลองสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ บนเครือข่ายที่พัฒนาขึ้นมีคะแนน ความสามารถการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือแบบจำลองสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย ๆ ที่พัฒนาขึ้น สามารถพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้

จกมล บุญรอด (2557, น. 102-3140) ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองกับนักเรียนที่เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทุ่งใหญ่วิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ห้องเรียน ผลการวิจัยสรุปนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ แบบจำลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์ (2556, น. 38-50) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น ฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของ แบบจำลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง เก็บรวบรวมข้อมูล โดย ใช้แบบวัดแบบปลายเปิด เพื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองซึ่งครอบคลุม 6 ประเด็น ได้แก่ ความหมาย ประเภท จุดประสงค์ การออกแบบและการสร้าง การเปลี่ยนแปลงและความหลากหลายของ แบบจำลอง วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยอ่านคำตอบของ นักเรียนอย่างละเอียดแล้วตีความเพื่อจำแนก กลุ่มคำตอบของนักเรียนตามแนวคิด ของ Grosslight และคณะ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความ เข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดที่ นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ ประเภทจุดประสงค์ และการออกแบบและการสร้างแบบจำลอง นักเรียนเข้าใจว่าแบบจำลองสร้างขึ้นมาจาก อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ แต่ไม่สามารถทำนายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียน บางส่วนนำเอาประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาอธิบายประเภทของแบบจำลอง ว่าจะต้องเป็นวัตถุหรือ สิ่งของเท่านั้นไม่ใช่ตัวอักษร จากผลการวิจัยขอเสนอแนะว่าครูวิทยาศาสตร์ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ แบบจำลองที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจุดเด่นและข้อจำกัดของแบบจำลองแต่ละชนิด ซึ่งจะให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองและนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่อไป

ละมัย โชคชัย (2557, น. 26-33) ศึกษาพัฒนาแนวคิด เรื่อง เซลล์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 25 คน เป็นนักเรียนคละ ความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดแนวคิดเรื่องเซลล์ เป็นแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบพร้อมแสดงเหตุผล ประกอบ จำนวน 15 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มของนักเรียน ออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SU) ร้อยละ 62.00 รองลงมา มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PU) ร้อยละ 20.00 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (MU) ร้อยละ 11.00 มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อน (PU & MU) ร้อยละ 7.00 และ ไม่มีแนวคิด ร้อยละ 0.00 โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ เซลล์ หน่วยพื้นฐานของ สิ่งมีชีวิต และเนื้อหาที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์

พัฒนิตา มีลา (2560, น. 76-88) ได้ทำการวิจัยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊ส ที่เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 34 คน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงสุดอยู่ในระดับ 1 แต่หลังการจัดการ เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาระดับความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นระดับ 2 และความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊ส มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เพิ่มมากขึ้นจากก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยสนับสนุนความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊สได้

จกมล บุญรอด (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้าง คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง ผลการศึกษา ปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองช่วยพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการออกแบบดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการลงมือปฏิบัติและส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเองอีกทั้งการแก้ไขแบบจำลอง ยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากต้องอาศัย การเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขแบบจำลอง และนำไปใช้เป็นตัวแทนทาง ความคิดในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

สุทธิชาติ เปรมกมล (2558) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จากการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียน ที่เรียนด้วยการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และ

ความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป เนื่องจากแบบจำลองช่วยส่งเสริมศักยภาพของการใช้ข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล อีกทั้งต้องนำเสนอข้อกล่าวอ้างของนักเรียนให้เป็นที่ยอมรับของเพื่อนในชั้นเรียน

อารยา ควัฒน์กุล (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่านักเรียนมีโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองสูงขึ้นเนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการประเมินแบบจำลอง ซึ่งทำให้นักเรียนทราบโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองและทำการค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง และเกิดการสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้องหลังจากได้อภิปรายร่วมกันภายในชั้นเรียนโดยใช้องค์ความรู้จากการมีส่วนร่วมในการสำรวจตรวจสอบการปรึกษาเพื่อหารูปแบบของแบบจำลองและโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเพื่อลงมติสร้างแบบจำลอง และการให้เหตุผลด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ้ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งพบว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดและมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื่องมาจากการสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นการสร้างแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนร่วมกับการใช้คำถาม ช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้และลงมือสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองหรือของกลุ่ม รวมถึงการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้แสดงแบบจำลองทางความคิดของตนเองอย่างหลากหลายที่ทำให้นักเรียนได้เปรียบเทียบแบบจำลองของตนเองและเพื่อน เมื่อพบจุดเด่นหรือจุดด้อยจึงนำไปสู่การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง เพื่อให้อธิบายแนวคิดหรือปรากฏการณ์ต่อไปได้

รัตนาภรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และวิทัศน์ ฝักเจริญผล (2562) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน จากผลการศึกษาพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนได้ใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนสำหรับการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง นักเรียนจึงสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งแบบจำลองยังมีจุดแข็งคือ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นจากการเปรียบเทียบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากแบบจำลอง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้นี้มีการใช้แบบจำลองที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน บรรยากาศในห้องเรียนจึงส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Ogan-Bekiroglu and Arsian (2014) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิชาฟิสิกส์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบสอบโดยไม่มีแบบจำลอง พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถสร้างทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลอง กำหนดตัวแปร ตั้งสมมุติฐาน และแปลความหมายข้อมูลได้ดีกว่าก่อนเรียน

Braaten and Windschitl (2011) ศึกษาการสร้างและแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในนักศึกษาครูระดับปริญญาตรีที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้นักเรียนสร้างและแก้ไขคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่าครูมีความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

Harrison and Treagust (2000) ได้ศึกษามโนทัศน์แบบนามธรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของแบบจำลองอะตอม โมเลกุล และพันธะเคมี หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบจำลองอะตอมหลากหลายแบบ จัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดเป้าหมาย (focus) ปฏิบัติการ (action) และการสะท้อนผล (reflection) จากการศึกษพบว่านักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้มากขึ้น

Campbell, Oh and Neilson. (2011) ได้ศึกษาผลลัพธ์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Inquiry) เปรียบเทียบกับการสอนแบบสาธิตและการบรรยายแบบเดิม (Traditional Demonstration and Lecture: TDL) ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ จากการศึกษพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีผลลัพธ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตและการบรรยายแบบเดิมในทุกด้านโดยเฉพาะด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากมีกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการสร้างและประเมินแบบจำลองที่ทำให้นักเรียนได้ประเมินหลักฐานด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการสร้างแบบจำลองร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนและนำไปสู่การแก้ไขแบบจำลองให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สำหรับใช้เป็นตัวแทนสนับสนุนการอธิบายต่อไป ผู้เรียนจึงเกิดความเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมและสอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนในหลายด้าน ส่งเสริมความเข้าใจและการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ จากการสร้างแบบจำลองที่เปรียบเสมือนการตั้งสมมุติฐาน ลงมือเก็บหลักฐานและนำมาสนับสนุนการสร้างคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล ผู้เรียนจึงมีโอกาสพัฒนาศักยภาพในการใช้ข้อมูลและส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลมีความชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

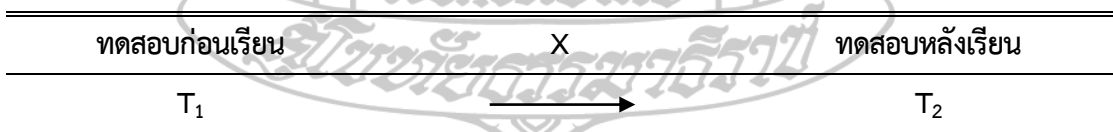
การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังจะได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงรูปแบบการวิจัย



สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ย-วิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 6 ห้อง รวมทั้งหมด 210 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชุด ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย และเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 8 แผน เวลา 24 ชั่วโมง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ส่วนที่ 1 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยกำหนดสถานการณ์มาให้ทั้งหมด 8 สถานการณ์ และให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดมาให้ ให้ครบทั้ง 4 ด้าน ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 32 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 การสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลก และทรัพยากรธรรมชาติ

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 แผน 24 ชั่วโมง สำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

ขั้นที่ 2 ศึกษากระบวนการและวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจาก นักการศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ยึดตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ ชาตรี ฝ้ายคำตา และ ฤทธิ์พิศ สุภัทรชัยวงศ์ (2557) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างแบบจำลอง (Generation) 2) ขั้นประเมินแบบจำลอง (Evaluation) 3) ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง (Modification) 4) ขั้นขยายแบบจำลอง (Elaboration)

ขั้นที่ 3 วางแผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยวิเคราะห์เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นที่ 4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	โครงสร้างโลก	2
2	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก	4
3	กระบวนการเกิดดิน	2
4	สมบัติของดิน	2
5	น้ำผิวดิน	5

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
6	น้ำใต้ดิน	5
7	การสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย	2
8	ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วมแผ่นดินถล่มและการกัดเซาะชายฝั่ง	2
รวม		24

ขั้นที่ 5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน) สื่อ /แหล่งการเรียนรู้ และวิธีวัดและประเมินผล

ขั้นที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้ององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การ ประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert (Likert Scale) ดังนี้

5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มาก

3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อย

1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อยที่สุด

จากนั้นนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสม มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสม มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสม ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสม น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสม น้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 โดยประยุกต์ใช้จาก (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543) ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

ขั้นที่ 7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไข คำผิดและปรับรูปแบบของการจัดกิจกรรมเพื่อลดช่องว่างที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน และปรับเปลี่ยนการใช้คำในแบบประเมินให้เหมาะสม จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับความเหมาะสมมากถึงระดับความเหมาะสมมากที่สุด และมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ดังแสดงใน (ภาคผนวก ข)

ขั้นที่ 8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อสังเกตความถูกต้อง ความเหมาะสมและ ตรวจสอบความเป็นไปได้ พร้อมทั้งบันทึกปัญหาและข้อบกพร่องที่พบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นที่ 9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ต่อไป

4.2 การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ซึ่งดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากเอกสาร สิ่งพิมพ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ทฤษฎี แนวคิดของนักจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ หลายขั้นตอน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันและต่างกันออกไป

ขั้นที่ 2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยกำหนด สถานการณ์มาให้ทั้งหมด 10 สถานการณ์ และให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดมาให้ ให้ครบทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ 1. ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล 2. ด้านลักษณะและความน่าเชื่อถือของข้อมูล 3. ด้านการลงข้อสรุป และ 4. ด้านการประเมินผล รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	รายการประเมิน	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	นำไปใช้
1	ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล	10	8
2	ด้านลักษณะและความน่าเชื่อถือของข้อมูล	10	8
3	ด้านการลงข้อสรุป	10	8
4	ด้านการประเมินผล	10	8
รวม		40	32

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงเนื้อหา การใช้ภาษาและความเหมาะสมของคำถาม ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ขั้นที่ 4 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบ แก้ไข และปรับปรุง โดยวิธีการหาค่า (IOC) ซึ่งพิจารณาเกณฑ์การประเมินความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 269) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน -1 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามของการคิด
วิจารณญาณมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 6 คัดเลือกแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณจำนวน 32 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกมีค่าตามเกณฑ์ระหว่าง 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 303) จากการประเมินพบว่าแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.88 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.45-0.45 (ภาคผนวก ข)

ขั้นที่ 7 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 32 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับโดยใช้สูตร Lovett Reliability ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์แบบทดสอบ (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 292) ซึ่งแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.831

ขั้นที่ 8 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจคุณภาพจำนวน 32 ข้อ เป็นแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.3 การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก เนื้อหา โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการวิเคราะห์จุดประสงค์ทุกแผนการเรียนรู้ และศึกษาคู่่มือการวัดและการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นที่ 2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน ประกอบด้วย ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่าและการคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ (Anderson *et al*, 2001) จำนวน 40 ข้อ ต้องการใช้ข้อสอบจริง จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

เรื่องที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	นำไปใช้
1	- สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี	5	4
2	- อธิบายกระบวนการพุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	5	4
3	- อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดินจากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน	5	4
	- ตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	5	3

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่องที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	นำไปใช้
4	- อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง	11	9
	- สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	4	3
	- สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	5	3
	รวม	40	30

ขั้นที่ 3 นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ขั้นที่ 4 นำข้อสอบมาตรวจสอบหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุง โดยวิธีการหาค่า (IOC) ซึ่งพิจารณาเกณฑ์การประเมินความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไป (ไพศาล, 2558, น. 269) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามของการคิด
วิจรณ์ญาณมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

ขั้นที่ 6 คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2559, น. 303) จากการประเมินพบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.88 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.45 (ภาคผนวก ข)

ขั้นที่ 7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 30 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับโดยใช้สูตร Lovett Reliability ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์แบบทดสอบ (ไพศาล วรรคํา, 2559, น. 292) ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ต้องมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.840

ขั้นที่ 8 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

5.1 ครูแนะนำเนื้อหาที่เรียน โดยชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของการจัดการเรียน การสอน การวัดและการประเมินผลกับนักเรียน

5.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โลกและ ทรัพยากรธรรมชาติ

5.3 จัดกลุ่มนักเรียน ตามรูปแบบของกลุ่มการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุหน้าที่ของแต่ละคนอย่างชัดเจน

5.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ กับนักเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง เป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.5 ภายหลังจากดำเนินการสอนครบตามกำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ จะทดสอบ หลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โลกและ ทรัพยากรธรรมชาติ

5.6 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการ จัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ค่ะแนบที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน นำมา วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 เปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนกับหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้ การทดสอบ t-test แบบ Dependent Samples

6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ การทดสอบ t-test แบบ one sample

6.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้ Pearson Product Correlation

กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2541, น. 316) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	แปลผล
0.91-1.00	มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
0.71-0.90	มีความสัมพันธ์ระดับสูง
0.31-0.70	มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
0.01-0.30	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
0.00	ไม่มีความสัมพันธ์กัน

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 สถิติพื้นฐาน

7.1.1 ค่าเฉลี่ยใช้สูตร

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

7.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539)

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

เมื่อ SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

7.2.1 **หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ** โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับพฤติกรรม โดยคำนวณจากสูตร (ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2554)

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

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

7.2.2 **ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ข้อสอบแบบอัตนัย (Essay)** โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$D = \frac{\sum H - \sum L}{NM}$$

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
$\sum H$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
$\sum L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม
M	แทน	คะแนนเต็ม

เขียนในรูปข้อความได้ดังนี้

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง} - \text{ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ}}{\text{จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม} \times \text{คะแนนเต็ม}}$$

ดังนี้

7.2.3 ค่าความยาก (Difficulty) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2548)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากรายข้อ

R แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนกลุ่มนักเรียนในตัวอย่างที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

7.2.4 ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟา Reliability (α -Coefficient)

ของครอนบัท Cronbach's Alpha

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

7.2.5 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_U แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบผิดในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

7.2.6 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

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

เมื่อ r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อสอบ
p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำถูกแต่ละข้อต่อจำนวนผู้สอบทั้งหมด
q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำผิดแต่ละข้อ
S^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
Σpq	แทน	ผลรวมสัดส่วนของคนที่ตอบถูกคูณกับสัดส่วนของคน ที่ตอบผิด

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

7.3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและ
หลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2548) ดังนี้

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

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละข้อ
n	แทน	จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบครั้งแรกและครั้งหลัง
ΣD	แทน	ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลังเรียน
ΣD^2	แทน	ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง
df	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างลดด้วยหนึ่ง ($df = N-1$)

7.3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยคำนวณจากสูตร t-test แบบ One Sample (ล้วน
สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
μ_0	แทน	คะแนนเกณฑ์ที่ต้องการทดสอบ
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียน

df แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of Freedom)

7.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1) สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) เป็นการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว (บุญชม ศรีสะอาด 2556, น. 82) ดังนี้

$$r = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

เมื่อ **r** แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร **x** และตัวแปร **y**

Z_x แทน คะแนนมาตรฐานของค่าตัวแปร **x**

Z_y แทน คะแนนมาตรฐานของค่าตัวแปร **y**

N แทน จำนวนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างตัวแปรตาม **y** และตัวแปรอิสระ **x** ค่าสหสัมพันธ์ **R** หาได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด 2556, น. 126) ดังนี้

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_T}$$

เมื่อ **R** แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

SS_{reg} แทน ผลรวมกำลังสอง (Sum of squares) ของ **X** ที่เกิดจากการทดลอง

SS_T แทน ผลรวมของกำลังสองของทั้งหมดของ **y** (Total sum of squares)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- M แทน ค่าเฉลี่ย
- SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- t แทน สถิติทดสอบ (t-test)
- df แทน ความเป็นอิสระ
- p แทน ค่านัยสำคัญจากการคำนวณค่า (t-test)
- R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
- R^2 แทน ค่าสถิติสหสัมพันธ์ของการพยากรณ์
- * แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- ** แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์และแปรผลการวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ

3.1 เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

คะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		df	t	p		
		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง					
ความสามารถในการคิดอย่างมี		M	SD	M	SD			
วิจารณ์ญาณ	32	15.00	2.64	22.74	3.21	38	-13.16*	0.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 15.00 คะแนน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 22.74 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง

เป็นฐาน พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for One Sample)

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนนผลสัมฤทธิ์	ร้อยละ 70	M	SD	df	t	p
ทางการเรียนวิชา	ของคะแนนเต็ม	22.85	2.50	38	4.80*	0.00
วิทยาศาสตร์	เท่ากับ 21 คะแนน					

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 22.85 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตัวแปร	M	SD	(R)	(R ²)
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	22.74	3.21	0.35	0.12
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	22.85	2.40		

* มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่างการคิด
อย่างมีวิจารณญาณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.35 หมายความว่า มีความสัมพันธ์ในระดับ
ปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องนี้ ได้สรุปผลการทดลองหรือผลการวิจัย อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างก่อนเรียนกับหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.1.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.3 การคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ย-วิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 6 ห้อง รวมทั้งหมด 210 คน

2) กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 8 แผน เวลา 24 ชั่วโมง

1.4.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยกำหนดสถานการณ์มาให้ทั้งหมด 8 สถานการณ์ และให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดมาให้ ให้ครบทั้ง 4 ด้าน ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 32 ข้อ

1.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.5 รูปแบบการวิจัย

สำหรับงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี จะประกอบไปด้วยงานวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียว และงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ แต่จะเน้นที่งานวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียวเป็นหลักเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.6.1 ครูแนะนำเนื้อหาที่เรียน โดยชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะของการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผลกับนักเรียน

1.6.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

1.6.3 จัดกลุ่มนักเรียนตามรูปแบบของกลุ่มการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุหน้าที่ของแต่ละคนอย่างชัดเจน

1.6.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.6.5 ภายหลังจากดำเนินการสอนครบตามกำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ จะทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ

1.6.6 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลัง การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดการคิดอย่างมี วิจารณญาณ เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ของ นักเรียน นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

1.7 ผลการวิจัย

1.7.1 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการ จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.7.3 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีความสัมพันธ์กันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 15.00 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีค่า เท่ากับ 22.74 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า คะแนน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากความสามารถใน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เกิดจากการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้เรียนมีโอกาส พิจารณาประเด็นปัญหา และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ในขั้นตอนที่ 1 ขั้น สร้างแบบจำลอง และในระหว่างการประชุมแบบจำลอง การปรับปรุงแก้ไข และการนำแบบจำลองไปใช้ ผู้เรียนต้องคิดตั้งสมมติฐาน ต้องใช้ความคิดในการใช้เหตุผล รวมทั้งการลงข้อสรุปต้องใช้ข้อมูลหลักฐาน

หรือเหตุผล ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณควบคู่กับการสร้างความเข้าใจ ปรากฏการณ์สรุปเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2552, น. 80-81) สรุปแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้นักเรียนว่า ครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย 1) ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด รู้จักขยายผลของสิ่งที่คิด และปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ฝึกให้นักเรียนได้รู้ปัญหา วิธีแก้ไข ปัญหาบนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการตัดสินใจ ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้นักเรียนรู้จักคิดก่อนทำและสามารถอธิบายการกระทำของตนว่ามีเหตุผลอย่างไร การฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า "ทำไม" ให้นักเรียนตอบโดยมีพื้นฐานรองรับอยู่เสมอ 2) ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เกิดความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึกที่เป็นอิสระ ซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียน และให้นักเรียนได้มีโอกาสตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นพื้นฐานสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง 3) จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบ สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือบทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิตาน ฯลฯ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิดเช่นเรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการอ่านจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้วิธีหนึ่ง ครูอาจจัดทำแบบฝึกหัดทักษะการเรียนรู้ให้นักเรียน ซึ่งอาจมีรูปแบบหลากหลายเช่น สถานการณ์ จำลองและครูใช้คำถามเพื่อฝึกการคิดหลังจากนักเรียนอ่าน สถานการณ์แล้วหรือฝึกการคิดจากภาพ เป็นต้น 4) ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจ หรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในข่าวประจำวัน จากการถกเถียงการเมืองจะให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่นทำให้นักเรียนรู้จักการอ้างเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง 5) ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยแนะนำให้นักเรียนวางเป้าหมายตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานเป็นตามจุดมุ่งหมายหรือไม่โดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจปรับปรุง หรือดำเนินงานตามแผนและรู้จักการทำงานหรือกิจกรรมใดๆ ก็ตามทีครูฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนการยอมเป็นการดำเนินงานและมีการตรวจสอบเมื่อมีการดำเนินงานตามแผน แล้วมีการประเมินผลการดำเนินงานนั้น จัดได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ธนพล ถัดทะพงษ์, 2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมเรียนรู้วิชาเคมี แบบเน้นงานปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีแบบเน้นงานปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนการสอนคือ ขั้นเตรียมปฏิบัติงาน ขั้นระหว่างปฏิบัติงาน และขั้นหลังปฏิบัติงาน มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.60 2) การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยกิจกรรมเรียนรู้วิชาเคมีแบบเน้นงานปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก และ 3) การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 22.85 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ (ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557) ประกอบด้วย 1) **ขั้นสร้างแบบจำลอง** เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้ได้มากที่สุด โดยครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและสร้างความสนใจเรียนรู้ด้วยคำถาม สื่อ หรือกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและสร้างแบบจำลองทางความคิดจากความรู้เดิม สำหรับใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ 2) **ขั้นประเมินแบบจำลอง** ครูกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และประเมินความสอดคล้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับหลักฐานเชิงประจักษ์โดยใช้กระบวนการสำรวจและค้นหาข้อเท็จจริง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ค้นพบในระหว่างจัดการเรียนรู้กับแบบจำลองที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 3) **ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง** ผู้เรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองที่เห็นว่าไม่สามารถเป็นตัวแทนทางความคิด จนเกิดการสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ สามารถอธิบายข้อมูลได้ถูกต้องและเป็นตัวแทนในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้ 4) **ขั้นขยายแบบจำลอง** ผู้เรียนใช้แบบจำลองที่ผ่านการดัดแปลงแก้ไข ประกอบการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงทำให้เกิดการส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ การสร้างคำอธิบาย การวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจและสามารถพัฒนาความเข้าใจให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (จุฑามาศ กันทะวัง, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พิมพ์ไไล จันทรัตน์กุล, 2563) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารประกอบอินทรีย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง โดยนักเรียนเขียนอธิบาย นำเสนอ อภิปรายและตอบคำถามได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งเนื้อหาที่นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องมากที่สุดคือพันธะคาร์บอน และเนื้อหาที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือไอโซเมอร์ซิม และงานวิจัยของ (จุลดา ทำประเสริฐ, 2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิต ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 79.53 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 68.11 จัดเป็น ความก้าวหน้าในระดับปานกลาง ค่าประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้มีค่า เท่ากับ 84.73/81.87 และ 0.6811 ตามลำดับ

2.3 เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าผลการวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.35 หมายความว่า มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จะส่งผลให้ผู้เรียน มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ธีระภัทร พิณจมนตรี, 2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมี วิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนสูงขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่เน้นกระบวนการลงมือปฏิบัติกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการกำกับตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียน และการประเมินปรับปรุงพฤติกรรม การเรียนของตนเอง เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณให้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ มีการวัดผลประเมินครบทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้าน ความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับการ ปฏิบัติกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิชาการด้านเนื้อหาและทฤษฎีที่ถูกต้อง และสามารถสรุปเป็นองค์ ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า และแบบทดสอบที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นได้ผ่านผู้เชี่ยวชาญอย่างถูกต้องตามกระบวนการวิจัย ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนควรจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาสาระในแต่ละบทเรียน หรือมอบหมายให้ผู้เรียนสืบค้นความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หรือโทรศัพท์มือถือล่วงหน้าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.2 ครูผู้สอนควรสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหาวิธีแก้ไขในระหว่างปฏิบัติการสอนอยู่เสมอ เช่น ผู้เรียนบางส่วนขาดทักษะในการวาดแผนภาพแบบจำลองในแต่ละชั้น ครูผู้สอนสามารถช่วยแก้ไขได้ด้วยวิธีการให้ผู้เรียนเขียนเป็นคำสำคัญ แล้วเชื่อมโยงด้วยลูกศร เพื่อแสดงความสัมพันธ์ในสิ่งที่ต้องการสื่อสารในแผนภาพแบบจำลอง เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.1.3 ครูผู้สอนควรมีการควบคุมการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การควบคุมเวลาในการสร้างแบบจำลองในแต่ละขั้นตอน ตลอดจนคอยสังเกตและให้ความสนใจในการกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตลอดการทำกิจกรรม เช่น การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด เพื่อค้นหาคำตอบ

3.1.4 ครูผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นครูพี่เลี้ยง คอยให้คำปรึกษา สังเกตความต้องการและความแตกต่างในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล ตลอดจนคอยตอบข้อสงสัย ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ตลอดจนให้อิสระทางความคิด ในการตั้งข้อสงสัย หรือข้อซักถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดสู่ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อไป

3.1.5 โรงเรียนควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่มีลักษณะเนื้อหาสาระเป็นการสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจเพื่ออธิบายและพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง ผ่านการสร้างนวัตกรรมด้วยตนเองต่อไป

3.1.6 โรงเรียนควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในรายวิชาอื่น ๆ

3.1.7 โรงเรียนควรมีการเผยแพร่รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านการนำของคณะผู้บริหารที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ศีษานิเทศก์ ผู้อำนวยการและสถานศึกษาต่อไป

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับชั้นอื่นที่มีความเป็นไปได้ เช่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3

3.2.2 ควรทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ที่มีผลต่อตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3.2.3 ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ เป็นต้น





บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร.
- _____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมชนสหกรณ์-
การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2541). กระบวนทัศน์วัฒนธรรมไทย ต้นตอ เศรษฐกิจถดถอย. *วารสาร-
สังคมศาสตร์ปริทัศน์*, 9(2), 10.
- จงกล บุญรอด. (2557). *ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย.
- จุฑามาศ กันทะวัง. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
[วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- จุลลดา ทำประเสริฐ. (2561). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัย-
อุบลราชธานี.
- ชัยวิชิต เขียรชนะ. (2560). *การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ*. *วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย*, 9(1), 1-11.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน Model-
Based Learning*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86-99.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). *กลยุทธ์การสอนเคมีอย่างมืออาชีพ*. วิสต้า อินเทอร์เน็ต.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2541). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 7). เทพนมมิตรการพิมพ์.
- ชูสิทธิ์ ทินบุตร. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
ที่ส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์ในการเรียนวิทยาศาสตร์*. *วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 8(3), 311-119.
- ทิตนา เขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่ 8)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธัญญา คงทน. (2559). การพัฒนาแนวคิด เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน, *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 62-76.
- ชนพล ถัดทะพงษ์. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี แบบเน้นงานปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [การค้นคว้าอิสระปริญญาโทฉบับชดเชยไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธีระภัทร พินิจมนตรี. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับชดเชยไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏ-มหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2542). การวิจัยเบื้องต้นมหาสารคาม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ปณิตา วรรณพิรุณ. (2555). การคิดอย่างมีวิจารณญาณ. *วารสารวิทยบริการ*, 23(2).
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 2). 9119 เทคนิคพรินดี้ง.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปิยะนุช ฉิมพา. (2551). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเลย [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับชดเชยไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- พรรณวิไล ชมชิต. (2552). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง. *นิตยสาร สวท.*, 38(163), 33-34.
- พัฒน์ดา มีลา. (2560). การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(3).
- พิมพ์ไฉ จันทรัตน์กุล. (2563). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับชดเชยไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. (2537). การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักศึกษาครุสาขาจิตวิทยาการศึกษา [ดุขภูนิพนธ์ปริญญาดุขภูบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา *Education Research*. ดักลีลาการพิมพ์.
- ภาพ เลหาไฟบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). ไทยวัฒนาพานิชย์.

- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(1), 97-124.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัตนกรรณ์ ศุภพร, สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และวิทศน์ ฝักเจริญผล. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 3(2), 62-71.
- ลฎาภา ลดาชาติ. (2561). แบบจำลองกับการศึกษาวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 38(4), 133-159.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สุวีริยาสาสน์.
- ละมัย โชคชัย (2557). การพัฒนาแนวคิด เรื่อง เซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ใน งานประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การคิด*. โอเดียนสโตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism). *นิตยสาร สสวท*, 26 (101), 7-12.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2553). การวิจัยพัฒนารูปแบบ. *วารสารมหาวิทยาลัยสกลนคร*, 2(4), 1-15.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังเรียนรู้ในกระบวนการค้นคว้าใหม่*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิลาวลัย สุริยะฉาย. (2552). ผลการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ใน การประชุมวิชาการด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 2 (น. 514). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CLASSICAL TEST THEORY)* (พิมพ์ครั้งที่ 7). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2546). *คู่มือวัดผลและประเมินผลวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ประสานการพิมพ์.
- สมพล พงศ์ไทย. (2554). *หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ในทศวรรษใหม่และการวัดผลและประเมินผลการศึกษาในมิติใหม่*. เอ็มเอ็นคอมพิวออฟเซท.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. พิมพ์ดี.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). เทคนิคพรีนติ้ง.
- สุทธิชาติ เปรมกมล. (2558). *ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉรา เอิบสุขศิริ. (2560). *จิตวิทยาสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารยา ควัญกุล. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*. Longman.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of Scientific explanation for science education. *Science education*, 95(4), 639-669.
- Buckley, C. B., & Boulter, J. C. (2000). *Investigating the Role of Representations and Expressed Models in Building Mental Model*. Kluwer Academic.
- Campbell, T. I., Oh, P. S., & Neilson, D. (2012). Discursive modes and their pedagogical functions in model-based inquiry (MBI) classroom. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2393-2419.
- Dressel, P.L. & Mayhew, L. B. (1975). *General Education : Exploration induction* (2nd ed). n.p.
- Ennis, R. H. (1985). *A logical basic for nursing critical thinking skills*. Educational Leadership.
- Gilbert, J. K (2004). Models and modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gilbert, J. K, & Ireton, S. W. (2003). *Understanding models in earth and space science*. NSTA Press.

- Gobert, D. J. and Buckley, C. B. (2010). Introduction to model-based teaching and learning In science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science e education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Gobert, J. D., and Buckley, B. C. (2002). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Kneedler, P. E. (1985). *Assessment of Critical Thinking Skills in History-Social Science*. California State Department of Education.
- Louca, L. I., & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational review*, 6(4), 471-492.
- Miller, M.A., and Badcock, D.E. (1996). *Critical Thinking Applied to Nursing*. Mosby-Yearbook.
- Norris, Stephen P. (1985). Synthesis of Research on Critical Thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40-45.
- Ogan-Bekiroglu, F, & Arslan, A. (2014). Examination of the effects of model-based inquiry on students' outcomes: Scientific process skills and conceptual knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 1187-1191.
- Rosaria J. (2009). Learning how to model in science classroom: key teacher's role in Supporting the development of students' modelling skills. *Educacion Quimica*, 23(8), 32-40.
- Skinner, B.F. (1974). *About Behaviorism*. The Free Press.
- Sternberg, R. T., & Joan, B. (1985). A statewide approach to measuring critical thinking sSkill. *Educational Leadership*, 43(2), 40-43.
- Watson, G. And Glaser. E.M. (1964). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual*. n.p.
- Watson, G.; and Glaser, E.M. (1980). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual: Form Ym and Zm*. Harcout Brace Jovanoich.
- Wheatley, Grayson H. (1991). Constructivist Perspectives of Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75 (1), 9-21.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัย

ศรีอยุธยาธรรมาภิบาล



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

มหาวิทยาลัย

สุโขทัยธรรมมาภิราชินี

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สัจวารณะนที

สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปร.ด. (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา และอุดมศึกษา
ปัจจุบันตำแหน่ง	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. อาจารย์ ดร.พิทพนธ์ พิทักษ์

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนกระบุรีวิทยา จังหวัดระนอง
วุฒิการศึกษา	ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปัจจุบันตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. อาจารย์ดวงแข ชุมพล

สถานที่ทำงาน	โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณกุลกันยา
วุฒิการศึกษา	ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ประสบการณ์หรือความชำนาญ	มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ปัจจุบันตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ที่ อว.0602.16 (บ) / 788

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

30 ตุลาคม 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สังวารนนท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวสุธาทิพย์ ลำภา นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนด่านมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายการศึกษาและสนับสนุนการเรียนรู้

รักษาการแทนประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-142-5662



ที่ อว.0602.16 (บ) / ๗๘๘

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

3๐ ตุลาคม 2566

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน ดร.พิชิตพันธ์ พิทักษ์
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวสุธาทิพย์ ลำภา นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและ
ทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนด่านมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี
ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความ
เห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุม
เนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน
ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุง
เครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายการศึกษาและสนับสนุนการเรียนรู้
รักษาการแทนประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2504-8505
โทรสาร. 0-2503-3566-7
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-142-5662



ที่ อว.0602.16 (บ) / 788

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอบางเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

30 ตุลาคม 2566

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวดวงแข ชุมพล

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวสุธาทิพย์ ลำภา นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนด่านมะขามเตี้ยวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายการศึกษาและสนับสนุนการเรียนรู้
รักษาการแทนประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-142-5662



ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

สุรินทร์วิทยาคาร

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตารางผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ ที่	รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	\bar{x}	SD	แปลผล
1	สาระสำคัญ			
	1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.54	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	4.50	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
3	สาระการเรียนรู้			
	3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.58	0.50	เหมาะสมมากที่สุด
	3.2 น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	4.71	0.46	เหมาะสมมากที่สุด
4	การจัดกระบวนการเรียนรู้			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.54	0.59	เหมาะสมมากที่สุด
	4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน	4.63	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
	4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	4.54	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
5	สื่อการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.46	0.51	เหมาะสมมาก
	5.2 ได้รับความสนใจของนักเรียน	4.50	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
	5.3 เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	4.63	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
6	การวัดและประเมินผล			
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.50	0.51	เหมาะสมมากที่สุด
	6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.48	เหมาะสมมาก
	6.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4.17	0.64	เหมาะสมมาก
	รวม	4.52		

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อคำถามเป็นแบบอัตนัย

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3		
1	1.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	1.2	1	1	1	1	สอดคล้อง
	1.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	1.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	2.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	2.2	1	1	1	1	สอดคล้อง
	2.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	2.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	3.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	3.2	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
	3.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	3.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	4.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	4.2	1	1	1	1	สอดคล้อง
	4.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	4.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
5	5.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	5.2	1	1	1	1	สอดคล้อง
	5.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	5.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	6.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	6.2	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
	6.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	6.4	1	0	1	0.66	สอดคล้อง

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
		1	2	3		
7	7.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	7.2	1	1	1	1	สอดคล้อง
	7.3	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
	7.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
8	8.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	8.2	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
	8.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	8.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	9.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	9.2	1	1	1	1	สอดคล้อง
	9.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	9.4	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
10	10.1	1	1	1	1	สอดคล้อง
	10.2	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
	10.3	1	1	1	1	สอดคล้อง
	10.4	1	1	1	1	สอดคล้อง
ค่า IOC เฉลี่ยรวม						

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อคำถามเป็นแบบ
ปรนัยชนิด เลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	สอดคล้อง
4	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	สอดคล้อง
13	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	สอดคล้อง
16	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
17	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
18	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	สอดคล้อง
20	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	สอดคล้อง
22	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	สอดคล้อง
24	1	0	0	0.33	ไม่สอดคล้อง

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
25	1	1	1	1	สอดคล้อง
26	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
27	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
28	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	สอดคล้อง
33	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
34	1	1	1	1	สอดคล้อง
35	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	สอดคล้อง
37	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	สอดคล้อง
39	1	1	1	1	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	สอดคล้อง



ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (KR -20) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยาก (p)
1	ข.	0.60
2	ก.	0.50
3	ค.	0.63
4	ง.	0.53
5	ก.	0.35
6	ง.	0.55
7	ค.	0.68
8	ง.	0.60
9	ข.	0.65
10	ก.	0.50
11	ข.	0.65
12	ค.	0.55
13	ค.	0.63
14	ข.	0.73
15	ง.	0.65
16	ค.	0.65
17	ข.	0.45
18	ง.	0.73
19	ก.	0.48
20	ง.	0.50
21	ค.	0.48
22	ค.	0.48
23	ง.	0.58
24	ก.	0.53

ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยาก (p)
25	ค.	0.60
26	ก.	0.55
27	ค.	0.40
28	ง.	0.63
29	ก.	0.43
30	ข.	0.58

มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR - 20) เท่ากับ 0.840



ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (KR - 20) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยาก (p)
1	1	ข.	0.53
	2	ง.	0.70
	3	ค.	0.70
	4	ข.	0.60
2	5	ข.	0.65
	6	ก.	0.65
	7	ง.	0.78
	8	ข.	0.55
3	9	ก.	0.65
	10	ข.	0.45
	11	ก.	0.65
	12	ข.	0.70
4	13	ข.	0.48
	14	ง.	0.78
	15	ค.	0.65
	16	ข.	0.40
5	17	ข.	0.65
	18	ง.	0.68
	19	ก.	0.68
	20	ค.	0.43
6	21	ค.	0.60
	22	ง.	0.68
	23	ค.	0.40
	24	ง.	0.38

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยาก (p)
7	25	ง.	0.33
	26	ง.	0.48
	27	ค.	0.65
	28	ข.	0.63
8	29	ข.	0.38
	30	ค.	0.58
	31	ง.	0.43
	32	ง.	0.50

มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR - 20) เท่ากับ 0.831





ภาคผนวก ค

ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

คะแนน ความสามารถใน การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย				df	t	p
		ก่อนทดลอง		หลังทดลอง				
		M	SD	M	SD			
	32	15.00	2.64	22.74	3.20	38	-13.16*	0.00

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เท่ากับ 21 คะแนน	M	SD	df	t	p
		22.85	2.50	38	4.80*	0.00

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ตัวแปร	M	SD	(R)	(R ²)
การคิดอย่างมี วิจารณญาณ	22.74	3.20	0.35	0.122
ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	22.85	2.40		



ภาคผนวก ง

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบรายวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่องโลกและทรัพยากรธรรมชาติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

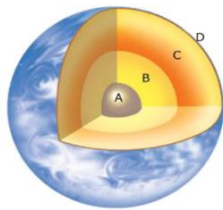
คำชี้แจง

- ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษร ก ข ค และ ง ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 30 คะแนน
- ห้ามขีดเขียนสิ่งใดลงในแบบทดสอบ

1. โครงสร้างโลกแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้เป็นกี่ชั้น

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 1 ชั้น | ข. 3 ชั้น |
| ค. 5 ชั้น | ง. 7 ชั้น |

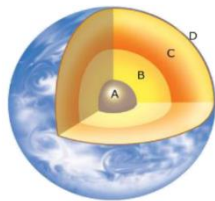
2.



ชั้น A และ B ประกอบด้วยธาตุชนิดใด

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| ก. เหล็กและนิกเกิล | ข. ซิลิกาและอะลูมินา |
| ค. ซิลิกาและแมกนีเซียม | ง. เหล็ก แมกนีเซียม และซิลิกेट |

3.



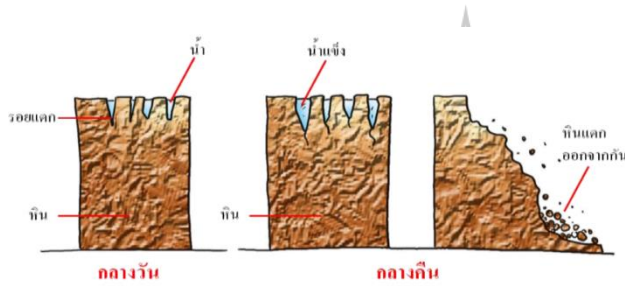
ข้อความใดกล่าวถึงชั้น D **ไม่ถูกต้อง**

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ก. มีส่วนที่เป็นแผ่นดินและน้ำ | ข. เป็นชั้นที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด |
| ค. เป็นชั้นที่มีหินเหลวหนืดและร้อนจัด | ง. มีส่วนที่เป็นหินแข็งฝังลึกลงไปใต้ผิวดินและผิวน้ำ |

4. ถ้าเปรียบโครงสร้างของไขโกกับโครงสร้างของโลกส่วนที่เป็นไขแดงเปรียบได้กับโครงสร้างใดของโลก

- ก. เปลือกโลก
- ข. แมนเทิล
- ค. แก่นโลก
- ง. แก่นโลกชั้นใน

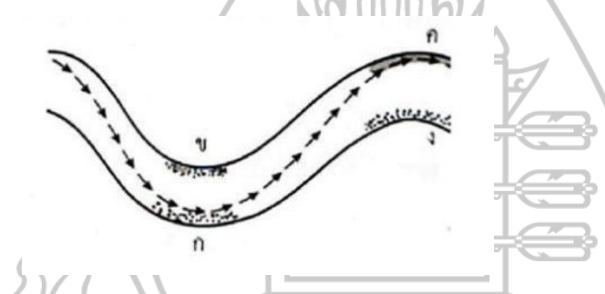
5.



ตัวเลือกใดสามารถอธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด

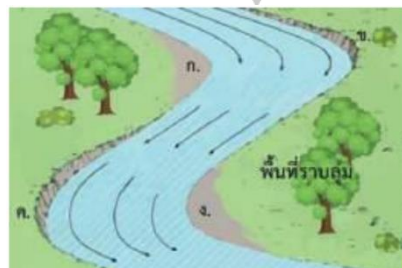
- ก. น้ำขยายตัวเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง
- ข. น้ำที่เป็นน้ำแข็งกลายเป็นตัวละลาย
- ค. น้ำที่เป็นน้ำแข็งสามารถละลายหินได้
- ง. มวลของน้ำเพิ่มมากขึ้นเมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง

6. ถ้ากระแสน้ำตามภาพไหลตามทิศของลูกศร การกร่อนและการตกตะกอนทับถม จะเป็นไปตามข้อใด



- ก. ก กร่อน ข กร่อน ค กร่อน
- ข. ก กร่อน ข ตกตะกอน ง กร่อน
- ค. ก ตกตะกอน ข กร่อน ค ตกตะกอน
- ง. ก และ ค กร่อน ข และ ง ตกตะกอน

แม่น้ำสายหนึ่งมีลักษณะการไหลดังภาพ ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม



7. ถ้านักเรียนจะปลูกบ้านริมแม่น้ำ นักเรียนควรเลือกปลูกบ้าน ณ ตำแหน่งใด

ก. ก. และข.

ข. ค. และง.

ค. ก. และง.

ง. ข. และค.

8. การเจริญเติบโตของรากพืชทำให้รอยแตกในหินขยายวงกว้างขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกโดยวิธีใด

ก. การกร่อน

ข. การพัดพา

ค. การทับถม

ง. การผุพังอยู่กับที่

9. ดินที่มีเนื้อดินหยาบ น้ำซึมผ่านได้ดี ไม่อุ้มน้ำ เป็นสมบัติของดินชนิดใด

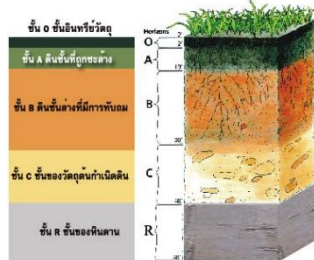
ก. ดินร่วน

ข. ดินทราย

ค. ดินโคลน

ง. ดินเหนียว

10.



จากภาพดังกล่าว ดินชั้นใดมีการสะสมของตะกอนและแร่ธาตุ

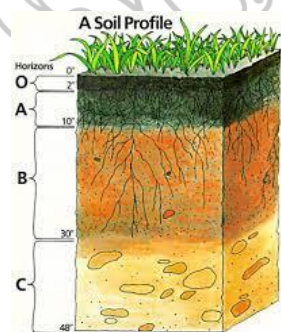
ก. ชั้น B

ข. ชั้น E

ค. ชั้น A

ง. ชั้น R

11.



จากภาพดังกล่าว ดินชั้นใดมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ก. ชั้น B

ข. ชั้น O

ค. ชั้น R

ง. ชั้น E

12. ข้อใดหมายถึงความพรุนของดิน

- ก. การถ่ายเทอากาศผ่านดิน
ข. การถ่ายเทของน้ำผ่านดิน
ค. ขนาดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน
ง. ขนาดของเม็ดดิน

13. ข้อใดเป็นการแก้ไขสภาวะของดินที่เป็นกรดมาก

- ก. เติมผงกำมะถัน
ข. เติมปุ๋ยอินทรีย์
ค. เติมปูนขาว
ง. เติมแมกนีเซียมซัลเฟต

14. ข้อใดเป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชมากที่สุด

- ก. ดินเหนียว
ข. ดินร่วน
ค. ดินร่วนปนทราย
ง. ดินทราย

15. การกระทำในข้อใด *ไม่ใช่* การปรับปรุงคุณภาพดิน

- ก. แนนปลูกพืชตระกูลถั่ว
ข. แก้วปลูกพืชหมุนเวียน
ค. ต้นใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มแร่ธาตุในดิน
ง. แนนเผาตอข้าวก่อนปลูกข้าวรอบใหม่

16. ข้อใดไม่ใช่ใช้น้ำผิวดิน

- ก. แม่น้ำ
ข. ลำธาร
ค. น้ำบาดาล
ง. มหาสมุทร

17. แหล่งน้ำใต้แตกต่างจากพวก

- ก. น้ำตก แม่น้ำ
ข. แม่น้ำ น้ำบาดาล
ค. ลำคลอง ทะเล
ง. มหาสมุทร ทะเลสาบ

18. แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร

- ก. การเกษตรกรรม
ข. การผลิตกระแสไฟฟ้า
ค. อุปโภคบริโภค
ง. ถูกต้องทุกข้อ

19. แหล่งน้ำบนโลกแบ่งเป็น 2 แหล่งคือข้อใด

- ก. น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน
ข. น้ำในดิน น้ำผิวดิน
ค. น้ำในดิน น้ำบาดาล
ง. น้ำผิวดิน มหาสมุทร

20. น้ำจากแหล่งใดที่ถือว่าเป็นน้ำสะอาด เนื่องจากผ่านการกรองโดยธรรมชาติ

- ก. น้ำฝน
ข. น้ำตก
ค. น้ำบ่อ
ง. น้ำบาดาล

21. ระดับน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด

- ก. ระดับน้ำใต้ดินไม่เปลี่ยนแปลงในฤดูฝน
ข. ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกกว่าเดิมในฤดูฝน
ค. ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ลึกกว่าเดิมในฤดูร้อน
ง. ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่สูงกว่าเดิมในฤดูร้อน

22. ข้อใดหมายถึงน้ำบาดาล

- ก. น้ำที่อยู่ในเขตอิมมอภาค
ข. น้ำที่ซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างดิน
ค. น้ำผิวดินที่ซึมลงไปอยู่ใต้ดิน
ง. น้ำที่ซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างหิน

23. ข้อใดเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำอย่างถูกต้อง

- ก. ช่วยกันอนุรักษ์ป่าไม้
ข. ให้ความรู้ในการใช้สารเคมีต่อเกษตรกร
ค. กำจัดสิ่งปฏิกูลอย่าให้สะสมอยู่ในแหล่งน้ำ
ง. ถูกต้องทุกข้อ

24. ข้อใด ไม่ใช่ วิธีแก้ปัญหาน้ำเน่าเสีย

- ก. ใช้มูลสัตว์
ข. ใช้น้ำดีไล่น้ำเสีย
ค. ใช้ผักตบชวา
ง. ใช้เครื่องจักรกล

25. ข้อใด ไม่ใช่ ข้อดีของพลังงานน้ำ

- ก. น้ำมีวัฏจักรเป็นธรรมชาติสามารถนำไปใช้ได้อีก
ข. เป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่สะอาด
ค. สูญเสียพื้นที่ป่าไม้เป็นปริมาณมาก
ง. ค่าใช้จ่ายผลิตพลังงานน้ำค่อนข้างต่ำ

26. บ้านของเก่งมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากและเป็นเวลานาน นักเรียนคิดว่า จะเกิดผลเสียอย่างไร

- ก. แผ่นดินบริเวณบ้านของเก่งจะทรุด
ข. น้ำทะเลเข้ามาแทนที่น้ำใต้ดิน
ค. น้ำประปาจะมีคุณภาพต่ำ
ง. แร่ธาตุในดินน้อยลง

27. ข้อใดมีความเสี่ยงที่จะประสบภัยดินโคลนถล่ม

- ก. บ้านเด็กชายอนุศักดิ์อยู่ริมหาด
ข. บ้านเด็กหญิงลลนาอยู่ที่ราบลุ่ม
ค. บ้านเด็กชายสิริวงษ์อยู่ที่ลาดเชิงเขา
ง. บ้านเด็กหญิงอภิรดีอยู่ที่ราบสูง

28. การกระทำของมนุษย์ในข้อใด ที่ส่งผลกระทบต่อเกิดการกัดเซาะชายฝั่ง

- ก. การรื้อกล้าป่าชายเลน
ข. การขุดทรายขายหาดไปก่อสร้าง
ค. การปลูกสร้างสิ่งก่อสร้างรื้อกล้าบริเวณชายหาด
ง. ถูกทุกข้อ

29. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุของอุทกภัย

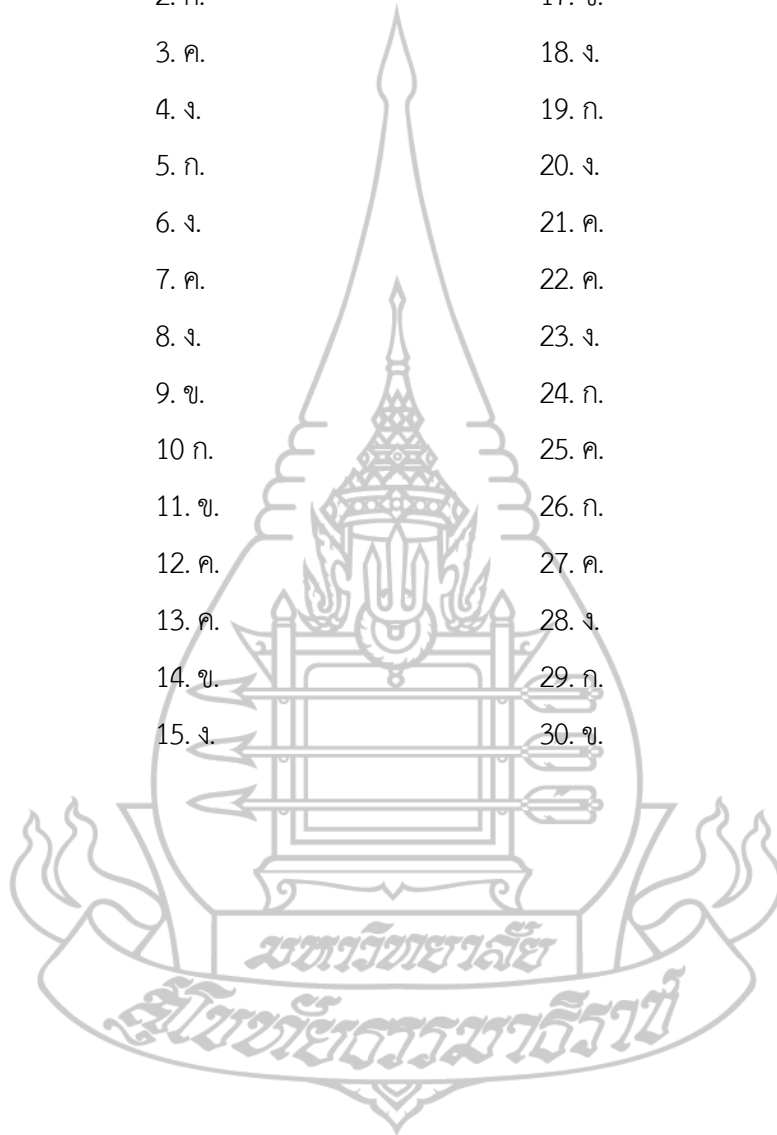
- ก. แร่งระเบิด
ข. หิมะละลาย
ค. ฝนตกหนัก
ง. แผ่นดินไหว

30. ข้อใดมักเกิดพร้อมดินถล่ม

- ก. แผ่นดินไหว
ข. น้ำป่า
ค. ลมแรง
ง. อุทกภัย

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

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



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง โลกและทรัพยากรธรรมชาติ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนต่านมะขามเตี้ยวิทยาคม

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์การเรียนรู้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนี้ เป็นเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล
2. ด้านระบุลักษณะและความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
3. ด้านการลงข้อสรุป
4. ด้านการประเมินผล

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 32 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

2. แบบทดสอบแต่ละข้อจะแบ่งเป็น

- | | |
|--|-------------------|
| 2.1 ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล | คะแนนเต็ม 1 คะแนน |
| 2.2 ด้านระบุลักษณะและความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล | คะแนนเต็ม 1 คะแนน |
| 2.3 ด้านการลงข้อสรุป | คะแนนเต็ม 1 คะแนน |
| 2.4 ด้านการประเมินผล | คะแนนเต็ม 1 คะแนน |

จงตอบคำถามต่อไปนี้ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
สถานการณ์ที่ 1 (ตอบคำถามข้อ 1-4)

ภาวะโลกร้อน มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิตไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ ก็จะค่อยๆ ตายลง ผลต่อมนุษย์เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อาจทำให้บางพื้นที่เป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่มแต่บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนัก เนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกจากยอดเขาสูงละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบ บางพื้นที่อาจจมนหายไปอย่างถาวร

1. ประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์คือข้อใด

- ก. การเกิดภาวะน้ำท่วม
- ข. อุณหภูมิสูงขึ้น
- ค. การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
- ง. การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก

2. ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ภาวะโลกร้อนทำให้แผ่นดินลดลง
- ข. ภาวะโลกร้อนทำให้สัตว์ทะเลลดลง
- ค. ถ้าโลกร้อนขึ้นจะทำให้มนุษย์ลดลง
- ง. ภาวะโลกร้อนทำให้ฤดูกาลเปลี่ยนแปลง

3. ข้อสรุปที่เหมาะสมกับสถานการณ์คือข้อใด

- ก. พื้นที่บางแห่งจะกลายเป็นทะเลทราย
- ข. ในอนาคตพื้นที่บริเวณชายฝั่งจะจมนหาย
- ค. การที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิต
- ง. อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดโรคระบาดร้ายแรง

4. นักเรียนมีส่วนช่วยกันทำให้อุณหภูมิของโลกไม่สูงขึ้นผลที่ตามมาจะเป็นอย่างไร

- ก. ไม่เกิดภัยธรรมชาติ
- ข. ธรรมชาติเกิดความสมดุล
- ค. เกิดวิกฤตเกี่ยวกับอุณหภูมิ
- ง. สัตว์ที่ปรับตัวได้แล้วจะตาย

สถานการณ์ที่ 2 (ตอบคำถามข้อ 5-8)

ข่าวสภาวะโลกร้อน (global warming) ปรากฏให้เห็นบ่อยครั้งขึ้น นับเป็นสัญญาณที่บ่งบอกให้ชาวโลกได้รับรู้ว่าโลกกำลังป่วยจากการกระทำของมนุษย์ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้โลกร้อนนั้น เกิดจากกระบวนการใช้พลังงานของเราที่ทำให้เกิดแก๊สเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นพลังงานที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เมื่อใช้พลังงานกันมาก ก๊าซเรือนกระจกก็ยิ่งถูกปล่อยออกมาห่อหุ้มโลกมากขึ้น ทำให้สภาพลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น น้ำท่วม แผ่นดินไหว พายุที่รุนแรง อากาศที่ร้อนผิดปกติจนมีคนเสียชีวิตอย่างที่เป็นอย่างที่เป็นอย่างทุกวันนี้ สำหรับคนที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่จะสังเกตเห็นได้ว่า มลพิษในอากาศมีระดับสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ ต่อสุขภาพ เช่น โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ เราทุกคนจึงควรหันมาให้ความสำคัญเรื่องโลกร้อนว่าเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่เราควรจะต้องตระหนักร่วมมือกัน เพื่อลดภาระไม่ให้โลกป่วยไปกว่านี้อย่างถาวร

5. ประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์คือข้อใด

- ก. สภาวะโลกร้อนทำให้เกิดโรค
- ข. สภาวะโลกร้อนส่งผลเสียต่อมนุษย์
- ค. สภาวะโลกร้อนเกิดเฉพาะในเมืองใหญ่
- ง. สภาวะโลกร้อนทำให้โลกใช้พลังงานมาก

6. ข้อความใดไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ข้างต้น

- ก. เปลือกโลกมีลักษณะคล้ายกระจก
- ข. สภาวะโลกร้อนทำให้เกิดมลพิษในอากาศ
- ค. การใช้พลังงานมากทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน
- ง. คนที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนมาก

7. ข้อสรุปที่เหมาะสมกับสถานการณ์คือข้อใด

- ก. สภาวะโลกร้อนจะร้ายแรงขึ้นทุกปีและไม่มีทางป้องกัน
- ข. สภาวะโลกร้อนเกิดจากมลพิษในอากาศและไม่มีทางป้องกัน
- ค. สภาวะโลกร้อนทำให้มนุษย์ทุกคนเกิดโรคร้ายต่างๆ แต่มีวิธีป้องกันได้
- ง. สภาวะโลกร้อนเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ส่งผลเสียต่อมนุษย์ สามารถมีวิธีป้องกันได้

8. จากสถานการณ์ดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากข้อใด

- ก. การมีมลพิษในอากาศ
- ข. การใช้พลังงานของมนุษย์
- ค. การอาศัยอยู่ในเมืองใหญ่
- ง. การไม่ดูแลรักษาสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ

สถานการณ์ที่ 3 (ตอบคำถามข้อ 9-12)

อาหารที่มีขายมากมายหลายชนิดในท้องตลาดทุกวันนี้ ไม่ว่าจะเป็นบรรดาขนมขบเคี้ยวที่มีสีส้ันสวยงามทั้งหลาย อาหารปรุงสำเร็จบรรจุในภาชนะโฟม อาหารหมักดองในกะละมังพลาสติก อาหารทอดที่ใช้น้ำมันเก่า หรืออาหารปิ้งย่างที่ผู้คนมักนิยมซื้อรับประทาน แต่หารู้ไม่ว่าน้ำมันแฝงไปด้วยอันตรายอย่างที่เราคาดไม่ถึง ทุกครั้งที่เรารับประทานอาหารเหล่านั้นไม่ต่างอะไรกับการหยิบยื่นโอกาสให้กับโรคมะเร็งร้ายอันเป็นสาเหตุการเสียชีวิต 1 ใน 3 อันดับแรกของคนทั่วโลก และมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ทางกรมแพทยยืนยันว่าสาเหตุและปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็ง เกิดจากสารก่อมะเร็งที่ปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่ม เช่น สารแอลฟาที่อกชินจากเชื้อรา, สารก่อมะเร็งที่เกิดจากการปิ้งย่างเนื้อสัตว์, สารไนโตซามีนที่ใช้ในการถนอมอาหาร, สีย้อมผ้าที่นำมาผสมอาหาร หรือเกิดจากเชื้อไวรัสบางชนิด เช่น ไวรัสตับอักเสบบี และพยาธิใบไม้ในตับ นอกจากนี้ยังเกิดจากการสูบบุหรี่และการกินเหล้า

9. ประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์คือข้อใด

- ก. โรคมะเร็งที่ไม่มีทางรักษาให้หายขาดได้
- ข. โรคมะเร็งเกิดจากการรับประทานอาหาร
- ค. โรคที่ทุกคนต้องเป็นในปัจจุบันนี้คือโรคมะเร็ง
- ง. โรคมะเร็งเป็นโรคที่ไม่ควรมองข้ามเป็นอย่างยิ่ง

10. ข้อความใดมีความเป็นไปได้น้อยที่สุด

- ก. คนที่สูบบุหรี่ทุกคนจะมีโอกาสเป็นโรคมะเร็ง
- ข. คนที่ดื่มเหล้าทุกคนจะมีโอกาสเป็นโรคมะเร็ง
- ค. คนที่รับประทานอาหารไส้กรอกอย่างเป็นประจำ อาจทำให้เป็นมะเร็งได้
- ง. คนที่รับประทานผลไม้ต้องเป็นประจำจะช่วยต้านทานโรคมะเร็งได้

11. ข้อใดเป็นข้อสรุปที่สอดคล้องกับสถานการณ์มากที่สุด

- ก. โรคมะเร็งเป็นกันทั่วโลก
- ข. โรคมะเร็งน่ากลัวเป็นแล้วรักษาไม่หาย
- ค. การเลือกรับประทานอาหารช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้
- ง. โรคมะเร็งเกิดจากการรับประทานอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะเพียงอย่างเดียว

12. ข้อความใดไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

- ก. ดอมชอบกินของหมักดอง เช่น ผลไม้ดอง
- ข. แก้วนำเนื้อสัตว์มาปรุงอาหารประเภทต้ม
- ค. บอสูบบุหรี่และกินเหล้าเป็นประจำทุกวัน
- ง. ก้อยชอบรับประทานหมูกระทะ โดยเฉพาะเนื้อย่างใหม่ๆ

สถานการณ์ที่ 4 (ตอบคำถามข้อ 12-16)

น้ำเปล่าเย็นๆ หรือน้ำส้มคั้นสดๆ จากตู้เย็น เพียงหนึ่งแก้ว ก็สามารถทำให้คุณรู้สึกผ่อนคลายในยามเครียดได้อย่างประหลาด ผู้หญิงส่วนใหญ่มักมีความกังวลว่า การดื่มน้ำจะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ถึงแม้ข้อมูลนี้จะเป็นความจริง แต่ก็ไม่ควรลืมน้ำ เป็นสิ่งที่ถูกขับออกจากร่างกายได้ง่ายที่สุด เพียงแค่คุณเดิน แอโรบิก หรือวิ่งเหยาะๆ รอบสระน้ำที่บ้าน การดื่มน้ำเป็นประจำ นอกจากจะช่วยให้คุณรู้สึกสดชื่นกระปรี้กระเปร่าแล้ว ยังทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง

17. ประเด็นสำคัญของสถานการณ์ คือข้อใด

- ก. พิษภัยของการสูบบุหรี่
- ข. โรคที่มาจากการสูบบุหรี่
- ค. ค่านิยมของวัยรุ่นยุคใหม่
- ง. จำนวนผู้เสียชีวิตจากการสูบบุหรี่มีมากขึ้น

18. จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อมูลใดน่าเชื่อถือมากที่สุด

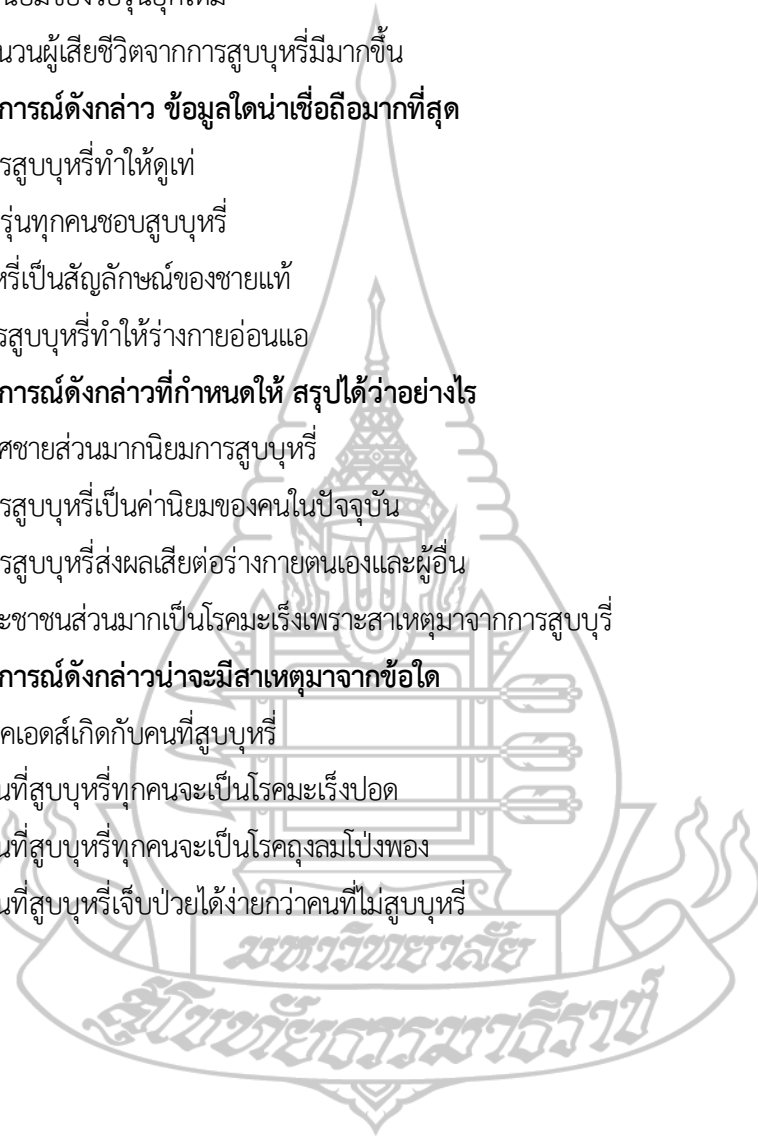
- ก. การสูบบุหรี่ทำให้ดูเท่
- ข. วัยรุ่นทุกคนชอบสูบบุหรี่
- ค. บุหรี่เป็นสัญลักษณ์ของชายแท้
- ง. การสูบบุหรี่ทำให้ร่างกายอ่อนแอ

19. จากสถานการณ์ดังกล่าวที่กำหนดให้ สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. เพศชายส่วนมากนิยมการสูบบุหรี่
- ข. การสูบบุหรี่เป็นค่านิยมของคนในปัจจุบัน
- ค. การสูบบุหรี่ส่งผลเสียต่อร่างกายตนเองและผู้อื่น
- ง. ประชาชนส่วนมากเป็นโรคมะเร็งเพราะสาเหตุมาจากการสูบบุหรี่

20. จากสถานการณ์ดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากข้อใด

- ก. โรคเอดส์เกิดกับคนที่สูบบุหรี่
- ข. คนที่สูบบุหรี่ทุกคนจะเป็นโรคมะเร็งปอด
- ค. คนที่สูบบุหรี่ทุกคนจะเป็นโรคถุงลมโป่งพอง
- ง. คนที่สูบบุหรี่เจ็บป่วยได้ง่ายกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่



สถานการณ์ที่ 6 (ตอบคำถามข้อ 21-24)

ปัจจุบันอนาคตของเด็กและเยาวชนไทยตกอยู่ในภาวะที่น่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง เพราะสาเหตุมาจากยาเสพติด ความรุนแรง และสื่อลามกอนาจารที่กำลังแผ่แพร่ระบาดอย่างหนักในสังคม เป็นเหตุให้บั่นทอนคุณภาพชีวิตของเด็กและเยาวชนให้เลวร้ายลงทุกวัน พฤติกรรมที่เด็กได้เห็นจากสื่อต่างๆ เช่น โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ ทำให้เด็กเกิดการเลียนแบบ ไม่ว่าจะเป็นการหมกมุ่นกับเรื่องเพศ ทั้งที่อยู่ในวัยไม่เหมาะสม การแต่งกายที่เกินงาม การใช้ความรุนแรงตัดสินปัญหา หรือค่านิยมในการศึกษา มีข้อมูลทางสถิติที่น่าตกใจว่าในอีก 20 ปีข้างหน้า แนวโน้มการกระทำผิดของเด็กและเยาวชนที่เกี่ยวข้องกับเพศ ความรุนแรงจะเพิ่มมากขึ้นจนน่าวิตก เกิดปัญหาการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร และความเสี่ยงของการติดเชื้อเอชไอวีในกลุ่มเด็กและเยาวชนจะเพิ่มมากขึ้น

21. ประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์คือข้อใด

- ก. การค้ายาเสพติดในเด็กและเยาวชน
- ข. คุณภาพชีวิตของเด็กและเยาวชน
- ค. วิถีชีวิตของเด็กและเยาวชน
- ง. สุขภาพของเด็กและเยาวชน

22. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อมูลใต้น่าเชื่อถือมากที่สุด

- ก. ความรู้เรื่องเพศสามารถเรียนรู้ได้
- ข. เด็กและเยาวชนสามารถป้องกันการตั้งครรภ์ได้
- ค. เด็กและเยาวชนที่ติดยาเสพติดมีโอกาสติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์
- ง. เด็กและเยาวชนมีโอกาสร่วมกิจกรรมมากมายในปัจจุบัน

23. ข้อใดเป็นข้อสรุปที่สอดคล้องกับสถานการณ์มากที่สุด

- ก. เด็กและเยาวชนถูกทอดทิ้งมากขึ้น
- ข. เด็กและเยาวชนเป็นตัวทำลายสังคม
- ค. เด็กและเยาวชนเป็นสมาชิกส่วนมากของสังคม
- ง. ยาเสพติด ความรุนแรง และสื่อลามกทำลายคุณภาพชีวิตของเยาวชน

24. จากสถานการณ์ข้างต้นมีสาเหตุมาจากข้อใด

- ก. การรับเอาวัฒนธรรมต่างชาติมาใช้
- ข. การเลียนแบบพฤติกรรมจากสื่อต่างๆ
- ค. ความพยายามที่จะแสดงความเป็นผู้นำของวัยรุ่น
- ง. การระบาดของยาเสพติด ความรุนแรง และสื่อลามกอนาจาร

สถานการณ์ที่ 7 (ตอบคำถามข้อ 25-28)

น้ำอัดลมนิยมดื่มกันเนื่องมาจากความเชื่อว่าสะอาด แก้กระหาย ประกอบกลยุทธ์ทางการตลาดที่ทำให้เกิดความรู้สึกว่าผู้ดื่มเป็นคนทันสมัย ทำให้ความนิยมในการบริโภคน้ำอัดลมมีมากขึ้น น้ำอัดลมประกอบด้วยน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเทียบกับนมซึ่งให้โปรตีน หรือน้ำผลไม้ ซึ่งจะมีวิตามินอยู่สูง นอกจากนั้นยังพบว่า การดื่มน้ำอัดลมบ่อยๆ หรือดื่มเป็นประจำจะมีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายได้โดยเฉพาะในเด็ก การดื่มน้ำอัดลมก่อนอาหารจะทำให้อิ่มและกินอาหารได้น้อยลง ซึ่งมีโอกาสเป็นโรคขาดสารอาหารได้ อีกทั้งยังทำให้เกิดก๊าซในกระเพาะอาหาร เนื่องจากก๊าซที่อยู่ในน้ำอัดลมมีผลทำให้ท้องอืดและจุกเสียด และน้ำตาลในน้ำอัดลมยังเป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ในปาก ซึ่งมีผลทำให้ฟันผุ

25. ประเด็นสำคัญของสถานการณ์คือข้อใด

- ก. ปริมาณการดื่มน้ำอัดลม
- ข. ผลจากการดื่มน้ำอัดลม
- ค. เครื่องดื่มที่คนรุ่นใหม่นิยมดื่ม
- ง. น้ำอัดลมเป็นเครื่องดื่มที่สะอาด

26. ข้อความใดน่าเชื่อถือมากที่สุด

- ก. คนทันสมัยต้องดื่มน้ำอัดลม
- ข. น้ำอัดลมเป็นเครื่องดื่มที่สะอาด
- ค. น้ำอัดลมมีคุณค่าทางอาหารมาก
- ง. การดื่มน้ำอัดลมจะทำให้เกิดโรคกระเพาะอาหาร

27. ข้อความใดไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น

- ก. การดื่มน้ำอัดลมทำให้เป็นคนทันสมัยและสุขภาพแข็งแรง
- ข. การดื่มน้ำอัดลมทำให้มีโอกาสเป็นโรคขาดสารอาหารได้
- ค. ก๊าซในน้ำอัดลมทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร
- ง. นมและน้ำผลไม้มีประโยชน์มากกว่าน้ำอัดลม

28. จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนควรปฏิบัติตนอย่างไร

- ก. อยากเป็นคนทันสมัยต้องดื่มน้ำอัดลม
- ข. ควรดื่มน้ำอัดลม นม และน้ำผลไม้สลับกัน
- ค. อยากมีสุขภาพแข็งแรงต้องดื่มน้ำอัดลม
- ง. แปร่งฟันให้สะอาดทุกครั้งหลังการดื่มน้ำอัดลม

สถานการณ์ที่ 8 (ตอบคำถามข้อ 29-32)

“เบร็ด” เด็กชายวัย 13 ปีหลังจากได้รับคอมพิวเตอร์เป็นของขวัญวันเกิดจากพ่อและแม่ เริ่มเก็บตัวเงียบในห้อง เมื่อแม่ถามว่าทำอะไรอยู่ เขามักจะตอบว่าอาจารย์ที่โรงเรียนให้หาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อทำรายงาน โดยหารู้ไม่ว่าแท้จริงแล้ว เบร็ดได้ท่องโลกไปกับสิ่งที่ไม่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยของเขาเลย เขาจดจ่ออยู่กับเกมที่ใช้ความรุนแรง ภาพโป๊ และการเข้าไปในห้องสนทนา พูดคุยในเรื่องที่ไร้สาระและไม่เหมาะสม

29. ประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์คือข้อใด

- ก. การโกหกพ่อแม่
- ข. การเก็บตัวเงียบในห้อง
- ค. การเล่นอินเทอร์เน็ตในทางที่ไม่เหมาะสม
- ง. การเรียกร้องของขวัญจากพ่อแม่

30. จากสถานการณ์ข้อความใด **ไม่ใช่** ข้อเท็จจริง

- ก. เบร็ดได้รับคอมพิวเตอร์เป็นของขวัญ
- ข. เบร็ดเด็กชายวัย 13 ปี เริ่มเก็บตัวในห้อง
- ค. เบร็ดใช้เวลากับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์
- ง. เบร็ดใช้อินเทอร์เน็ตได้อย่างเหมาะสมสำหรับวัย 13 ปี

31. ข้อสรุปที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์คือข้อใด

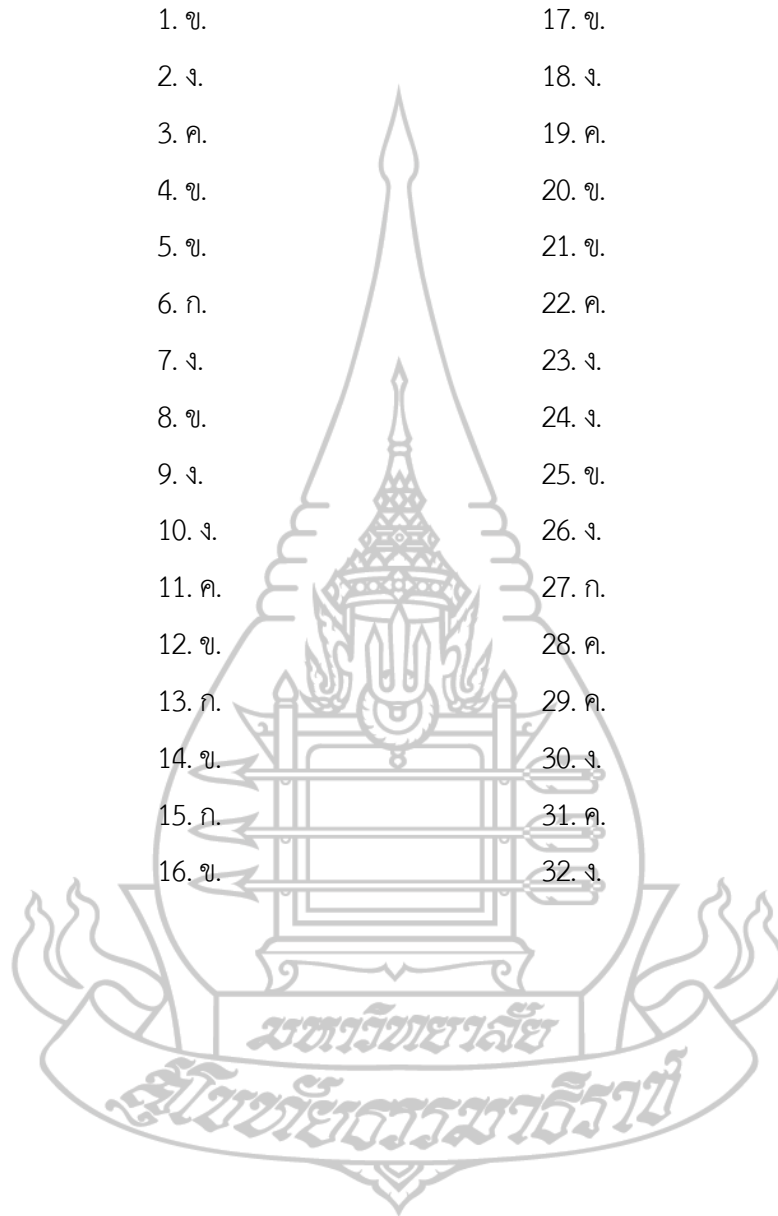
- ก. อินเทอร์เน็ตมีทั้งประโยชน์และโทษ
- ข. การให้เด็กใช้คอมพิวเตอร์มีแต่อันตราย
- ค. ผู้ปกครองต้องดูแลการใช้คอมพิวเตอร์ของเด็ก
- ง. โลกอินเทอร์เน็ตมีแต่สิ่งที่ไม่เหมาะสมสำหรับเด็ก

32. ข้อใดเป็นวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่ดีที่สุด

- ก. ไม่ให้เด็กใช้คอมพิวเตอร์
- ข. จำกัดเวลาการใช้คอมพิวเตอร์
- ค. หลีกเลี่ยงให้เด็กใช้คอมพิวเตอร์
- ง. เปลี่ยนที่วางคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในสายตาผู้ปกครอง



เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน-หลังเรียน





ภาคผนวก จ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

สุโขทัยวิทยาเขตราชภัฏวชิรเวศน์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โครงสร้างโลก
 ผู้สอน นางสาวสุธาทิพย์ ลำภา

รายวิชาวิทยาศาสตร์
 เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/4 สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างภายในโลกได้ (K)
2. สร้างแบบจำลองโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีได้ (P)
3. มีความใฝ่เรียนรู้และมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

3. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<ul style="list-style-type: none"> • โครงสร้างภายในโลก แบ่งออกเป็นชั้นตามองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เปลือกโลก ซึ่งอยู่นอกสุด ประกอบด้วย สารประกอบของซิลิกอนและอะลูมิเนียมเป็นหลัก เนื้อโลกคือส่วนที่อยู่ใต้เปลือกโลกลงไปจนถึงแก่นโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก และแก่นโลก คือส่วนที่อยู่ใจกลางของโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็กและนิกเกิล ซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะแตกต่างกัน 	<p>พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา</p>

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

โครงสร้างแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้ 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก ประกอบด้วย ธาตุซิลิกอน และ อะลูมิเนียม เนื้อโลก ประกอบด้วย ธาตุซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก และแก่นโลก ประกอบด้วยธาตุเหล็ก และนิกเกิล

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการทดลอง 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการนำความรู้ไปใช้ 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
ชั่วโมงที่ 1 ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง 1. นักเรียนชมวิดีโอที่ศน์ นาที่ที่ 0.54-4.28 https://www.youtube.com/watch?v=ukwlf9mVulY&t=337s แล้วตอบคำถาม เราจะรู้ได้อย่างไรว่า โครงสร้างโลกมีลักษณะเป็น ชั้น ๆ ที่มีทั้งของแข็งและของเหลว (แนวคำตอบ นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองทางตรง โดยการขุด เจาะเก็บตัวอย่างหินชั้นมาวิเคราะห์ และสังเกตจากลาวาที่ทะลัก ขึ้นมาบนผิวโลก)	ด้านระบุประเด็นปัญหาการรวบรวม ข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ																
<p>2. นักเรียนชมวิดีโอทัศน์ นาฬิกาที่ 7.00-7.30 https://www.youtube.com/watch?v=ukwlf9mVulY&t=337s แล้วตอบคำถาม เราจะรู้ได้อย่างไรว่า โครงสร้างโลกประกอบด้วย ชั้นอะไรบ้าง (แนวคำตอบ นักวิทยาศาสตร์ใช้คลื่นในการศึกษาพบว่าโลกมี โครงสร้างเป็นชั้นต่าง ๆ)</p> <p>3. นักเรียนชมวิดีโอทัศน์ นาฬิกาที่ 9.27-10.28 https://www.youtube.com/watch?v=ukwlf9mVulY&t=337s แล้วตอบคำถาม เหตุใดโลกจึงมีโครงสร้างเป็นชั้น ๆ (แนวคำตอบ เมื่อโลกค่อย ๆ เย็นตัวลง จะเกิดการพ่นรวมกันของ วัสดุประกอบโลก โดยวัสดุน้ำหนักสูงจะจมลงสู่ศูนย์กลาง และวัสดุ น้ำหนักเบาจะลอยตัวขึ้นสูงสูผิวโลก เกิดเป็นชั้นโลก)</p> <p>4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์และสรุปความรู้เกี่ยวกับ ลักษณะโครงสร้างโลกจากสื่อต่าง ๆ เช่น สื่อออนไลน์ (ชมวิดีโอทัศน์ ต่อหน้าที่ที่ 10.30-19.30) หนังสือแบบเรียนเรื่อง ส่วนประกอบ ของโลก</p> <div data-bbox="427 1272 1209 1568" data-label="Image"> <table border="1"> <caption>ลักษณะโครงสร้างโลก</caption> <thead> <tr> <th>ชั้น</th> <th>ความหนาแน่น (kg/m³)</th> <th>ความหนาแน่น (g/cm³)</th> <th>ความหนาแน่น (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เปลือกโลก (Crust)</td> <td>2,800</td> <td>2.8</td> <td>2,800</td> </tr> <tr> <td>เนื้อโลก (Mantle)</td> <td>3,300</td> <td>3.3</td> <td>3,300</td> </tr> <tr> <td>แก่นโลก (Core)</td> <td>11,000</td> <td>11.0</td> <td>11,000</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>ภาพที่ 1.1 ลักษณะโครงสร้างโลก ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 323)</p>	ชั้น	ความหนาแน่น (kg/m ³)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	ความหนาแน่น (kg/m ³)	เปลือกโลก (Crust)	2,800	2.8	2,800	เนื้อโลก (Mantle)	3,300	3.3	3,300	แก่นโลก (Core)	11,000	11.0	11,000	
ชั้น	ความหนาแน่น (kg/m ³)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	ความหนาแน่น (kg/m ³)														
เปลือกโลก (Crust)	2,800	2.8	2,800														
เนื้อโลก (Mantle)	3,300	3.3	3,300														
แก่นโลก (Core)	11,000	11.0	11,000														

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>5. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 แบบจำลองโลกของฉัน (50 นาที)</p> <p>ชั่วโมงที่ 2 ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองโลกของฉันหน้าชั้นเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแบบจำลองตามความเข้าใจของตนเอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างโลก ลักษณะของเปลือกโลก ประกอบไปด้วยเปลือกโลกชั้นนอกสุด (crust) ซึ่งประกอบด้วยสารซิลิโคน และอะลูมิเนียมเป็นหลัก มีลักษณะเป็นพื้นดินและพื้นน้ำ มีความหนาหรือลึกประมาณ 6-35 กิโลเมตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เปลือกโลกส่วนทวีป (Continental Crust) และเปลือกโลกส่วนมหาสมุทร (Oceanic Crust) มีความสำคัญมากที่สุดเนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ ชั้นถัดลงไปจากเปลือกโลกเรียกว่า เนื้อโลก (mantle) มีความหนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร แบ่งออกได้ 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อโลกชั้นบนตอนบน (Upper Mantle) เนื้อโลกชั้นบนตอนล่าง (Lower Mantle) และเนื้อโลกชั้นล่าง (Mantle) ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ เช่น ซิลิโคน เหล็ก และแมกนีเซียมเป็นหลัก บางส่วนเป็นของแข็ง บางส่วนหลอมละลายปนกันอยู่เรียกว่า หินหนืดหรือแมกมา (magma) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงมากประมาณ 800-4,300 องศาเซลเซียส มีสถานะหลักเป็นของแข็ง (Solid) และ 	<p>ด้านลักษณะและความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>ส่วนในสุดคือ ชั้นแก่นโลก (core) มีองค์ประกอบคือ เหล็กและนิกเกิล มีความหนาประมาณ 3,440 กิโลเมตร แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ แก่นโลกชั้นนอก (Outer Core) มีลักษณะเป็นของเหลวร้อน อุณหภูมิสูงมากประมาณ 4,300-6,200 องศาเซลเซียส และแก่นโลกชั้นในมีลักษณะเป็นของแข็งอุณหภูมิประมาณ 6,200-6,400 องศาเซลเซียส</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง</p> <p>1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ บนโลก ว่าประกอบด้วย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ธรณีภาค (lithosphere) ได้แก่ ส่วนที่เป็น ดิน หิน แร่ 2) อุทกภาค (hydrosphere) ได้แก่ ส่วนที่เป็นน้ำ 3) ชีวภาค (biosphere) ได้แก่ ส่วนที่เป็นสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ 4) บรรยากาศ (atmosphere) ได้แก่ ส่วนที่เป็นอากาศ ระบบทั้งสี่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน <p>2. ครูยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ บนโลกที่สอดคล้องกับบริบทของนักเรียน</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองของตนเองไปปรับปรุงให้สอดคล้องกับเนื้อหา</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการเรียนรู้ วิเคราะห์แบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นในกิจกรรมที่ 1 โลกของฉันท อธิบายลักษณะโลกแต่ละชั้น โดยเปรียบเทียบกับไข่ต้มผ่าซีก 2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปความสัมพันธ์ของระบบโลกทั้ง 4 ระบบ ที่พบในภาพจากการทัศนศึกษาของนักเรียนโรงเรียนวังไกลกังวลในใบกิจกรรมที่ 1 	<p>ด้านการลงข้อสรุป</p> <p>ด้านการประเมินผล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
 <p data-bbox="363 763 890 808">ภาพที่ 1.2 ระบบโลกทั้ง 4 ระบบ หนังสือเรียน สสวท.</p> <p data-bbox="300 869 772 913">ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 325)</p>	

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	- ประเมินชิ้นงาน	- แบบประเมินชิ้นงาน - แบบจำลองโครงสร้างโลก - ใบกิจกรรมที่ 1	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ	- กิจกรรมการทดลอง - สังเกต	- แบบบันทึกผลการทดลอง - แบบสังเกตพฤติกรรมการทำ กิจกรรม	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ	พฤติกรรมของนักเรียน รายบุคคล	แบบประเมินคุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ ระดับ ดี

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1. ห้องเรียนวิทยาศาสตร์โรงเรียน
2. ห้องสมุดโรงเรียน
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์

3.1 โครงสร้างโลก <https://www.youtube.com/watch?v=ukwlf9mVuLY&t=337s>

3.2 การทำเปเปอร์มาเช่ <https://www.youtube.com/watch?v=JCUB7uvyHf0>

4. อุปกรณ์ทำเปเปอร์มาเช่ กระดาษทิชชู, สีโปสเตอร์, น้ำ, ภาชนะใส่น้ำ, กาวลาเท็กซ์, แก้วพลาสติก, ไม้อัดขนาด A4

8.2 ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 โลกของฉัน

2. ใบความรู้ที่ 2 การทำเปเปอร์มาเช่

<https://www.youtube.com/watch?v=JCUB7uvyHf0>

3. แบบจำลองอธิบายโครงสร้างภายในโลก

9. บันทึกผลหลังสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่ เดือน.....พ.ศ.....

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

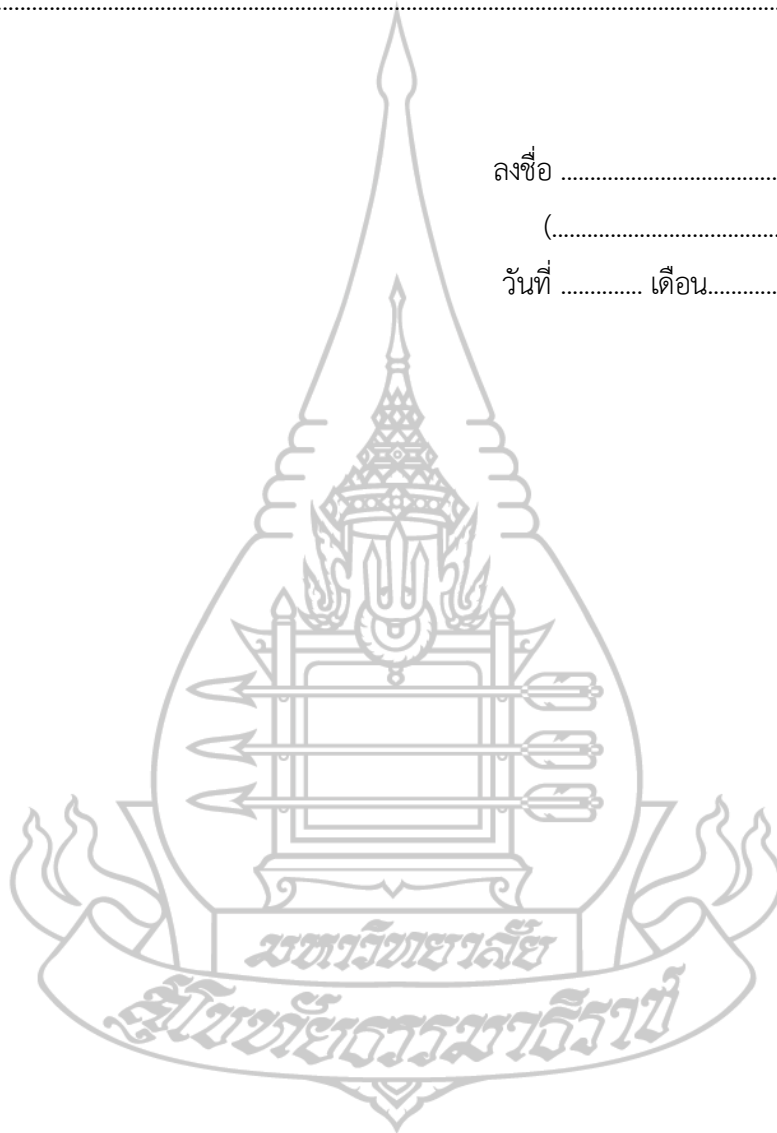
.....

.....

ลงชื่อผู้ตรวจ

(.....)

วันที่ เดือน.....พ.ศ.....



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โลกของฉัน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ให้นักเรียนใช้เทคนิคเปเปอร์มาเช่จากใบความรู้เรื่อง การทำเปเปอร์มาเช่ สร้างแบบจำลอง อธิบายโครงสร้างชั้นต่าง ๆ ของโลก ลงบนไม้อัดที่ครูเตรียมไว้ให้ กลุ่มละ 1 แผ่น โดยให้คำนึงถึงอัตราส่วนความหนาของชั้นต่าง ๆ ของโลกให้ได้สัดส่วน และใช้สีเพื่อสื่อถึงส่วนประกอบหลักในแต่ละชั้น พร้อมอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้สีแทนสารประกอบแต่ละชนิด (ใช้เวลา 45 นาที)

ตัวอย่างผลงานเปเปอร์มาเช่ 3 มิติ



ที่มา : <https://www.jeab.com/>

ตัวอย่างผลงานเปเปอร์มาเช่ 2 มิติ



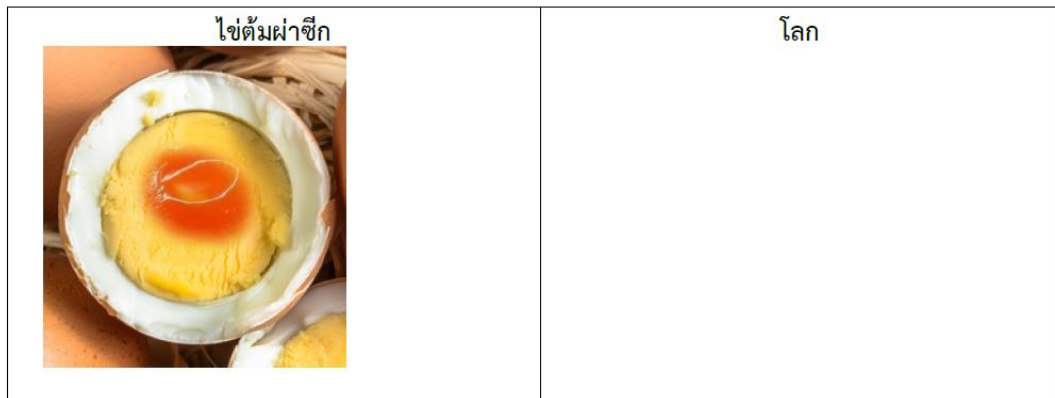
ที่มา : <http://ddpromote.com/id-512dd9ae4fba0b3e7c00280f.html>;
<https://www.youtube.com/watch?v=YfAzL18Rcyw>

2. ของแข็งบางส่วนที่หลอมละลายอยู่ในโลกเรียกว่าอะไร และมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ

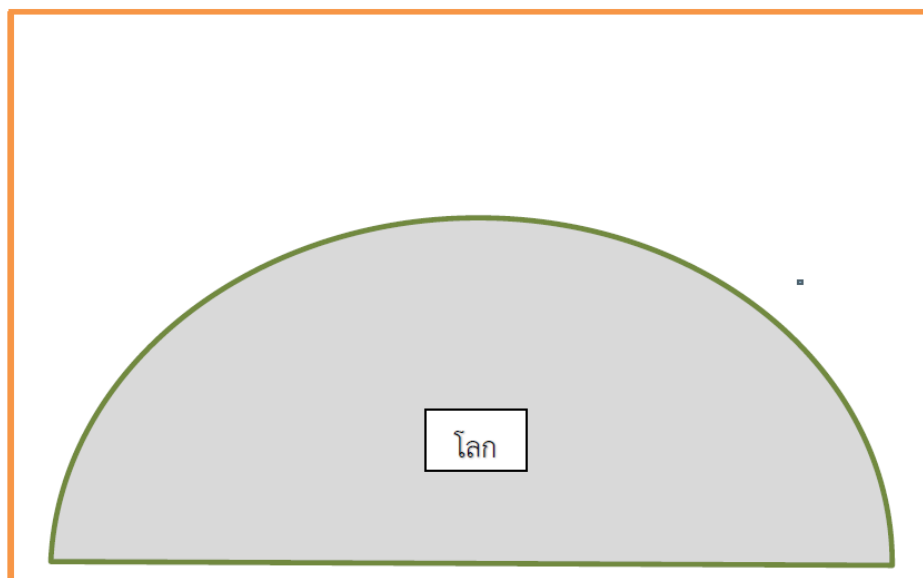
.....

.....

3. วาดแบบจำลองของโลกเปรียบเทียบชั้นต่าง ๆ ของโลกกับชั้นต่าง ๆ ของไข่ต้มเมื่อผ่าซีก



4. ให้นักเรียนวาดภาพความสัมพันธ์ของระบบทั้ง 4 ของโลก



5. นักเรียนคิดว่าภาพต่อไปนี้ มีระบบโลกระบบใดปรากฏอยู่บ้าง และแต่ละระบบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร



.....

.....

.....

.....

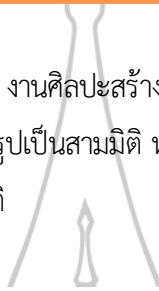
.....

.....



ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การทำเปเปอร์มาเซ่
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เปเปอร์มาเซ่ (Paper Mache) คือ งานศิลปะสร้างสรรค์ชิ้นงาน จากการเศษกระดาษแช่น้ำ ผสมกับ กาวลาเท็กซ์ นำมาแปะกับแบบหรือปั้นขึ้นรูปเป็นสามมิติ หรือใช้ไม้จิ้มฟันค่อย ๆ จิ้มกระดาษผสมกาวลงบน กระดาษหรือแผ่นไม้อัด จะได้ผลงานสองมิติ



ตัวอย่างเปเปอร์มาเซ่ 3 มิติ แบบจำลองโครงสร้างภายในภูเขาไฟ



ที่มา : อมรฤทธิ อุทรักษ์

ตัวอย่างผลงานเปเปอร์มาเซ่ 2 มิติ



ที่มา : <http://thaibigplaza.com/>

มาทำเปเปอร์มาเซ่อย่างง่ายกันเถอะ

อุปกรณ์	จำนวน
1. กระดาษทิชชู (อาจใช้กระดาษหนังสือพิมพ์หรือกระดาษใช้แล้วฉีกเป็นแผ่นเล็ก ๆ แช่น้ำ 1 คืน)	1 ม้วน
2. สีโปสเตอร์ สีแดง เหลือง น้ำเงิน	สีละ 1 ขวด
3. ไม้อัดขนาด A4	1 แผ่น
4. ไม้จิ้มฟัน	1 กล่อง
5. กาวลาเท็กซ์	1 ขวดเล็ก
6. ภาชนะใส่น้ำ	1 อัน

วิธีทำ

1. นำกระดาษทิชชูฉีกเป็นแผ่นเล็ก ๆ เช่นน้ำ นำกระดาษทิชชูบีบน้ำออก ผสมกระดาษเปียกเข้ากับ
 กาว
 ลาเท็กซ์ให้พอนเป็นรูปได้
2. แบ่งกระดาษผสมกาวเป็นก้อนเล็ก ๆ ตามจำนวนสีที่จะใช้ ผสมกระดาษเปียกเหนียวเข้ากับสีที่
 ต้องการ
3. ใช้ไม้จิ้มฟันหยึ่กระดาษเปียกเหนียวติดลงไปบนกระดาษไม้อัดเป็นรูปร่างตามต้องการ ทิ้งไว้ให้
 แห้ง





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง น้ำผิวดิน
 ผู้สอน นางสาวสุธาทิพย์ ลำภา

รายวิชาวิทยาศาสตร์
 เวลา 5 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/8 อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินจากแบบจำลอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดน้ำผิวดินได้ (K)
2. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินได้ (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรมจำลองการเกิดและปัจจัยในการเกิดน้ำผิวดินได้อย่างถูกต้อง และเป็นลำดับขั้นตอน (P)
4. มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้และการทำงานที่ได้รับมอบหมายตลอดเวลา (A)

3. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<ul style="list-style-type: none"> ● แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วง การไหลของน้ำทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำ เช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ ซึ่งร่องน้ำจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาในการกัดเซาะ ชนิดดินและหิน และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่งจะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่งน้ำ เช่น บึง ทะเลสาบ ทะเล และมหาสมุทร 	<p>พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา</p>

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วงการไหลของน้ำทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำเช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ ซึ่งร่องน้ำจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนระยะเวลาในการกัดเซาะ ชนิดดินและหินและลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่งจะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่งน้ำ เช่น บึง ทะเลสาบทะเล และมหาสมุทร

แหล่งน้ำผิวดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการการใช้ประโยชน์น้ำ และคุณภาพของแหล่งน้ำเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรการใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำ ใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืนซึ่งอาจทำได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต การจัดสรรและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำการป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการทดลอง 3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการรวบรวมข้อมูล 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>ชั่วโมงที่ 1-2</p> <p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง</p> <p>1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับแหล่งน้ำที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยใช้คำถามดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำในท้องถิ่นของนักเรียนมีลักษณะอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) - แหล่งน้ำที่นักเรียนพบในท้องถิ่นของตนเองและของเพื่อน ๆ มีลักษณะแตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) <p>2. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ต่อว่า แหล่งน้ำผิวดินดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร และปัจจัยใดบ้างที่เป็นผลต่อลักษณะของแหล่งน้ำ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป</p> <p>3. นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะของธารน้ำ</p> <p>ครูเตรียมอุปกรณ์ ให้นักเรียน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) กรวด 1,000 g 2) ทราย 2,000 g 3) น้ำสะอาด 1,500 cm³ 4) กระบะพลาสติกหรือถาดพลาสติก ขนาดใหญ่และเจาะรูระบายน้ำไว้ 1 ใบ 5) สายยางขนาดเล็ก ยาวประมาณ 60 cm 1 อัน 6) ภาชนะทรงสูงสำหรับใส่น้ำและรองรับน้ำ 2 ใบ 7) หนังสือที่มีความหนา 1-2 เล่ม <p>4. แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน</p> <p>5. นักเรียนรับใบกิจกรรมเรื่องใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะของธารน้ำ ศึกษารายละเอียดในใบกิจกรรม</p>	<p>ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>6. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดวัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม</p> <p>7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามรายละเอียด และบันทึกผลที่ได้จากการสังเกตลงในแบบบันทึกผล</p> <p>8. ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม การบันทึกข้อมูลของนักเรียนพร้อมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา</p> <p>ชั่วโมงที่ 3 ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง</p> <p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสังเกตที่ได้จากการทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอผลงานที่ได้ร่วมกันบันทึกการดำเนินการจำลองการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะของธารน้ำแล้วนั้น ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจากกองกรวดและทรายที่มีความสูงเท่ากัน มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ร่องน้ำที่เกิดจากกองทรายจะถูกกัดเซาะทรายออกมามากกว่าร่องน้ำที่เกิดจากกองกรวด) - ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจากกองทรายที่มีความสูงต่างกัน มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ร่องน้ำจากกองทรายที่สูงกว่าจะถูกกัดเซาะลึกกว่า) - จากกิจกรรมข้อที่ 1 และ 2 ถ้าหากนักเรียนเทน้ำด้วยความเร็วและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น นักเรียนคิดว่าลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ร่องน้ำจะมีลักษณะลึกและกว้างมากขึ้น) - ลักษณะของร่องน้ำบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ บริเวณต้นน้ำลักษณะร่องน้ำมีลักษณะเป็นร่องลึกเป็นรูป ตัว V และบริเวณปลายน้ำลักษณะร่องน้ำจะตื้นกว่าดังแสดงตามรูปภาพด้านล่าง) 	<p>ด้านลักษณะและความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<div data-bbox="397 436 738 750" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="368 824 895 869">ภาพที่ 5.1 ภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำ</p> <p data-bbox="300 929 770 974">ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 434)</p> <ul data-bbox="432 1037 895 1081" style="list-style-type: none"> - ลักษณะร่องน้ำเป็นรูป ตัว V เป็นเพราะเหตุใด <p data-bbox="443 1093 959 1137">(แนวคำตอบ เกิดจากความลาดชันของจุดที่ปล่อยน้ำ</p> <p data-bbox="300 1149 903 1193">และท้องน้ำทำให้น้ำมีการกัดเซาะท้องน้ำในแนวตั้งให้ลึกลง</p> <p data-bbox="300 1205 954 1249">เรื่อยๆ บริเวณท้องน้ำไม่มีดินหรือทรายละเอียด เนื่องจากถูกพัดพา</p> <p data-bbox="300 1261 927 1305">ไปหมด คงเหลือแต่กรวดหินขนาดต่าง ๆ ตามพื้นธารน้ำ เกิดจาก</p> <p data-bbox="300 1317 959 1361">กระบวนการกัดเซาะที่เป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรง จากกระแส</p> <p data-bbox="300 1373 927 1417">น้ำไหล จนสามารถกัดเซาะหินที่แข็งแรงได้ จึงมีลักษณะเป็นร่องน้ำ</p> <p data-bbox="300 1429 411 1473">รูปตัว “วี”</p> <p data-bbox="300 1485 427 1529">(V-Shape)</p> <ul data-bbox="432 1541 847 1585" style="list-style-type: none"> - ลักษณะร่องน้ำบริเวณปลายน้ำจะตื้นกว่า <p data-bbox="300 1597 730 1641">ต้นน้ำแต่ลำน้ำจะกว้างกว่าเป็นเพราะเหตุใด</p> <p data-bbox="443 1653 959 1697">(แนวคำตอบ เกิดจากกระบวนการทับถมของตะกอน</p> <p data-bbox="300 1709 959 1753">จากการพัดพาของน้ำจะเกิดเมื่อความเร็วของน้ำลดลง เนื่องจากร่อง</p> <p data-bbox="300 1765 959 1809">น้ำที่ขยายกว้างขึ้น หรือลำน้ำที่ไหลผ่านบริเวณที่ราบ ซึ่งการทับถม</p> <p data-bbox="300 1821 927 1865">ของตะกอนที่เกิดจากลำน้ำจะทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบ</p> <p data-bbox="300 1877 464 1921">ต่าง ๆ ขึ้นมาได้)</p> <ul data-bbox="432 1933 959 1977" style="list-style-type: none"> - จากกิจกรรมมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้ร่องน้ำที่เกิดขึ้น <p data-bbox="300 1989 512 2033">มีลักษณะแตกต่างกัน</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>(แนวคำตอบ ความแรง ความเร็วและปริมาณของ น้ำ ชนิดของตะกอน ความสูงของกองตะกอน) - จากกิจกรรมข้อที่ 3 ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ธาร น้ำจำลองที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง</p> <p>(แนวคำตอบ บริเวณต้นน้ำจะมีตะกอนขนาดใหญ่ สะสมตัว ส่วนบริเวณปลายน้ำจะมีตะกอนทรายสะสมตัวอยู่)</p> <p>ชั่วโมงที่ 4 ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย ได้ข้อสรุปของกิจกรรม ดังนี้</p> <p>(แนวคำตอบ จากผลการทำ กิจกรรมแสดงว่าเมื่อฉีดน้ำ ลงไปบน กองตะกอนกรวดจะทนต่อการกัดเซาะของน้ำได้มากกว่าตะกอน ทรายซึ่งมีขนาดเล็กกว่า ทรายละเอียดจึงถูกน้ำกัดเซาะพัดพา ออกมาจากกองตะกอนก่อนตะกอนกรวด และกองตะกอนที่อยู่สูง กว่าความลาดชันที่มีผลทำให้น้ำมีความแรงและความเร็วมากกว่า ดังนั้น ร่องน้ำของกองตะกอนที่สูงกว่าจะถูกน้ำกัดเซาะมากกว่า เมื่อฉีดน้ำไปที่ทรายจะพบว่า ตะกอนทรายละเอียดจะถูกพัดพา ออกมาสะสมตัวก่อน และถ้ายังฉีดน้ำนานขึ้นตะกอนทรายก็จะถูก พาไปไกลมากขึ้น และตะกอนกรวดก็จะถูกพัดมาสะสมและทับถม กันต่อไปตามลำดับ)</p>	<p>ด้านการลงข้อสรุป</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>2. ครูแสดงรูปภาพกระบวนการเกิดธารน้ำในธรรมชาติ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>ลำน้ำแม่แจ่ม อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ อยู่ในพื้นที่ที่มีระดับสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ของเขาค้อเกิดธารน้ำลักษณะแคบ</p> <p>น้ำตกบอย บริเวณลำน้ำเซ็ก อำเภอรังทอง จังหวัดพิษณุโลก น้ำตกส่วนใหญ่พบในบริเวณลักษณะ ภูมิประเทศที่สูงชันหรือบริเวณต้นน้ำ</p> <p>ภาพที่ 5.2 กระบวนการเกิดธารน้ำในธรรมชาติ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>แม่น้ำเจ้าพระยามีลักษณะการไหลแบบคดเคี้ยว พบในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย</p> <p>ธารประสานสายเป็นลักษณะของธารน้ำสายหลักที่ แตกออกเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ จำนวนมาก ที่ไหลประสานกัน ทั้งแยกและเชื่อมเข้าหากัน เกิดในบริเวณเนินตะกอน (น้ำพา) รูปพัด ที่พบอยู่บริเวณปลายหุบเขาชัน</p> <p>ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 435)</p> <p>จากแผนภาพดังกล่าวครูตั้งคำถาม ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปัจจัยที่ทำให้แหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไปมีอะไรบ้าง <p style="text-align: center;">(แนวคำตอบ ความทนทานในการกัดเซาะของดิน หิน</p> <p>แร่แต่ละชนิดในพื้นที่ที่น้ำไหลผ่าน ความเร็วและปริมาณของ กระแสน้ำในแต่ละฤดูกาล ระยะเวลาในการกัดเซาะของน้ำ ลักษณะ ภูมิประเทศ และลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของพื้นที่)</p> <p>3. ครูเชื่อมโยงการจำลองการกระทำของน้ำผิวดินกับการ กระทำของน้ำผิวดินที่ก่อให้เกิดภูมิลักษณะต่าง ๆ ทางธรณีวิทยาบน พื้นผิวโลกในการอภิปรายควรได้ข้อสรุปว่า</p> <p>(แนวคำตอบ การกัดเซาะของน้ำอย่างต่อเนื่องทำให้อ่างน้ำเปลี่ยน รูปร่างและทิศทางการไหลไปจากเดิม จากร่องน้ำเล็กๆ จำนวนมาก เมื่อไหลรวมกันมากขึ้น ๆ จะกลายเป็นลำธาร (steam) ธารน้ำที่เกิด</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>ขึ้นมาเป็นระยะเวลาหนึ่งจะเริ่มมีสภาพคลองตัวการไหลมากขึ้น สามารถพัดตะกอนขนาดต่าง ๆ ไปกับกระแสน้ำได้สะดวก ธารน้ำที่ ถูกกัดเซาะอย่างต่อเนื่อง ในที่สุดจะกลายเป็นแม่น้ำ (river) ซึ่งจะมี ขนาดความกว้างหลายเมตรหรือกิโลเมตร ซึ่งพบอยู่บริเวณปลายน้ำ หรือบริเวณพื้นที่ราบลุ่มบริเวณก่อนที่แม่น้ำจะไหลออกสู่ทะเลหรือ อ่าว ในแม่น้ำที่พัฒนาสมบูรณ์แล้ว การกัดเซาะของน้ำในแนวระดับ จะกว้างมากกว่าในทางลึกลงมาดังกล่าวกว่าทำให้ ขนาดของแม่น้ำมี ขนาดใหญ่ และรูปร่างของแม่น้ำมีลักษณะการไหลคดเคี้ยวไปมาอยู่ บนพื้นที่ราบ ดังตัวอย่างแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลคดเคี้ยวผ่านที่ราบ ลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย</p>  <p>ภาพที่ 5.3 แม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านบริเวณพื้นที่ราบลุ่ม ภาคกลางตอนล่าง บริเวณจังหวัดชัยนาท (เอื้อเฟื้อภาพโดย สีน สีนสกุล)</p> <p>ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 437)</p> <p>ชั่วโมงที่ 5</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> จากนั้นครูตั้งคำถามเชื่อมโยงถึงแหล่งน้ำในท้องถิ่นของตนเอง โดยใช้คำถามดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - หากนำลักษณะปัจจัยของการเกิดแหล่งน้ำที่ได้เรียนรู้ ในครั้งนี้ แหล่งน้ำในท้องถิ่นของนักเรียนเกิดจากปัจจัยใด <p>(แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ลักษณะของแหล่งน้ำ ที่เป็นแม่น้ำ บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำจะมีลักษณะอย่างไร 	<p>ด้านการประเมินผล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
<p>(แนวคำตอบ บริเวณต้นน้ำ ร่องน้ำจะเป็นลักษณะเป็น ร่องลึกหรือเป็นรูป V Shape บริเวณกลางน้ำร่องน้ำจะมีตะกอน บริเวณกลางน้ำและส่วนบริเวณปลายน้ำตะกอนจะสะสมปริมาณ มากเนื่องจากเป็นบริเวณที่ชะลอการไหลหรือความแรงของน้ำ น้อยลง)</p> <p>- หากเป็นสระน้ำลักษณะแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นจะเป็น อย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ สระน้ำจะเป็นแหล่งน้ำในระบบปิด เกิด จากการสร้างขึ้นของมนุษย์ เมื่อเวลาผ่านไปลักษณะดินเงินมากขึ้น เนื่องจากตะกอนไหลเข้าไปในแหล่งน้ำนั้น)</p> <p>2. นักเรียนคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ ด้วย การวาดภาพแสดงทิศทางการไหลของน้ำในแม่น้ำ และลักษณะของ สระน้ำ เมื่อผ่านไในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (50 ปี) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการคาดคะเนสภาพแหล่งน้ำ</p> <p>3. นักเรียนนำเสนอผลการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของ แหล่งน้ำ</p> <p>4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปให้ได้ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำผิวดินเกิดได้อย่างไร - ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดแหล่งน้ำผิวดินมีอะไรบ้าง <p>(แนวคำตอบ ความแรง ความเร็วและปริมาณของ น้ำ ชนิดของตะกอน ความสูงของกองตะกอน)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำผิวดินมีแหล่งน้ำชนิดใดบ้าง <p>(แนวคำตอบ น้ำจืด เช่น แม่น้ำ คลอง หนอง บึง และน้ำเค็ม เช่น ทะเลและมหาสมุทร)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำผิวดินมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างไร <p>(แนวคำตอบ ใช้ในการอุปโภค บริโภค ด้าน การเกษตร อุตสาหกรรม)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำผิวดินเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการ ดำรงชีวิตในปัจจุบันหรือไม่อย่างไร <p>(แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ
- การเปลี่ยนแปลงของแหล่งส่งผลต่อการดำรงชีวิต อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)	

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้ เกี่ยวกับปัจจัยและ กระบวนการเกิดแหล่งน้ำ ผิวดิน	1) ตรวจสอบเอกสาร ใบกิจกรรม 2) การร่วมอภิปรายหา ข้อสรุป 3) การตอบคำถาม ตรวจสอบความเข้าใจ	1) ใบกิจกรรม	ผ่าน : นักเรียนทำได้ ถูกต้อง 80% ขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียน ทำได้ต่ำกว่า 80%
2) ด้านทักษะ/ กระบวนการด้าน - การสร้างแบบจำลอง	1) สังเกตพฤติกรรม 2) ตรวจสอบใบงาน	1) แบบประเมินผลการ ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้	ผ่าน : นักเรียนทำได้ 10 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียนทำ ได้ต่ำกว่า 10 คะแนน
3) ด้านคุณลักษณะ - มีเหตุผล - มีความอยากรู้อยาก เห็น - ใจกว้าง - มีความซื่อสัตย์และมี ใจเป็นกลาง - มีความเพียรพยายาม - มีความละเอียด รอบคอบ	1) สังเกตพฤติกรรม	1) แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่าน : นักเรียนทำได้ 10 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียนทำ ได้ต่ำกว่า 10 คะแนน

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้ในชุมชน
2. ห้องสมุดโรงเรียน
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์, ไม้อัดขนาด A4
4. วิดีทัศน์

8.2 ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะของธารน้ำ
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคาดคะเนสภาพแหล่งน้ำ

9. บันทึกผลหลังสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่ เดือน.....พ.ศ.....

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

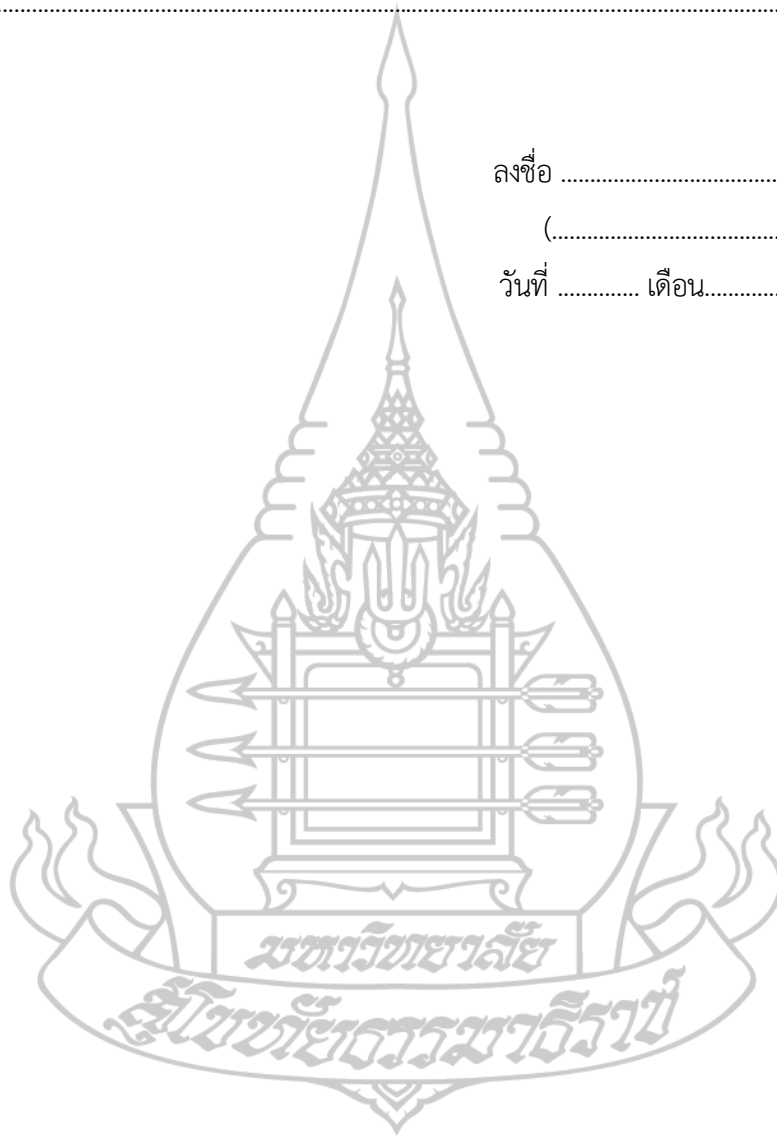
.....

.....

ลงชื่อผู้ตรวจ

(.....)

วันที่ เดือน.....พ.ศ.....



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะของธารน้ำ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1. ชั้น เลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2. ชั้น เลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3. ชั้น เลขที่.....เลขานุการ
4. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลอง สังเกตและอธิบายลักษณะของร่องน้ำที่เกิดจากสถานการณ์จำลองได้
2. สังเกตและวาดรูปลักษณะธารน้ำจำลองที่เกิดขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ
3. อธิบายเกี่ยวกับทิศทางการไหลของน้ำ ขนาดและรูปร่างของธารน้ำ ความเร็วของน้ำในร่องน้ำ รวมถึงการกัดเซาะ การพัดพาและการสะสมของทรายที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จำลอง ดังภาพ



ภาพสถานการณ์จำลอง

อุปกรณ์

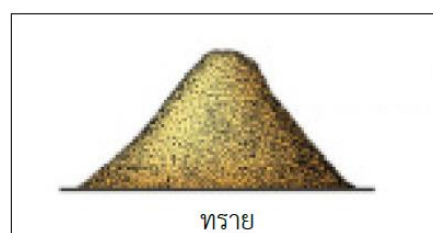
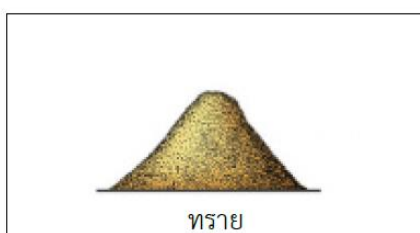
รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1) กรวด	1,000 g
2) ทราย	2,000 g
3) น้ำสะอาด	1,500 cm ³
4) กระบะพลาสติกหรือถาดพลาสติก ขนาดใหญ่และเจาะรูระบายน้ำไว้	1 ใบ
5) สายยางขนาดเล็ก ยาวประมาณ 60 cm	1 อัน
6) ภาชนะทรงสูงสำหรับใส่น้ำและรองรับน้ำ	2 ใบ
7) หนังสือที่มีความหนา	1-2 เล่ม

ขั้นตอนการปฏิบัติ

- นำกรวดและทรายมากองแยกกันและให้ทั้งสองกองมีความสูงเท่ากัน เทน้ำบนกองตะกอนทั้งสองด้วยความเร็วและปริมาณเท่ากัน สังเกตลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นและบันทึกผล



- นำทรายมากองแยกกัน จำนวน 2 กอง ให้ทั้งสองกองมีความสูงต่างกัน เทน้ำลงบนกองตะกอนทั้งสองด้วยความเร็วและปริมาณน้ำเท่ากัน สังเกตลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นและบันทึกผล



3. นำทรายในข้อที่ 1 และ 2 มาเกลี่ยลงในกระบะพลาสติกที่วางเอียงดังภาพ จากนั้นค่อย ๆ ฉีดน้ำจนถึงปลายน้ำ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับทิศทางการไหลของน้ำ ขนาดและรูปร่างของธารน้ำจำลอง ความเร็วของน้ำในลำธารน้ำจำลอง รวมถึงการกัดเซาะ การพัดพาและการสะสมของทรายที่เกิดขึ้น



ตารางบันทึกผล

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต		ภาพวาดที่ได้จากการสังเกต	
	กองทราย	กองกรวด	กองทราย	กองกรวด
กิจกรรมข้อที่ 1 เทน้ำเท่ากันบน กองตะกอนต่าง ชนิดที่มีความสูง เท่ากัน		
กิจกรรมข้อที่ 2 เทน้ำเท่ากันบน กองตะกอนชนิด เดียวกันแต่มี ความสูงไม่เท่ากัน	กองทรายกองที่ 1 ความสูง 20 ซม.	กองทรายกองที่ 2 ความสูง 10 ซม.	กองทรายกองที่ 1 ความสูง 20 ซม.	กองทรายกองที่ 2 ความสูง 10 ซม.

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต		ภาพวาดที่ได้จากการสังเกต	
		
กิจกรรมข้อที่ 3 ฉีดน้ำบนกระเบ ทราย	

ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจากกองกรวดและทรายที่มีความสูงเท่ากัน มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจากกองทรายที่มีความสูงต่างกัน มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. จากกิจกรรมข้อที่ 1 และ 2 ถ้าเทน้ำด้วยความเร็วและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น นักเรียนคิดว่าลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จากกิจกรรมมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้ร่องน้ำที่เกิดขึ้นมีลักษณะแตกต่างกัน

.....

.....

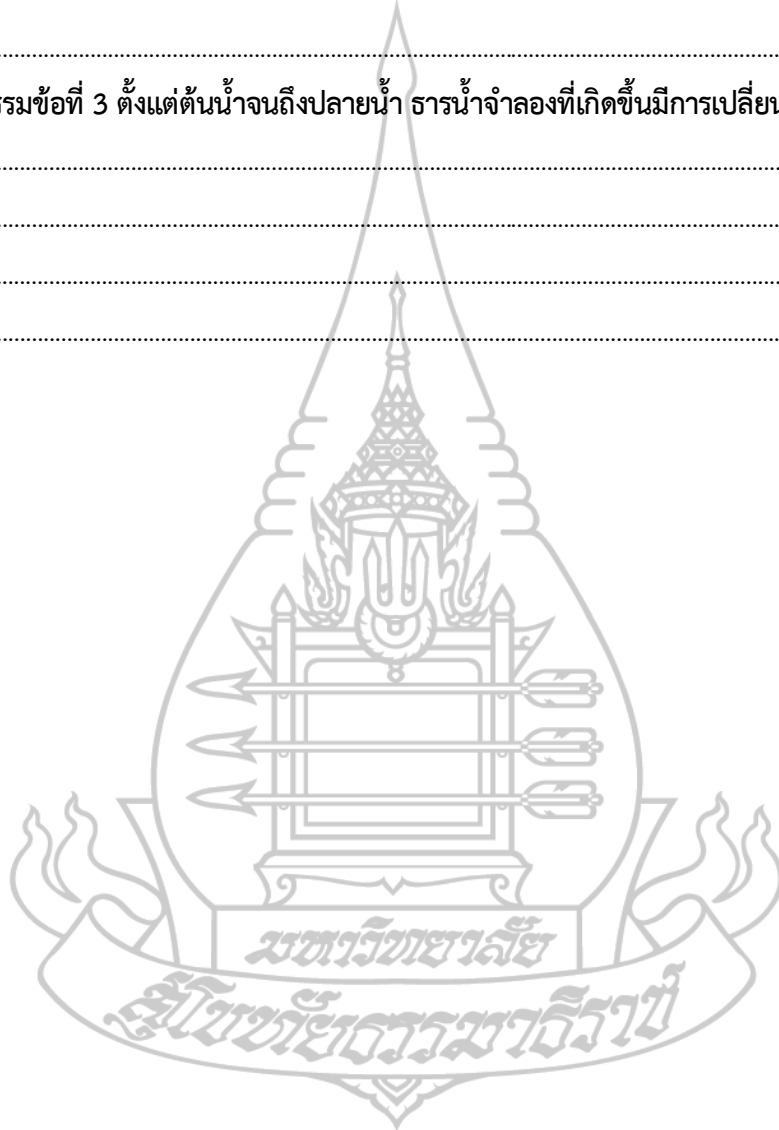
.....

5. จากกิจกรรมข้อที่ 3 ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ธารน้ำจำลองที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....



แนวทางการตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะของธารน้ำ
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1.ชั้นเลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2.ชั้นเลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3.ชั้นเลขที่.....เลขานุการ
4.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลอง สังเกตและอธิบายลักษณะของร่องน้ำที่เกิดจากสถานการณ์จำลองได้
2. สังเกตและวาดรูปลักษณะธารน้ำจำลองที่เกิดขึ้นตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ
3. อธิบายเกี่ยวกับทิศทางการไหลของน้ำ ขนาดและรูปร่างของธารน้ำ ความเร็วของน้ำในร่องน้ำ รวมถึงการกัดเซาะ การพัดพาและการสะสมของทรายที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จำลอง ดังภาพ



ภาพสถานการณ์จำลอง

อุปกรณ์

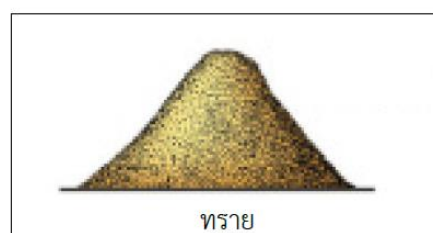
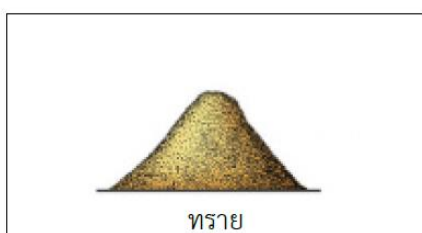
รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1) กรวด	1,000 g
2) ทราย	2,000 g
3) น้ำสะอาด	1,500 cm ³
4) กระบะพลาสติกหรือถาดพลาสติก ขนาดใหญ่และเจาะรูระบายน้ำไว้	1 ใบ
5) สายยางขนาดเล็ก ยาวประมาณ 60 cm	1 อัน
6) ภาชนะทรงสูงสำหรับใส่น้ำและรองรับน้ำ	2 ใบ
7) หนังสือที่มีความหนา	1-2 เล่ม

ขั้นตอนการปฏิบัติ

- นำกรวดและทรายมากองแยกกันและให้ทั้งสองกองมีความสูงเท่ากัน เหน้าบนกองตะกอนทั้งสองด้วยความเร็วและปริมาณเท่ากัน สังเกตลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นและบันทึกผล



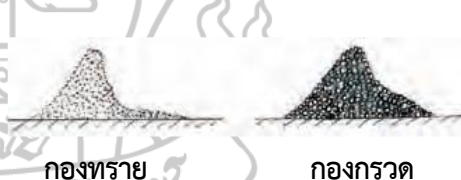

- นำทรายมากองแยกกัน จำนวน 2 กอง ให้ทั้งสองกองมีความสูงต่างกัน เหน้าลงบนกองตะกอนทั้งสองด้วยความเร็วและปริมาณน้ำเท่ากัน สังเกตลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นและบันทึกผล



3. นำทรายในข้อที่ 1 และ 2 มาเกลี่ยลงในกระบะพลาสติกที่วางเอียงดังภาพ จากนั้นค่อย ๆ ฉีดน้ำจนถึงปลายน้ำ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับทิศทางการไหลของน้ำ ขนาดและรูปร่างของธารน้ำจำลอง ความเร็วของน้ำในลำธารน้ำจำลอง รวมถึงการกัดเซาะ การพัดพาและการสะสมของทรายที่เกิดขึ้น



ตารางบันทึกผล

กิจกรรม การทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต	ภาพวาดที่ได้จากการสังเกต
เทน้ำเท่ากันบน กองตะกอนต่าง ชนิดที่มีความสูง เท่ากัน	กองกรวดและกองทรายจะถูกน้ำกัด เซาะเป็นร่องน้ำ แต่กองกรวดซึ่งมี ขนาดตะกอนหยาบกว่าจะต้านทาน ต่อการกัดเซาะของน้ำที่ไหลลงมาได้ มากกว่า กองทรายจะถูกน้ำกัดเซาะ ให้ไหลออกมาจากกองทรายก่อน กองกรวด	
เทน้ำเท่ากันบน กองตะกอนชนิด เดียวกันแต่มี ความสูงไม่เท่ากัน	การเทน้ำลงบนกองตะกอน น้ำจะ กัดเซาะกองตะกอนให้เกิดลักษณะ เป็นร่อง กองตะกอนที่สูงกว่าน้ำจะ กัดเซาะกองตะกอนให้เกิดเป็นร่อง ได้มากและรวดเร็วกว่า	

กิจกรรม การทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต	ภาพวาดที่ได้จากการสังเกต
ฉีดน้ำบนกระเบ ทราย	เมื่อฉีดน้ำลงไปบนกองตะกอนใน กระเบทราย ตะกอนที่มีขนาดเล็ก สุดได้แก่ ทรายละเอียด จะถูกน้ำ พัดพาออกมาจากกองตะกอนก่อน ตะกอนขนาดอื่น ๆ และจะถูกน้ำ พัดพาไปสะสมและทับถมใน ลักษณะที่แผ่กระจายออกไป และ เมื่อฉีดน้ำต่อไปเรื่อย ๆ ทราย ละเอียดที่สะสมและทับถมกัน บริเวณดังกล่าว จะถูกน้ำพัดพา ต่อไปอีกและจะไปสะสมและทับถม กันในบริเวณพื้นที่ราบต่อไป ตามลำดับ	 <p data-bbox="1085 851 1228 884">กระเบทราย</p>

ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจากกองกรวดและทรายที่มีความสูงเท่ากัน มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ร่องน้ำที่เกิดจากกองทรายจะถูกกัดเซาะทรายออกมามากกว่าร่องน้ำที่เกิดจากกองกรวด

2. ร่องน้ำที่เกิดขึ้นจากกองทรายที่มีความสูงต่างกัน มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ร่องน้ำที่เกิดจากกองทรายที่สูงกว่าจะถูกกัดเซาะลึกกว่า

3. จากกิจกรรมข้อที่ 1 และ 2 ถ้าเทน้ำด้วยความเร็วและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น นักเรียนคิดว่าลักษณะร่องน้ำที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ร่องน้ำจะมีลักษณะลึกและกว้างมากขึ้น

4. จากกิจกรรมมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลให้ร่องน้ำที่เกิดขึ้นมีลักษณะแตกต่างกัน

แนวคำตอบ ความแรง ความเร็วและปริมาณของน้ำ ชนิดของตะกอน ความสูงของกองตะกอน

5. จากกิจกรรมข้อที่ 3 ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ธารน้ำจำลองที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง


แนวคำตอบ บริเวณต้นน้ำจะมีตะกอนกรวดขนาดใหญ่สะสมตัว ส่วนบริเวณปลายน้ำจะมีตะกอนทรายสะสมตัวอยู่

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคาดคะเนสภาพแหล่งน้ำ
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพและอธิบายข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. แม่น้ำไหลผ่านหมู่บ้านแห่งหนึ่ง

สภาพแหล่งน้ำ	สภาพแหล่งน้ำอีก 50 ปีข้างหน้า
	

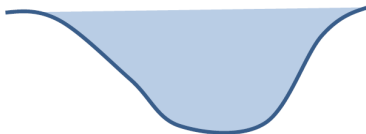
1.1 สาเหตุที่แหล่งน้ำนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสาเหตุใด

.....

1.2 นักเรียนเสนอวิธีการจัดการแก้ปัญหาจากสภาพการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างไร

.....

2. สระน้ำแห่งหนึ่ง

สภาพแหล่งน้ำ	สภาพแหล่งน้ำอีก 50 ปีข้างหน้า
	

2.1 สาเหตุที่แหล่งน้ำนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากสาเหตุใด

.....

.....

2.2 นักเรียนเสนอวิธีการจัดการแก้ปัญหาจากสภาพการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างไร

.....

.....





แนวการตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคาดคะเนสภาพแหล่งน้ำ
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพและอธิบายข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. แม่น้ำไหลผ่านหมู่บ้านแห่งหนึ่ง

สภาพแหล่งน้ำ	สภาพแหล่งน้ำอีก 50 ปีข้างหน้า
	

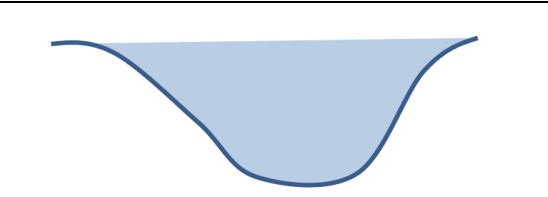
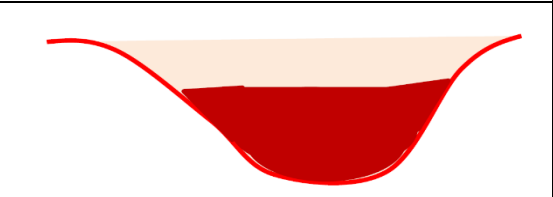
1.1 สาเหตุที่แหล่งน้ำนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากสาเหตุใด

.....ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน.....

1.2 นักเรียนเสนอวิธีการจัดการแก้ปัญหาจากสภาพการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างไร

.....ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน.....

2. สระน้ำแห่งหนึ่ง

สภาพแหล่งน้ำ	สภาพแหล่งน้ำอีก 50 ปีข้างหน้า
	

2.1 สาเหตุที่แหล่งน้ำนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากสาเหตุใด

.....ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน.....

2.2 นักเรียนเสนอวิธีการจัดการแก้ปัญหาจากสภาพการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างไร

.....ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน.....





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง น้ำใต้ดิน

เวลา 5 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสุธาทิพย์ ลำภา

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/8 อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดน้ำใต้ดินและการกักเก็บของน้ำบาดาลได้ (K)
2. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดินได้ (K)
3. ปฏิบัติกิจกรรมจำลองการเกิดและปัจจัยในการเกิดน้ำใต้ดินได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน (P)
4. มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้และการทำงานที่ได้รับมอบหมายตลอดเวลา (A)

3. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<ul style="list-style-type: none"> ● แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้พื้นโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินหรือชั้นดินจนอึดตัวไปด้วยน้ำ 	<p>พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา</p>

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้พื้นโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินหรือชั้นดินจนอิ่มตัวไปด้วยน้ำ แหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการการใช้ประโยชน์น้ำและคุณภาพของแหล่งน้ำเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรการใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการใช้น้ำ อย่างเหมาะสมและยั่งยืนซึ่งอาจทำได้โดยการจัดการหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต การจัดสรรและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

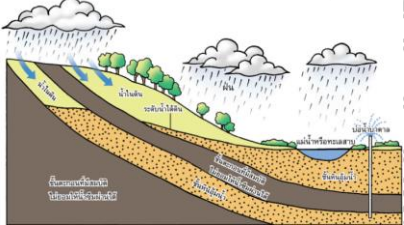
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย รับผิดชอบ
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
1) ทักษะการสังเกต	3. ซื่อสัตย์ สุจริต
2) ทักษะการทดลอง	4. มุ่งมั่นในการทำงาน
3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน	
4) ทักษะการทำงานร่วมกัน	
5) ทักษะการรวบรวมข้อมูล	
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	

6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>ชั่วโมงที่ 1-2</p> <p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง</p> <p>1. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างและอธิบายลักษณะและความสำคัญของแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญในท้องถิ่น โดยตั้งคำถาม ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ในท้องถิ่นที่นักเรียนอาศัยอยู่พบแหล่งน้ำผิวดินมีลักษณะอย่างไรบ้าง <p>(แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับท้องถิ่นนักเรียน เช่น ทะเล คลอง แม่น้ำ บึง ธารน้ำตก ฯลฯ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำผิวดินดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร <p>(แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปัจจัยใดบ้างที่เป็นผลต่อลักษณะของแหล่งน้ำ <p>(แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>2. ครูใช้คำถามสร้างความสนใจและเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่เกี่ยวกับแหล่งน้ำใต้ดิน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนคิดว่าบริเวณใต้ดินมีแหล่งน้ำอยู่หรือไม่ ทราบได้อย่างไร (นักเรียนบางคนอาจมีประสบการณ์การใช้น้ำบาดาลในหมู่บ้านหรือชุมชน สามารถตอบได้จากประสบการณ์) - นักเรียนคิดว่าลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน จะเหมือนกับแหล่งน้ำผิวดินหรือไม่อย่างไร ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป <p>3. นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล ครูเตรียมอุปกรณ์ให้นักเรียน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) กล่องพลาสติกใส (ขนาดประมาณ 14 cm x 26 cm และสูง 10 cm) เจาะรูบริเวณกึ่งกลางด้านกว้างสูงจากพื้น 1.5 cm พร้อมมีจุกยางอุดไว้ 2) ดินเหนียว 3) ทราย 4) ไม้บรรทัด 	<p>ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล</p>

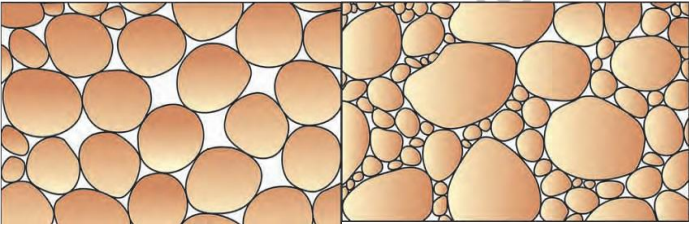
กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>5) น้ำสะอาด</p> <p>6) ดินสอ</p> <p>7) หลอดกาแฟชนิดใส ยาวประมาณ 4 cm</p> <p>8) กระดาษทิชชู</p> <p>9) สีสผสมอาหาร</p> <p>10) ฝักบัวรดน้ำ</p> <p>4. แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน</p> <p>5. นักเรียนรับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล ศึกษารายละเอียดในใบกิจกรรม</p> <p>6. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดวัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม</p> <p>7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามรายละเอียด และบันทึกผลที่ได้จากการสังเกตลงในแบบบันทึกผล</p> <p>8. ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม การบันทึกข้อมูลของนักเรียนพร้อมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา</p> <p>ชั่วโมงที่ 3</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง</p> <p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสังเกตที่ได้จากการทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอผลงานที่ได้ร่วมกัน บันทึกการดำเนินการจำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล แล้วนั้น ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขนาดตะกอนทรายและดินเหนียวมีขนาดแตกต่างกันอย่างไร <p>(แนวคำตอบ ตะกอนทรายจะมีขนาดใหญ่กว่าดินเหนียว)</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อพรมน้ำไปที่กล่องพลาสติก ระดับน้ำในชั้นทรายและในหลอดกาแฟมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง <p>(แนวคำตอบ ระดับน้ำในชั้นทรายและในหลอดกาแฟจะค่อย ๆ เพิ่มระดับสูงขึ้น)</p> <ul style="list-style-type: none"> - น้ำที่ตกลงไปถูกกักเก็บอยู่ในชั้นตะกอนชนิดใดบ้าง จำนวนกี่ชั้น และตะกอนดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร 	<p>ด้านลักษณะและความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>(แนวคำตอบ น้ำจะไหลซึมและสะสมอยู่ในชั้นทราย จำนวน 2 ชั้น แต่ละชั้นจะถูกขนาบด้วยชั้นดินเหนียวด้านใดด้านหนึ่งหรือ ทั้ง 2 ด้าน และตะกอนทรายมีลักษณะร่วนและเม็ดตะกอนมีขนาดเท่า ๆ กัน)</p> <p>- ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้ มีลักษณะตะกอนอย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้จะมีลักษณะตะกอนเนื้อละเอียดแน่นและมีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อย ทำให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้)</p> <p>- ถ้ามีการทิ้งขยะพิษบนผิวดินจะมีผลต่อน้ำบาดาลอย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำบาดาลก็จะมีสารพิษปนเปื้อนสารพิษได้ถ้ามีการซึมเช็ดเกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งบริเวณใกล้แหล่งทิ้งจะมีความเข้มข้นของสารพิษสูงกว่าบริเวณที่ไกลแหล่งทิ้งสารพิษ)</p> <p>- จากกิจกรรมดังกล่าว สามารถสรุปผลการทำกิจกรรมได้อย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ จากผลการทำกิจกรรมพบว่า น้ำที่ไหลซึมเข้าสู่ชั้นทรายจะค่อย ๆ ไหลซึมลงสู่ใต้ดิน น้ำส่วนที่เหลือจากที่ดินดูดซับไว้จะไหลซึมในระดับลึกลงต่อไปอีก และไปกักเก็บไว้ตามช่องว่างระหว่างตะกอนทรายทั้งสองชั้นจนกระทั่งแหล่งกักเก็บน้ำดังกล่าวอึดตัวด้วยน้ำเกิดเป็นแหล่งน้ำใต้ดิน)</p> <p>- น้ำที่ไหลซึมเข้าสู่ชั้นทรายจากกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล เปรียบเสมือนการไหลของน้ำแหล่งใด</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำผิวดินที่ค่อย ๆ ไหลซึมลงสู่ใต้ดิน)</p> <p>- น้ำที่ไหลซึมลงสู่ใต้ดินส่วนแรกจะไหลซึมอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินเรียกว่าอะไร</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำในดิน (soil water))</p> <p>- ปริมาณน้ำในดิน (soil water) เป็นอย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำในดิน (soil water) มีปริมาณน้อยมาก ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้)</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- น้ำส่วนที่เหลือจากที่ดินดูดซับไว้จะไหลซึมในระดับลึกลงต่อไปอีกจะเดินทางอย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำส่วนที่เหลือจากที่ดินดูดซับไว้จะไหลซึมและสุดท้ายจะไปถูกกักเก็บไว้อยู่ตามช่องว่างระหว่างตะกอนหรือตามรอยแตกรอยแยกที่อยู่ต่อเนื่องกันของหิน ชั้นหินหรือชั้นตะกอนจนกระทั่งแหล่งกักเก็บน้ำดังกล่าวอึดตัวด้วยน้ำ)</p> <p>- เราเรียกน้ำที่ถูกกักเก็บไว้อึดตัวด้วยน้ำนี้ว่าอะไร</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำบาดาล)</p> <p>ชั่วโมงที่ 4</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง</p> <p>1. ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดแหล่งน้ำใต้ดินในธรรมชาติโดยการพิจารณาภาพด้านล่างนี้แล้วเชื่อมโยงกับการเกิดแหล่งน้ำใต้ดินที่ได้จากการทำกิจกรรมร่วมกัน</p>  <p>ภาพที่ 6.1 แสดงน้ำในดิน ระดับน้ำใต้ดิน ชั้นหินอุ้มน้ำและชั้นหินที่รองรับชั้นหินอุ้มน้ำ</p> <p>ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 486)</p> <p>- จากภาพชั้นหินหรือชั้นตะกอนที่สามารถกักเก็บน้ำ บาดาลไว้ได้ตัวอย่างเช่น ชั้นตะกอนทราย ชั้นกรวด เรียกว่าอะไร</p> <p>(แนวคำตอบ ชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifer))</p> <p>- จากภาพลักษณะชั้นหินอุ้มน้ำน่าจะมีสมบัติอย่างไร</p>	<p>ด้านการลงข้อสรุป</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>(แนวคำตอบ ชั้นหินอุ้มน้ำจะมีสมบัติยอมให้น้ำซึมเข้าได้โดยง่าย เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างอนุภาคของตะกอนกว้าง จึงทำให้กักเก็บน้ำไว้ได้เป็นปริมาณมากจนกลายเป็นแหล่งน้ำบาดาล)</p> <p>- ชั้นหินอุ้มน้ำมีองค์ประกอบอะไรบ้าง</p> <p>(แนวคำตอบ ชั้นหินอุ้มน้ำจะมีชั้นหินหรือชั้นตะกอนที่ประกอบด้วยตะกอนขนาดเล็กและมีเนื้อละเอียดแน่น เช่น ชั้นหินดินดาน ชั้นหินทรายแป้ง ซึ่งมีสมบัติไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้รองรับไว้ด้านล่างหรืออาจถูกขนาบไว้ทั้งด้านบนและด้านล่าง)</p> <p>- ถ้าหากชั้นหินอุ้มน้ำถูกขนาบไว้ทั้งด้านบนและด้านล่างด้วยชั้นหินที่มีเนื้อละเอียดแน่น จะส่งผลต่อแรงดันน้ำอย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ มีผลต่อแรงดันของน้ำขึ้น)</p> <p>- ถ้าเราขุดบ่อบาดาลลงไปที่ชั้นหินอุ้มน้ำดังกล่าว น้ำบาดาลจะไหลพุ่งขึ้นไปอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งในบ่อ หรือไหลล้นออกมาจากปากบ่อขึ้นอยู่กับปัจจัยใด</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำบาดาลจะไหลพุ่งขึ้นไปอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งในบ่อ หรือไหลล้นออกมาจากปากบ่อขึ้นอยู่กับลักษณะการวางตัวของชั้นหินดังกล่าวในแต่ละพื้นที่และแรงดันที่เกิดขึ้นในชั้นหินอุ้มน้ำ)</p> <p>- จากภาพถ้าหากน้ำบาดาลไหลผ่านรอยแตก รอยแยกของผิวโลกขึ้นมาจะเรียกว่าอะไร</p> <p>(แนวคำตอบ น้ำพุ (Spring))</p> <p>ภาพที่ 6.2 ภาพตัดขวางแสดงลักษณะของแหล่งน้ำต่าง ๆ บนผิวโลก</p> <p>ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 488)</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>อะไร</p> <p>บึงจ้ายไถ</p> <p>- หากพิจารณาภาพนี้ ระดับบนสุดของน้ำบาดาล เรียกว่า (แนวคำตอบ ระดับน้ำใต้ดิน (water table))</p> <p>- ระดับน้ำใต้ดินจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงระดับขึ้นและลงตาม (แนวคำตอบ ตามลักษณะภูมิประเทศ และตามฤดูกาล)</p> <p>- หากพิจารณาในช่วงฤดูฝน ระดับน้ำใต้ดินจะเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ น้ำใต้ดินจะมีระดับสูง)</p> <p>- หากพิจารณาในช่วงฤดูแล้ง ระดับน้ำใต้ดินจะเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ น้ำใต้ดินจะมีระดับลดลง)</p> <p>- จากภาพระดับน้ำใต้ดินจะวางตัวอย่างไร (แนวคำตอบ ระดับน้ำใต้ดินจะวางตัวไปตามแนวชั้นหินหรือตามลักษณะภูมิประเทศและจะไปบรรจบกับระดับน้ำในแม่น้ำหรือทะเลสาบ)</p> <p>- นักเรียนคิดว่าลักษณะของตะกอนในชั้นหินอุ้มน้ำมีผลต่อปริมาณของน้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บหรือไม่ (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>ชั่วโมงที่ 5 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง</p> <p>1. นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลหรือไม่ ครูเตรียมอุปกรณ์ให้นักเรียนดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ภาชนะปากกว้างที่มีปริมาตรเท่ากัน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะประมาณ 8 cm และสูงประมาณ 9 cm) 2) ทรายหยาบ 3) กรวดขนาดเท่า ๆ กัน 4) น้ำสะอาด 5) กระจกบดทวง 100 cm³ 	<p>ด้านการประเมินผล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>2. แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดวัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม</p> <p>4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามรายละเอียด และบันทึกผลที่ได้จากการสังเกตลงในแบบบันทึกผล</p> <p>5. ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม การบันทึกข้อมูลของนักเรียนพร้อมทั้งให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา</p> <p>6. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสังเกตที่ได้จากการทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอผลงานที่ได้ร่วมกัน บันทึกการดำเนินการศึกษาลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลหรือไม่ แล้วนั้นครูตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้จากการทดลองนักเรียนสรุปได้อย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ จากผลการทำกิจกรรมแสดงว่า ตะกอนที่มีขนาดเท่ากันจะกักเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากที่สุด และในธรรมชาติชั้นหินอุ้มน้ำที่ประกอบด้วยตะกอนที่มีลักษณะกลมมนและมีขนาดเท่า ๆ กัน จะสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากกว่าตะกอนที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมเป็นมุมหรือมีขนาดคละกันเพราะตะกอนที่มีลักษณะกลมมนและมีขนาดเท่า ๆ กัน ช่องว่างระหว่างตะกอนที่เกิดขึ้นจะกว้างและมีจำนวนมากกว่า)</p> <p>- ตะกอนที่กักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุดมีลักษณะอย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ ตะกอนควรมีขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจาก ตะกอนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ช่องว่างระหว่างตะกอนจะกว้าง และมีจำนวนมากว่า น้ำจึงไหลเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอนได้มากกว่า)</p> <div style="text-align: center;">  <p style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> ก ข </p> </div> <p style="text-align: center;">ภาพที่ 6.3 ภาพตะกอน ก และ ข</p>	

ที่มา : โลกและการเปลี่ยนแปลง (2562, น. 490)

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- หากพิจารณา รูปภาพ ก และ ข แล้วนั้น นักเรียนคิดว่า ตะกอนลักษณะใดสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ (แนวคำตอบ ตะกอนในภาพ ก. จะกักเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากที่สุด เพราะตะกอนมีขนาดเท่า ๆ กันจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนได้มากกว่า)</p> <p>7. จากนั้นครูทบทวนความรู้กระบวนการเกิดและลักษณะของแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน และให้นักเรียนร่วมกันคิดและอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า “ทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำจืดที่สำคัญ และมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำทั้งโลก” นักเรียนจะมีวิธีการใช้อย่างไรให้คุ้มค่า และได้ประโยชน์สูงสุด (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมใน ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การสำรวจการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์น้ำจากนั้นส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอในประเด็นดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ - อธิบายผลที่เกิดขึ้นต่อแหล่งน้ำหลังจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ - เสนอแนะโครงการ เกี่ยวกับการดูแลรักษาแหล่งน้ำที่สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด <p>9. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปให้ได้ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำใต้ดินเกิดได้อย่างไร <p>(แนวคำตอบ แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวใต้พื้นโลก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แหล่งน้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำชนิดใดบ้าง <p>(แนวคำตอบ น้ำในดินและน้ำบาดาล</p> <ul style="list-style-type: none"> - น้ำในดินอยู่บริเวณใดในแหล่งน้ำใต้ดิน <p>(แนวคำตอบ น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- น้ำบาดาลอยู่บริเวณใดในแหล่งน้ำใต้ดิน (แนวคำตอบ น้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินหรือชั้นดิน จนอิมตัวไปด้วยน้ำ)</p> <p>- แหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ แหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์)</p> <p>- แหล่งน้ำใต้ดินมีเพียงพอต่อการนำไปใช้หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ไม่เพียงพอ)</p> <p>- แหล่งน้ำใต้ดินลดปริมาณลงเนื่องมาจากสาเหตุใด (แนวคำตอบ ฤดูกาล จำนวนของประชากร เป็นต้น)</p> <p>- หากแหล่งน้ำใต้ดินเกิดสารปนเปื้อน นักเรียนคิดว่าเกิด เนื่องมาจากสาเหตุใดบ้าง (แนวคำตอบ สารเคมีที่ซึมลงสู่ชั้นดิน แร่ธาตุเดิมที่อยู่ในดิน เป็นต้น)</p> <p>- นักเรียนจะมีวิธีการในการบริหารจัดการหรือปรับปรุง คุณภาพของแหล่งน้ำใต้ดิน (แนวคำตอบ ใช้น้ำอย่างประหยัด การสร้างเครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น ทำเครื่องกรองน้ำ และการดูแลรักษาแหล่งต้นน้ำ)</p>	

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1) ด้านความรู้เกี่ยวกับปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำใต้ดิน	1) ตรวจสอบเอกสารใบกิจกรรม 2) การร่วมอภิปรายหาข้อสรุป 3) การตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ	1) ใบกิจกรรม	ผ่าน : นักเรียนทำได้ถูกต้อง 80% ขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียนทำได้ต่ำกว่า 80%

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2) ด้านทักษะ/ กระบวนการด้าน - การสร้าง แบบจำลอง	1) สังเกตพฤติกรรม 2) ตรวจสอบใบงาน	1) แบบประเมินผลการ ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้	ผ่าน : นักเรียนทำได้ 10 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียนทำ ได้ต่ำกว่า 10 คะแนน
3) ด้านคุณลักษณะ - มีเหตุผล - มีความอยากรู้ อยากเห็น - ใจกว้าง - มีความ ซื่อสัตย์และมีใจ เป็นกลาง - มีความเพียร พยายาม - มีความ ละเอียดรอบคอบ	1) สังเกตพฤติกรรม	1) แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่าน : นักเรียนทำได้ 10 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียนทำ ได้ต่ำกว่า 10 คะแนน

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้ในชุมชน
2. ห้องสมุดโรงเรียน
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์
4. วิดีทัศน์

8.2 ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลหรือไม่
3. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสำรวจการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์น้ำ

9. บันทึกผลหลังสอน

ผลการเรียนรู้

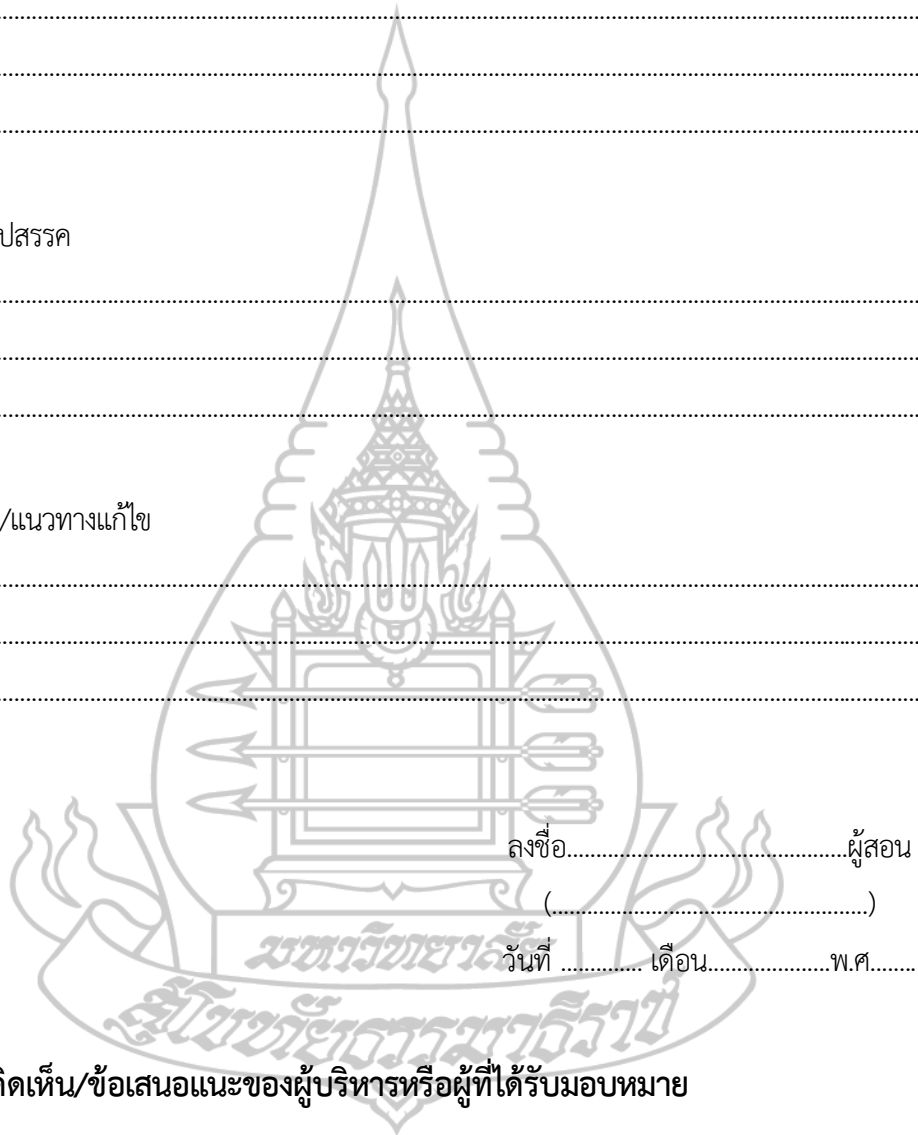
.....
.....
.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....



ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.ชั้นเลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2.ชั้นเลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3.ชั้นเลขที่.....เลขานุการ
4.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์

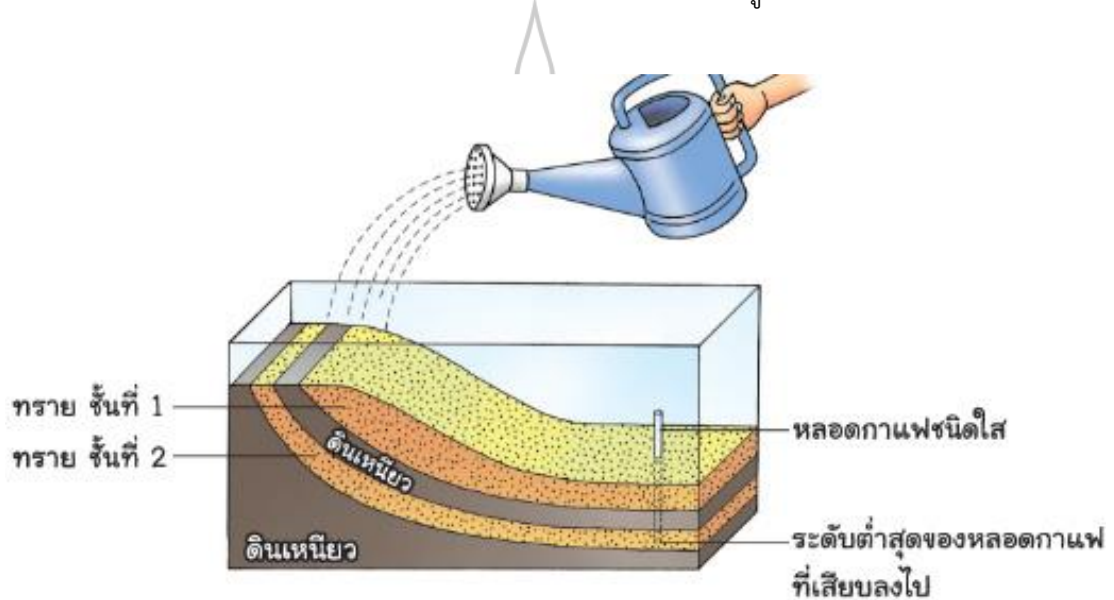
ทดลอง สร้างแบบจำลองและอธิบายลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลได้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1. กล่องพลาสติกใส (ขนาดประมาณ 14 cm x 26 cm และสูง 10 cm) เจาะรูบริเวณกึ่งกลางด้านกว้างสูงจากพื้น 1.5 cm พร้อมมีจุกยางอุดไว้	1 ใบ
2. ดินเหนียว	4,000-5,000 g
3. ทราย	2,000-2,500 g
4. ไม้บรรทัด	1 อัน
5. น้ำสะอาด	1,000 cm ³
6. ดินสอ	1 แท่ง
7. หลอดกาแฟชนิดใส ยาวประมาณ 4 cm	1 อัน
8. กระดาษทิชชู	1 ม้วน
9. สีส้มอาหาร	1 ขวด
10. ฝักบัวรดน้ำ	1 อัน

วิธีทดลอง

1. นำดินเหนียวและทรายมาสร้างแบบจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลลงในกล่องพลาสติกใส ขนาดกว้างประมาณ 14 เซนติเมตร ยาวประมาณ 26 เซนติเมตร และสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ดังภาพ



2. บริเวณเนินดินด้านต่ำ ให้นำหลอดกาแฟชนิดใสเสียบลงไปในแนวตั้ง ผ่านชั้นดินเหนียวลงไปอยู่ที่บริเวณกึ่งกลางของชั้นทราย ชั้นที่ 2 และเพื่อกันดินเหนียวเข้าไปอุดที่ปลายของหลอดกาแฟ ก่อนที่จะเสียบหลอดกาแฟ ให้ใช้ดินสอเสียบนำร่องไปก่อน และให้ระดับปลายด้านบนของหลอดกาแฟอยู่ต่ำกว่าระดับบนสุดของเนินดินด้านสูง

3. นำน้ำผสมกับสีผสมอาหารและนำมาพรมที่กล่องพลาสติกให้ทั่ว

4. สังเกตระดับน้ำที่ค่อย ๆ ไหลซึมลงไปชั้นทรายและในหลอดกาแฟ ให้พรมน้ำจนกระทั่งมีน้ำล้นออกมาจากปลายของหลอดกาแฟ และบันทึกผลการทำกิจกรรม

คำถามก่อนกิจกรรม

1. การจัดลำดับของชั้นดินในการทดลองมีการจัดอย่างไร

.....

.....

ตารางบันทึกผลการสังเกตลักษณะของแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล

การทดลอง	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง
ก่อนพรมน้ำลงไปในกลุ่ม
ขณะพรมน้ำลงไปในกลุ่ม พลาสติก
หลังพรมน้ำลงไปในกลุ่ม พลาสติก

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขนาดตะกอนทรายและดินเหนียวมีขนาดแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

2. เมื่อพรมน้ำไปที่กล่องพลาสติก ระดับน้ำในชั้นทรายและในหลอดกาแฟมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

3. น้ำที่ไหลไปถูกกักเก็บอยู่ในชั้นตะกอนชนิดใดบ้าง จำนวนกี่ชั้น และตะกอนดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

4. ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้ มีลักษณะตะกอนอย่างไร

.....

.....

5. ถ้ามีการทิ้งขยะพิษบนผิวดินจะมีผลต่อน้ำบาดาลอย่างไร

.....

.....



แนวทางการตอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำลองการเกิดและจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.ชั้นเลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2.ชั้นเลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3.ชั้นเลขที่.....เลขานุการ
4.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์

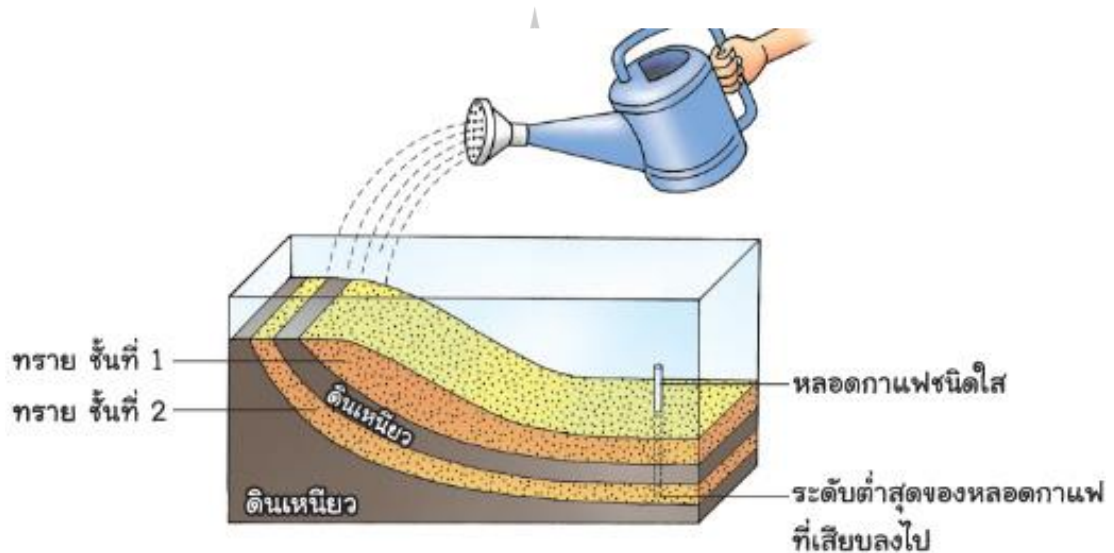
ทดลอง สร้างแบบจำลองและอธิบายลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลได้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1. กล่องพลาสติกใส (ขนาดประมาณ 14 cm x 26 cm และสูง 10 cm) เจาะรูบริเวณกึ่งกลางด้านกว้างสูงจากพื้น 1.5 cm พร้อมมีจุกยางอุดไว้	1 ใบ
2. ดินเหนียว	4,000-5,000 g
3. ทราย	2,000-2,500 g
4. ไม้บรรทัด	1 อัน
5. น้ำสะอาด	1,000 cm ³
6. ดินสอ	1 แท่ง
7. หลอดกาแฟชนิดใส ยาวประมาณ 4 cm	1 อัน
8. กระดาษทิชชู	1 ม้วน
9. สีผสมอาหาร	1 ขวด
10. ฝักบัวรดน้ำ	1 อัน

วิธีทดลอง

1. นำดินเหนียวและทรายมาสร้างแบบจำลองลักษณะแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลลงในกล่องพลาสติกใส ขนาดกว้างประมาณ 14 เซนติเมตร ยาวประมาณ 26 เซนติเมตร และสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ดังภาพ



2. บริเวณเนินดินด้านต่ำ ให้น้ำหลอดกาแฟชนิดใสเสียบลงไปในแนวตั้ง ผ่านชั้นดินเหนียวลงไปอยู่ที่บริเวณกึ่งกลางของชั้นทราย ชั้นที่ 2 และเพื่อกันดินเหนียวเข้าไปอุดที่ปลายของหลอดกาแฟ ก่อนที่จะเสียบหลอดกาแฟ ให้ใช้ดินสอเสียบนำร่องไปก่อน และให้ระดับปลายด้านบนของหลอดกาแฟอยู่ต่ำกว่าระดับบนสุดของเนินดินด้านสูง

3. นำน้ำผสมกับสีผสมอาหารและนำมาพรมที่กล่องพลาสติกให้ทั่ว

4. สังเกตระดับน้ำที่ค่อย ๆ ไหลซึมลงไปชั้นทรายและในหลอดกาแฟ ให้พรมน้ำจนกระทั่งมีน้ำล้นออกมาจากปลายของหลอดกาแฟ และบันทึกผลการทำกิจกรรม

คำถามก่อนกิจกรรม

การจัดลำดับของชั้นดินในการทดลองมีการจัดอย่างไร

(ใส่ดินเหนียวด้านล่างสุดสลับกับชั้นทราย)

ตารางบันทึกผลการสังเกตลักษณะของแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล

การทดลอง	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง
ก่อนพรมน้ำลงไปในกลุ่ม	ตะกอนในแต่ละชั้นแห้ง
ขณะพรมน้ำลงไปในกลุ่มพลาสติก	น้ำจะซึมลงไปในพื้นที่วัสดุต่าง ๆ และไปสะสมรวมกันระดับน้ำในหลอดกาแฟค่อย ๆ สูงขึ้น
หลังพรมน้ำลงไปในกลุ่มพลาสติก	น้ำจะไหลไปรวมกันและเกิดระดับน้ำใต้ดินขึ้นมาแทรกตัวอยู่ในวัสดุชั้นต่าง ๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขนาดตะกอนทรายและดินเหนียวมีขนาดแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ ตะกอนทรายจะมีขนาดใหญ่กว่าดินเหนียว

2. เมื่อพรมน้ำไปที่กลุ่มพลาสติก ระดับน้ำในชั้นทรายและในหลอดกาแฟมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ ระดับน้ำในชั้นทรายและในหลอดกาแฟจะค่อย ๆ เพิ่มระดับสูงขึ้น

3. น้ำที่ไหลไปถูกกักเก็บอยู่ในชั้นตะกอนชนิดใดบ้าง จำนวนกี่ชั้น และตะกอนดังกล่าวมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำจะไหลซึมและสะสมอยู่ในชั้นทรายจำนวน 2 ชั้น แต่ละชั้นจะถูกกักเก็บด้วยชั้นดินเหนียวด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้ง 2 ด้าน และตะกอนทรายมีลักษณะร่วนและมีเม็ดตะกอนมีขนาดเท่า ๆ กัน

4. ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้ มีลักษณะตะกอนอย่างไร

แนวคำตอบ ชั้นตะกอนที่รองรับชั้นที่กักเก็บน้ำไว้จะมีลักษณะตะกอนเนื้อละเอียดแน่น และมีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อย ทำให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้

5. ถ้ามีการทิ้งขยะพิษบนผิวดินจะมีผลต่อน้ำบาดาลอย่างไร

แนวคำตอบ น้ำบาดาลก็จะมีสารพิษปนเปื้อนสารพิษได้ถ้าการซึมซับเกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งบริเวณใกล้แหล่งทิ้งจะมีความเข้มข้นของสารพิษสูงกว่าบริเวณที่ไกลแหล่งทิ้งสารพิษ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลหรือไม่
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1. ชั้น เลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2. ชั้น เลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3. ชั้น เลขที่.....เลขานุการ
4. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์

ทดลอง ระบุและอธิบายลักษณะของตะกอนที่สามารถกักเก็บน้ำได้ดี

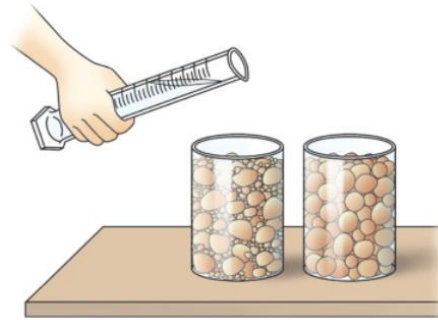
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวน/กลุ่ม
1. ภาชนะปากกว้างที่มีปริมาตรเท่ากัน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะประมาณ 8 cm และสูงประมาณ 9 cm)	2 ใบ
2. ทรายหยาบ	1,000 g
3. กรวดขนาดเท่า ๆ กัน	2,000 g
4. น้ำสะอาด	1,000 cm ³
5. กระจกตวง 100 cm ³	1 อัน

วิธีทดลอง

1. เตรียมภาชนะปากกว้างจำนวน 2 ใบ ที่มีปริมาตรเท่ากัน ใบที่ 1 ใส่ตะกอนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ให้เต็มภาชนะส่วนใบที่ 2 ใส่ตะกอนที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่เท่า ๆ กัน เหย้าให้เข้ากันและใส่ให้เต็มภาชนะ

2. เทน้ำปริมาณเท่ากันลงในภาชนะทั้งสองใบ และให้สังเกตว่าน้ำไหลไปสะสมอยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอนชนิดใดได้มากกว่ากัน



คำถามก่อนกิจกรรม

1. ตะกอนที่กักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุดมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

ตารางบันทึกผลการสังเกตลักษณะการกักเก็บน้ำของตะกอนในภาชนะ

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต
ภาชนะที่ใส่กรวดขนาดเท่า ๆ กัน
ภาชนะที่ใส่กรวดผสมทรายหยาบ

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

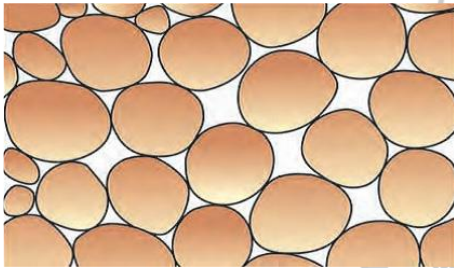
คำถามท้ายกิจกรรม

1. ตะกอนที่กักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุดมีลักษณะอย่างไร

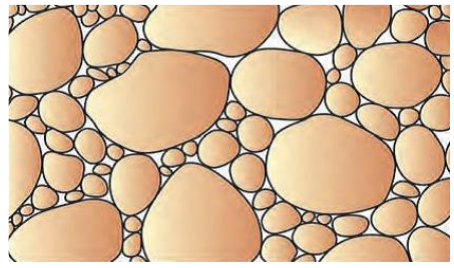
.....

.....

.....



ก

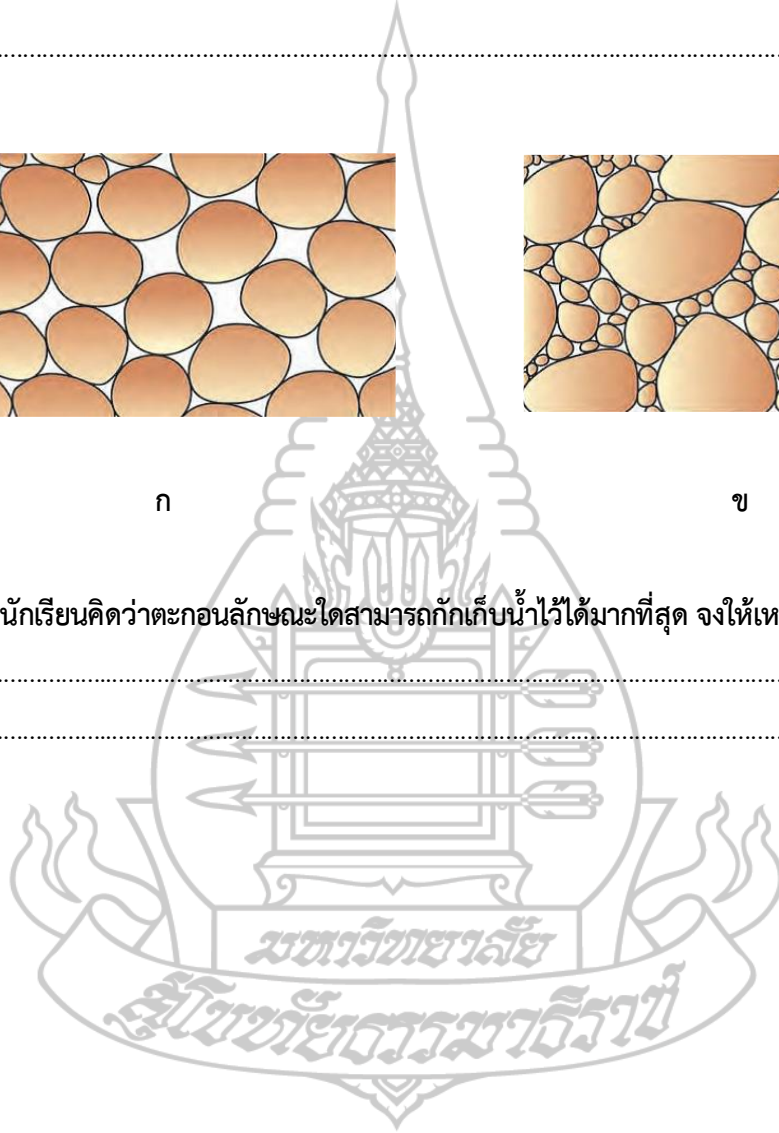


ข

2. จากภาพ นักเรียนคิดว่าตะกอนลักษณะใดสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....



แนวทางการตอบ

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลักษณะของตะกอนมีผลต่อการกักเก็บน้ำบาดาลหรือไม่
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1.ชั้นเลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2.ชั้นเลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3.ชั้นเลขที่.....เลขานุการ
4.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์

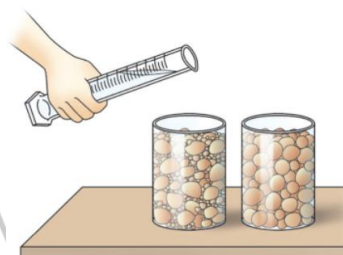
ทดลอง ระบุและอธิบายลักษณะของตะกอนที่สามารถกักเก็บน้ำได้ดี

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการวัสดุอุปกรณ์	จำนวนกลุ่ม
1. ภาชนะปากกว้างที่มีปริมาตรเท่ากัน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของภาชนะ ประมาณ 8 cm และสูงประมาณ 9 cm)	2 ใบ
2. ทรายหยาบ	1,000 g
3. กรวดขนาดเท่า ๆ กัน	2,000 g
4. น้ำสะอาด	1,000 cm ³
5. กระจกตวง 100 cm ³	1 อัน

วิธีทดลอง

1. เตรียมภาชนะปากกว้างจำนวน 2 ใบ ที่มีปริมาตรเท่ากัน ใบที่ 1 ใส่ตะกอนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ให้เต็มภาชนะส่วนใบที่ 2 ใส่ตะกอนที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่เท่า ๆ กัน เขย่าให้เข้ากันและใส่ให้เต็มภาชนะ
2. เทน้ำปริมาณเท่ากันลงในภาชนะทั้งสองใบ และให้สังเกตว่าน้ำไหลไปสะสมอยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอนชนิดใดได้มากกว่ากัน



คำถามก่อนกิจกรรม

1. ตะกอนที่กักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุดมีลักษณะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ ตะกอนควรมีขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ช่องว่างระหว่างตะกอนจะกว้าง และมีจำนวนมากว่า น้ำจึงไหลเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอนได้มากกว่า

ตารางบันทึกผลการสังเกตลักษณะการกักเก็บน้ำของตะกอนในภาชนะ

กิจกรรมการทดลอง	ผลที่ได้จากการสังเกต
ภาชนะที่ใส่กรวดขนาดเท่า ๆ กัน	ระดับน้ำต่ำกว่า เพราะว่ามีน้ำไหลลงไปในชั้นกรวดได้มากกว่า
ภาชนะที่ใส่กรวดผสมทรายหยาบ	ระดับน้ำอยู่สูงกว่า เพราะว่ามีน้ำไหลลงไปในชั้นกรวดผสมทรายหยาบได้น้อยกว่า

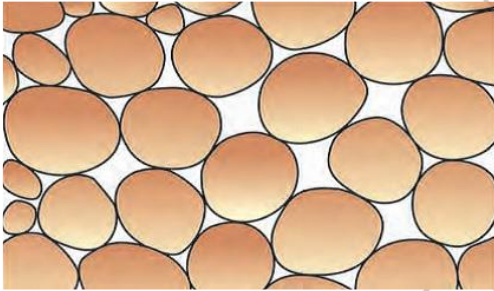
สรุปผลการทดลอง

ตะกอนที่มีขนาดเท่ากันจะกักเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากที่สุด และในธรรมชาติชั้นหินอุ้มน้ำที่ประกอบด้วยตะกอนที่มีลักษณะกลมมนและมีขนาดเท่า ๆ กัน จะสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากกว่า ตะกอนที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมเป็นมุม หรือมีขนาดคละกันเพราะตะกอนที่มีลักษณะกลมมนและมีขนาดเท่า ๆ กัน ช่องว่างระหว่างตะกอนที่เกิดขึ้นจะกว้างและมีจำนวนมากว่า

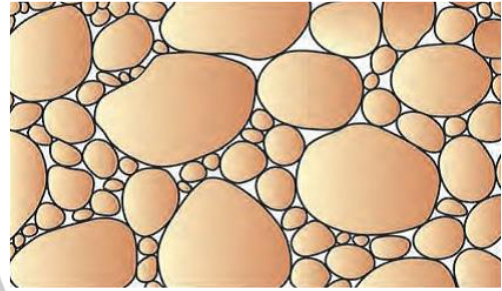
คำถามท้ายกิจกรรม

1. ตะกอนที่กักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุดมีลักษณะอย่างไร

แนวคำตอบ ตะกอนควรมีขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ช่องว่างระหว่างตะกอนจะกว้าง และมีจำนวนมากกว่า น้ำจึงไหลเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างตะกอนได้มากกว่า



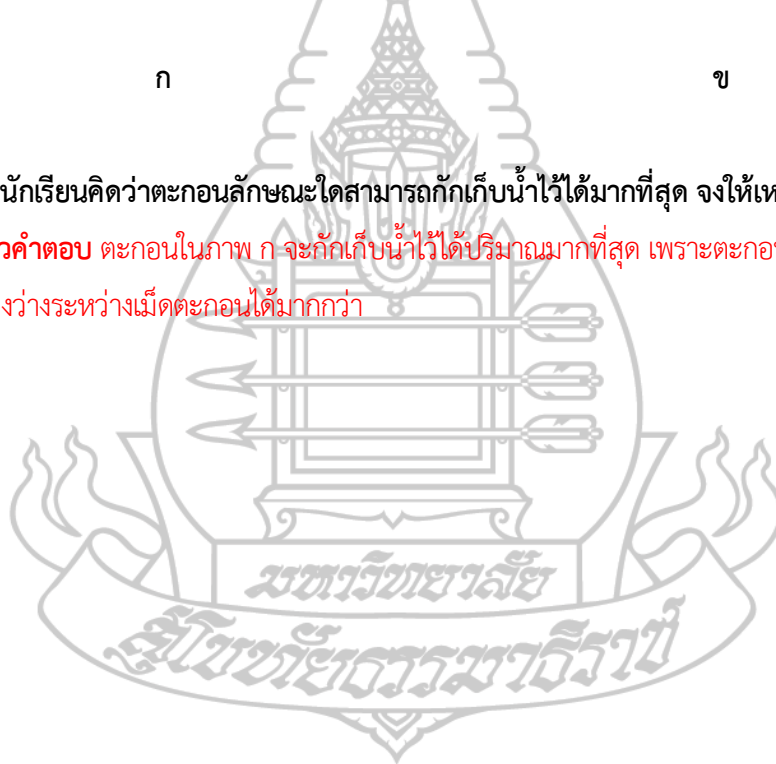
ก



ข

2. จากภาพ นักเรียนคิดว่าตะกอนลักษณะใดสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้มากที่สุด จงให้เหตุผลประกอบ

แนวคำตอบ ตะกอนในภาพ ก จะกักเก็บน้ำไว้ได้ปริมาณมากที่สุด เพราะตะกอนมีขนาดเท่า ๆ กัน จึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนได้มากกว่า



ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การสำรวจการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์น้ำ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1. ชั้น เลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2. ชั้น เลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3. ชั้น เลขที่.....เลขานุการ
4. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6. ชั้น เลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์

1. สำรวจ รวบรวมข้อมูล และนำเสนอเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ
2. วิเคราะห์และอธิบายผลที่เกิดขึ้นต่อแหล่งน้ำหลังจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้
3. วางแผนและเสนอแนะโครงการ เกี่ยวกับการดูแลรักษาแหล่งน้ำได้

การสำรวจ

1. ชื่อแหล่งน้ำที่มีความสนใจ.....
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างแสดงลักษณะแหล่งน้ำผิวดินที่พบในท้องถิ่นของตนเอง

น้ำผิวดิน					น้ำใต้ดิน	
น้ำจืด			น้ำเค็ม		น้ำบาดาล	
แม่น้ำ	ทะเลสาบ	บึง	หนอง	คลอง	ทะเล	มหาสมุทร

3. วาดภาพแสดงแหล่งน้ำที่มีความสนใจ



4. ความสำคัญของแหล่งน้ำ

.....

.....

5. ผลที่เกิดขึ้นต่อแหล่งน้ำหลังจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้

.....

.....

6. ปัญหาที่พบจากการใช้แหล่งน้ำ

.....

.....

7. ให้นักเรียนเสนอโครงการที่เกี่ยวกับการดูแลรักษาแหล่งน้ำแห่งนี้

.....

.....



คำถามท้ายกิจกรรม



ภาพที่ 1 การใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาล (เอื้อเฟื้อภาพโดย กรมทรัพยากรธรณี)

ที่มา : หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 3 ของ สสวท., ภาพ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล.

1. จากภาพที่ 1 มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในตำบลใดบ้าง

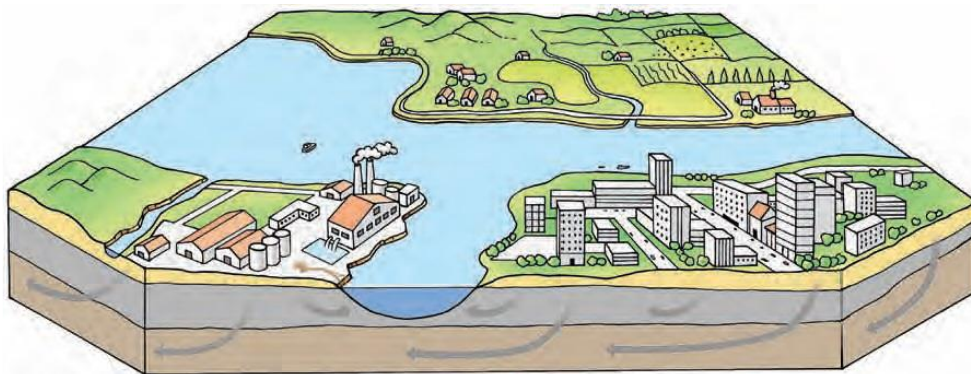
.....

.....

2. ในชีวิตประจำวัน นักเรียนใช้ประโยชน์จากน้ำในตำบลใดบ้าง

.....

.....



ภาพที่ 2 ภาพกิจกรรมของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลทำให้น้ำบาดาลเกิดการปนเปื้อน

ที่มา : หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 3 ของ สสวท.

3. จากภาพที่ 2 นักเรียนคิดว่าของเสียและน้ำเสียจากแหล่งใดบ้าง ที่อาจทำให้น้ำบาดาลเกิดการปนเปื้อนขึ้นได้

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีวิธีการน้ำที่ใช่แล้วภายในบ้านอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

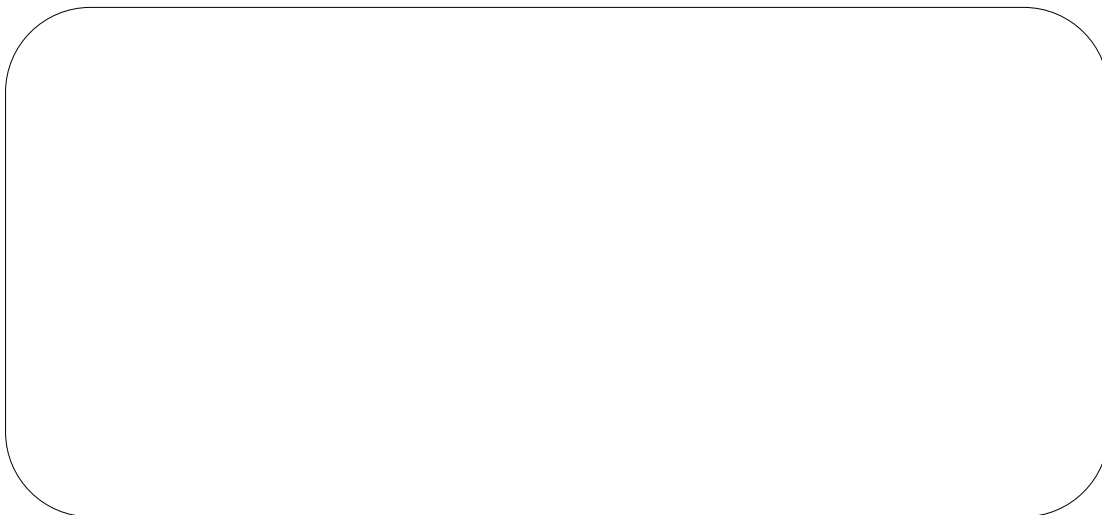
5. นักเรียนมีวิธีการใช้น้ำอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

3. วาดภาพแสดงแหล่งน้ำที่มีความสนใจ



4. ความสำคัญของแหล่งน้ำ

.....ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน.....
.....

5. ผลที่เกิดขึ้นต่อแหล่งน้ำหลังจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้

.....ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน.....
.....

6. ปัญหาที่พบจากการใช้แหล่งน้ำ

.....ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน.....
.....

7. ให้นักเรียนเสนอโครงการที่เกี่ยวกับการดูแลรักษาแหล่งน้ำแห่งนี้

.....ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของครูผู้สอน.....
.....

คำถามท้ายกิจกรรม



ภาพที่ 1 การใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาล (เอื้อเฟื้อภาพโดย กรมทรัพยากรธรณี)

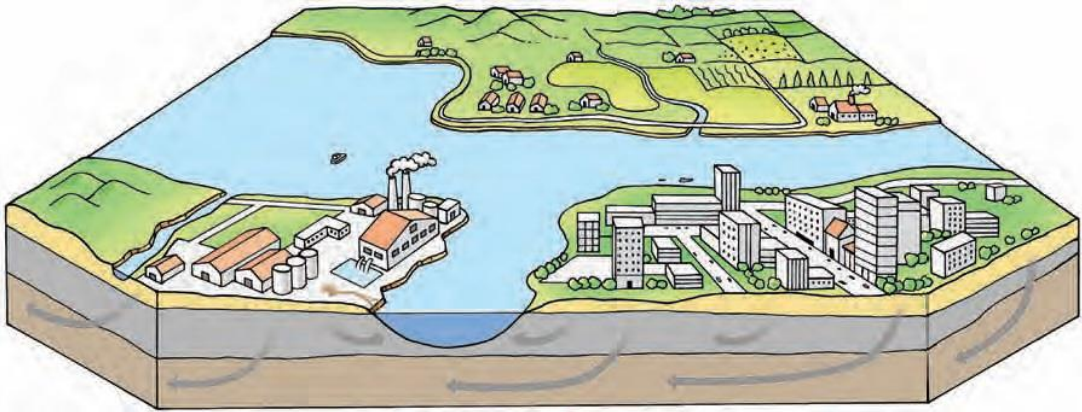
ที่มา : หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 3 ของ สสวท., ภาพ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล.

1. จากภาพที่ 1 มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในด้านใดบ้าง

แนวคำตอบ ขึ้นอยู่กับท้องถิ่นของนักเรียน เช่น การเกษตรกรรม การประมง การคมนาคม การผลิตไฟฟ้าและการอุปโภคบริโภค

2. ในชีวิตประจำวัน นักเรียนใช้ประโยชน์จากน้ำในด้านใดบ้าง

แนวคำตอบ การอุปโภคบริโภค เช่น ซักผ้า ล้างจาน ใช้เป็นน้ำดื่ม ใช้ประกอบอาหาร ฯลฯ



ภาพที่ 2 ภาพกิจกรรมของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลทำให้น้ำบาดาลเกิดการปนเปื้อน

ที่มา : หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 3 ของ สสวท.

3. จากภาพที่ 2 นักเรียนคิดว่าของเสียและน้ำเสียจากแหล่งใดบ้าง ที่อาจทำให้น้ำบาดาลเกิดการปนเปื้อนขึ้นได้

แนวคำตอบ แหล่งโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน การเกษตรกรรม

4. นักเรียนมีวิธีการจัดการน้ำที่ใช้แล้วภายในบ้านอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ ใช้รดน้ำต้นไม้ ใช้ล้างจานในบ้าน ใช้ล้างถนน

5. นักเรียนมีวิธีการใช้น้ำอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างไรบ้าง

แนวคำตอบ อย่าเปิดก๊อกน้ำทิ้งไว้ขณะน้ำไม่ไหล ขณะอาบน้ำอย่าเปิดน้ำจากฝักบัวทิ้งไว้ขณะถูสบู่หรือสระผม นำน้ำจากการล้างจาน ถูพื้น หรือจากกิจกรรมอื่น ๆ ไปรดน้ำต้นไม้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย (STEM)

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสุธาทิพย์ ลำภา

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้น้ำและนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญของการแก้ไขปัญหาคุณภาพของน้ำได้ (K)
2. อธิบายหลักการของเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายได้ (P)
3. มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้และการทำงานที่ได้รับมอบหมายตลอดเวลา (A)

3. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการการใช้ประโยชน์น้ำและคุณภาพของแหล่งน้ำเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่นภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืน ซึ่งอาจทำได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
การจัดสรรและกรใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ การป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ	

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำ การป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ

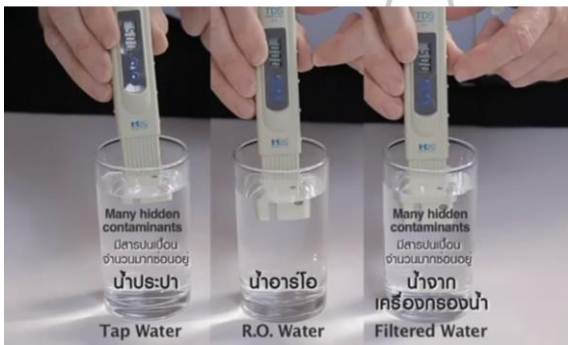
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการทดลอง 3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน 5) ทักษะการรวบรวมข้อมูล 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. ซื่อสัตย์ สุจริต 4. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
ชั่วโมงที่ 1 ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างแบบจำลอง 1. นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ข่าว 3 มิติ พบสารเคมีปนเปื้อนในน้ำแหล่งผลิตน้ำประปา (26 สิงหาคม 2561) แล้วร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้	ด้านระบุประเด็นปัญหาและรวบรวมข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<div data-bbox="413 445 954 748" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="325 801 1050 898">ภาพที่ 7.1 VDO ข่าว 3 มิติ พบสารเคมีปนเปื้อนในน้ำแหล่งผลิตน้ำประปา (26 สิงหาคม 2561) (เวลา 5.24 นาที)</p> <p data-bbox="300 965 932 1003">ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=7LlfoNUOClo.</p> <ul data-bbox="432 1070 1066 2011" style="list-style-type: none"> - ในการนำน้ำจากแหล่งน้ำจากที่ต่าง ๆ มาใช้เพื่อประโยชน์ใดบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) - ในอดีตมีวิธีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) - เพราะเหตุใดในปัจจุบันหากนักเรียนนำน้ำจากแหล่งน้ำมาใช้ ประโยชน์โดยตรงนักเรียนต้องคำนึงถึงความสะดวก (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) - หากพิจารณาถึงคุณสมบัติของน้ำสะอาด จะต้องมึลักษณะ อย่างไร (แนวคำตอบ น้ำที่ปลอดภัย ปราศจากเชื้อโรค พยาธิ และ สารเคมีที่มีพิษต่าง ๆ ซึ่งเป็นอันตรายหรืออาจเป็นอันตรายต่อการบริโภค อุปโภค สุขภาพอนามัยและการดำรงชีวิตของมนุษย์) - เพราะเหตุใดน้ำประปาถึงมีสารปนเปื้อนมาก (แนวคำตอบ น้ำต้นทางปนเปื้อนสารเคมีจากทางเกษตร ถึงแม้ สะอาด เป็นต้น) - หากไม่มีการดูแลจัดการให้ดีเกี่ยวกับความสะอาดของน้ำจะ ส่งผลอย่างไรในอนาคต (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) 	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบสารปนเปื้อนในน้ำได้อย่างไร (แนวคำตอบ ดูความขุ่นความใส ตมกลิ่น ทดสอบความเป็นกรดเบส เป็นต้น)</p> <p>2. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ การทดสอบสารปนเปื้อนในน้ำด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ แล้วตั้งคำถามดังต่อไปนี้</p>  <p>ภาพที่ 7.2 VDO การทดสอบสารปนเปื้อนในน้ำด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ (เวลา 3.55 นาที)</p> <p>ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=Y0FTN_E4wsc</p> <p>- น้ำที่สะอาดเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- นักเรียนจะมีวิธีการจัดการน้ำให้สะอาดได้อย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>3. ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์แสดงการสร้างเครื่องกรองน้ำของคุณโจนสันได พร้อมให้ออกสารเพื่อประกอบการศึกษา แล้วตั้งคำถาม</p>	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<div data-bbox="438 414 917 660" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="327 705 1045 817">ภาพที่ 7.3 VDO พันความรู้ 04 : คนเอาถ่าน.. มากกรองน้ำ โดยพีเจิน จันได (เวลา 5.12 นาที)</p> <p data-bbox="295 873 949 918">ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=BADUXU7PRk0.</p> <div data-bbox="303 963 1069 1512" data-label="Complex-Block"> </div> <p data-bbox="351 1579 1021 1635">ภาพที่ 7.4 ตัวอย่างเอกสารการสร้างเครื่องกรองน้ำ โดยพีเจิน จันได</p> <p data-bbox="295 1691 845 1736">ที่มา : http://www.aqsolutions.org/?page_id=927.</p> <ul data-bbox="422 1792 925 2004" style="list-style-type: none"> - เพราะเหตุใดคุณเจิน จันไดถึงสร้างเครื่องกรองน้ำ (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) - เครื่องกรองน้ำนี้มีประโยชน์เพื่ออะไรบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น) 	

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- หลักการในการสร้างเครื่องกรองน้ำทำอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- หากนักเรียนต้องการสร้างเครื่องกรองน้ำด้วยตนเองอย่างง่าย นักเรียนจะต้องเตรียมการอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>4. นักเรียนทำกิจกรรมออกแบบสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย โดยทำ กิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เครื่องกรองน้ำอย่างง่าย ครูเตรียมอุปกรณ์ให้ นักเรียน ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ขวดพลาสติก 2) คัตเตอร์ และกรรไกร 3) กรวด 4) ทรายหยาบ 5) ทรายละเอียด 6) ถ่านทุบละเอียด 7) สำลี 8) ผ้าขาวบาง 9) ปืนกาว และแท่งกาวร้อน <p>5. แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน</p> <p>6. นักเรียนรับใบกิจกรรมเรื่องใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เครื่องกรองน้ำ อย่างง่าย ศึกษารายละเอียดในใบกิจกรรม</p> <p>7. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดวัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม</p> <p>8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามรายละเอียด และบันทึกผลที่ได้ จากการสังเกตลงในแบบบันทึกผล</p> <p>ชั่วโมงที่ 2 ขั้นที่ 2 ขั้นประเมินแบบจำลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมการจัดแสดงนิทรรศการ เพื่อแสดงผลงาน ผลงานในชั้นเรียนของตนเอง ซึ่งอาจจะทำเป็นแผ่นโปสเตอร์ หรือแผนผังสรุป หรือภาพกราฟิกหรืออื่น ๆ ตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มถนัดและสนใจ 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เครื่อง กรองน้ำอย่างง่าย พร้อมทั้งสาธิตวิธีการใช้งานจากนั้น ครูหรือเพื่อน ๆ ในชั้น เรียนร่วมกันตั้งคำถามเพิ่มเติม โดยมีแนวทางการตั้งคำถามดังนี้ 	<p>ด้านลักษณะและความ น่าเชื่อถือของข้อมูล</p>

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- เพราะเหตุใดถึงเลือกออกแบบเครื่องกรองน้ำในลักษณะแบบนี้ (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- หลักการสร้างเครื่องกรองน้ำต้องทำอะไรบ้าง (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- วิธีการวางวัสดุลงในขวดจะต้องจัดวางอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- ปริมาณของวัสดุที่วางในชั้นมีผลต่อความใสของน้ำหรือไม่อย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- วิธีการตรวจวัดความใสของน้ำก่อนและหลังนักเรียนมีวิธีการ อย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- คุณภาพของน้ำที่ได้ก่อนและหลังกรองเป็นอย่างไร มีหลักฐาน ใดบ้างช่วยยืนยัน (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>- เครื่องกรองน้ำนี้ สามารถนำไปอุปโภค บริโภคได้ทันทีหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนแสดงความคิดเห็น)</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดแสดงผลงานของตนเอง จากนั้นให้เพื่อน ๆ ในแต่ละกลุ่มร่วมเดินชมผลงาน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงาน</p>	
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นปรับปรุงแบบจำลอง</p> <p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบจำลองของตนเองกลับไปปรับปรุงแก้ไข ให้ถูกต้อง จากที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานจากกลุ่มอื่นๆ</p>	ด้านการลงข้อสรุป
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นขยายแบบจำลอง</p> <p>1. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความสำคัญของแหล่งน้ำ กับการสร้าง เครื่องกรองน้ำอย่างง่าย โดยครูใช้คำถามดังนี้</p> <p>- แหล่งน้ำต่าง ๆ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ ใช้ในการอุปโภค บริโภค หรือเพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว เป็นต้น)</p> <p>- ในปัจจุบันเพราะเหตุใดถึงต้องมีการดูแลคุณภาพของแหล่งน้ำ (แนวคำตอบ แหล่งน้ำมีสารปนเปื้อน น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคมีไม่ เพียงพอต่อจำนวนประชากรบนโลก)</p>	ด้านการประเมินผล

กิจกรรมการเรียนรู้	ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ
<p>- การปรับปรุงคุณภาพแหล่งน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์สามารถดำเนินการได้อย่างไรบ้าง</p> <p>(แนวคำตอบ ดำเนินการตามแนวทางพระราชดำริ การสร้างเครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ)</p> <p>- จากกิจกรรมข้างต้น เพราะเหตุใดการสร้างเครื่องกรองน้ำตามแนวทางของคุณโจน จันโต ถึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ</p> <p>(แนวคำตอบ ทำได้ง่าย ราคาประหยัด และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง)</p> <p>- หลักการสำคัญในการสร้างเครื่องกรองน้ำ คืออะไร</p> <p>(แนวคำตอบ เปลี่ยนน้ำที่มีสารปนเปื้อนให้กลายเป็นน้ำสะอาด)</p> <p>- น้ำที่ได้จากเครื่องกรองที่นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นสามารถนำไปใช้อุปโภคบริโภคได้แล้วใช่หรือไม่ อย่างไร</p> <p>(แนวคำตอบ หากนำไปใช้เพื่อการบริโภคเพื่อความมั่นใจต้องนำไปต้มฆ่าเชื้อโรคหรือนำไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการที่มีความน่าเชื่อถือ)</p>	

7. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>1) ด้านความรู้เกี่ยวกับ</p> <p>- ความสำคัญของการแก้ไขปัญหาคุณภาพของน้ำ</p> <p>- หลักการของเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย</p>	<p>1) ตรวจสอบเอกสารใบกิจกรรม</p> <p>2) การร่วมอภิปรายหาข้อสรุป</p> <p>3) การตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ</p>	<p>1) ใบกิจกรรม</p>	<p>ผ่าน : นักเรียนทำได้ถูกต้อง 80% ขึ้นไป</p> <p>ไม่ผ่าน : นักเรียนทำได้ต่ำกว่า 80%</p>
<p>2) ด้านทักษะ/กระบวนการด้าน</p> <p>- การสร้างแบบจำลอง</p>	<p>1) สังเกตพฤติกรรม</p> <p>2) ตรวจสอบใบงาน</p>	<p>1) แบบประเมินผล</p> <p>การร่วมกิจกรรม</p> <p>การเรียนรู้</p>	<p>ผ่าน : นักเรียนทำได้ 10 คะแนนขึ้นไป</p> <p>ไม่ผ่าน : นักเรียนทำได้ต่ำกว่า 10 คะแนน</p>

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3) ด้านคุณลักษณะ - มีเหตุผล - มีความอยากรู้ อยากเห็น - ใจกว้าง - มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง - มีความเพียร พยายาม - มีความละเอียด รอบคอบ	1) สังเกตพฤติกรรม	1) แบบสังเกต พฤติกรรม	ผ่าน : นักเรียนทำได้ 10 คะแนนขึ้นไป ไม่ผ่าน : นักเรียนทำ ได้ต่ำกว่า 10 คะแนน

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้ในชุมชน
2. ห้องสมุดโรงเรียน
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ แหล่งที่มา http://www.aqsolutions.org/?page_id=927
 - 1) วิดีทัศน์ ภาพที่ 7.1 VDO ช่วง 3 มิติ พบสารเคมีปนเปื้อนในน้ำแหล่งผลิตน้ำประปา
 - 2) ภาพ
 - ภาพที่ 7.2 VDO การทดสอบสารปนเปื้อนในน้ำด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์
 - ภาพที่ 7.3 VDO พันความรู้ 04 : คนเอาถ่าน.. มากรองน้ำ โดยพีโจน จันได
 - ภาพที่ 7.4 ตัวอย่างเอกสารการสร้างเครื่องกรองน้ำ โดยพีโจน จันได

8.2 ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย

9. บันทึกผลหลังสอน

ผลการเรียนรู้

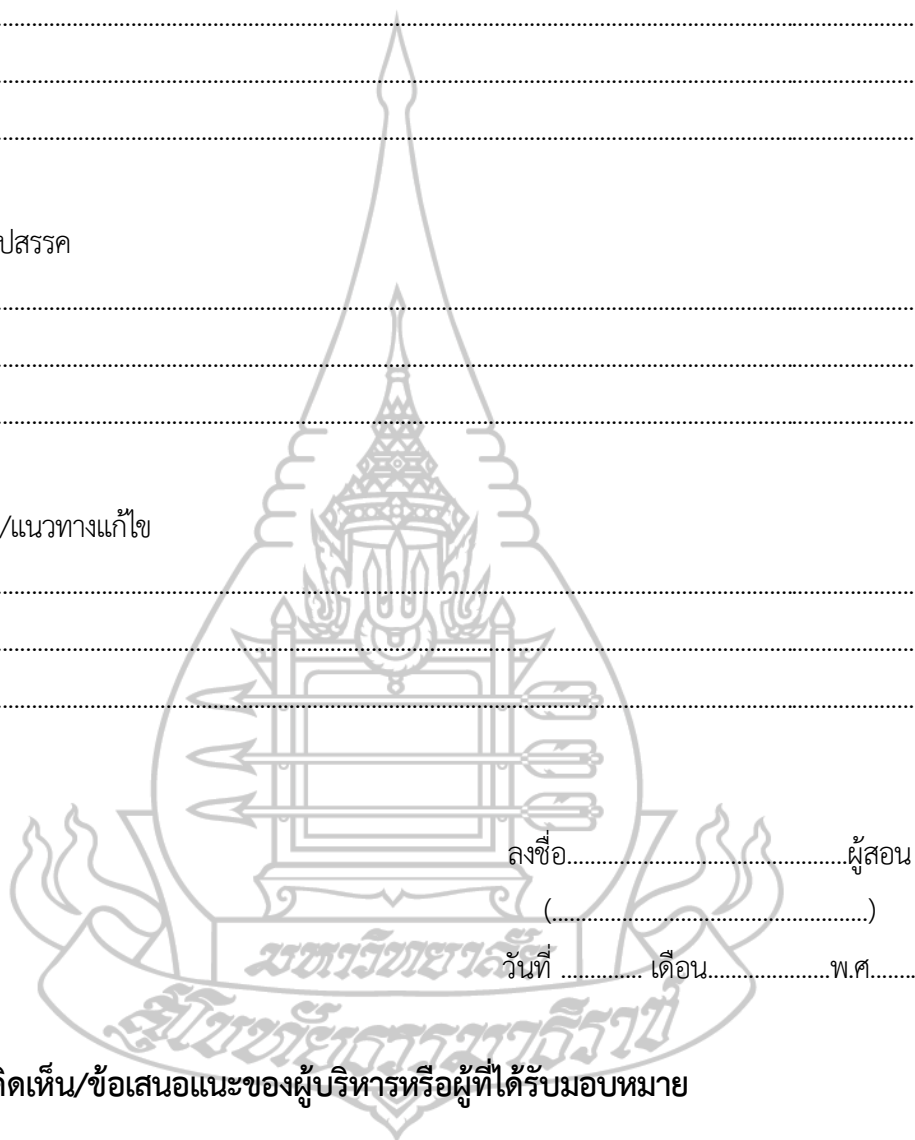
.....
.....
.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....



ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 รหัสวิชา ว22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1.ชั้นเลขที่.....หัวหน้ากลุ่ม
2.ชั้นเลขที่.....รองหัวหน้ากลุ่ม
3.ชั้นเลขที่.....เลขานุการ
4.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
5.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม
6.ชั้นเลขที่.....สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายได้

วัสดุอุปกรณ์

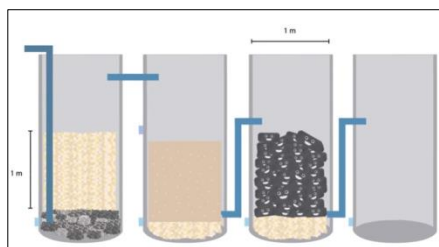
1. ขวดพลาสติก 5 ใบ
2. สำลี, กรวดละเอียด, กรวดหยาบ, ถ่านทรายละเอียด, ทรายหยาบ
3. ภาชนะรองรับน้ำ
4. น้ำจากแหล่งน้ำ
5. สายยาง
6. กรรไกร คัตเตอร์
7. ปืนกาว และแท่งกาวร้อน
8. ผ้าขาวบาง



ภาพตัวอย่างเครื่องกรองน้ำ

วิธีการทดลอง

1. นักเรียนออกแบบชุดกรองน้ำตามตัวอย่างภาพหรือออกแบบตามความสนใจของตนเอง
2. จัดวัสดุลงไปในภาชนะที่ออกแบบไว้
3. ทำการทดสอบเครื่องกรองน้ำ โดยนำน้ำจากแหล่งน้ำที่กำหนดมาทดสอบ
4. สังเกตลักษณะของน้ำที่ผ่านชุดกรองน้ำ
5. บันทึกผลการทดลอง
6. ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำ
7. สังเกตลักษณะของน้ำที่ผ่านชุดกรองน้ำอีกครั้ง
8. บันทึกผลการทดลอง และสรุปรายงานผล



ภาพตัวอย่างเครื่องกรองน้ำ

การออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย พร้อมทั้งอธิบายองค์ประกอบของแต่ละส่วนให้ชัดเจน

บันทึกผลการทดลอง ครั้งที่ 1

การออกแบบเครื่องกรองน้ำอย่างง่าย พร้อมทั้งอธิบายองค์ประกอบของแต่ละส่วนให้ชัดเจน

บันทึกผลการทดลอง ครั้งที่ 2 (หลังจากปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำ)

สิ่งที่ค้นพบจากการสร้างสิ่งประดิษฐ์ (เครื่องกรองน้ำอย่างง่าย)

แนวทางการพัฒนาต่อยอดชิ้นงานต่อไป

ข้อควรแนะนำในการนำสิ่งประดิษฐ์ไปใช้

.....

.....

.....

.....

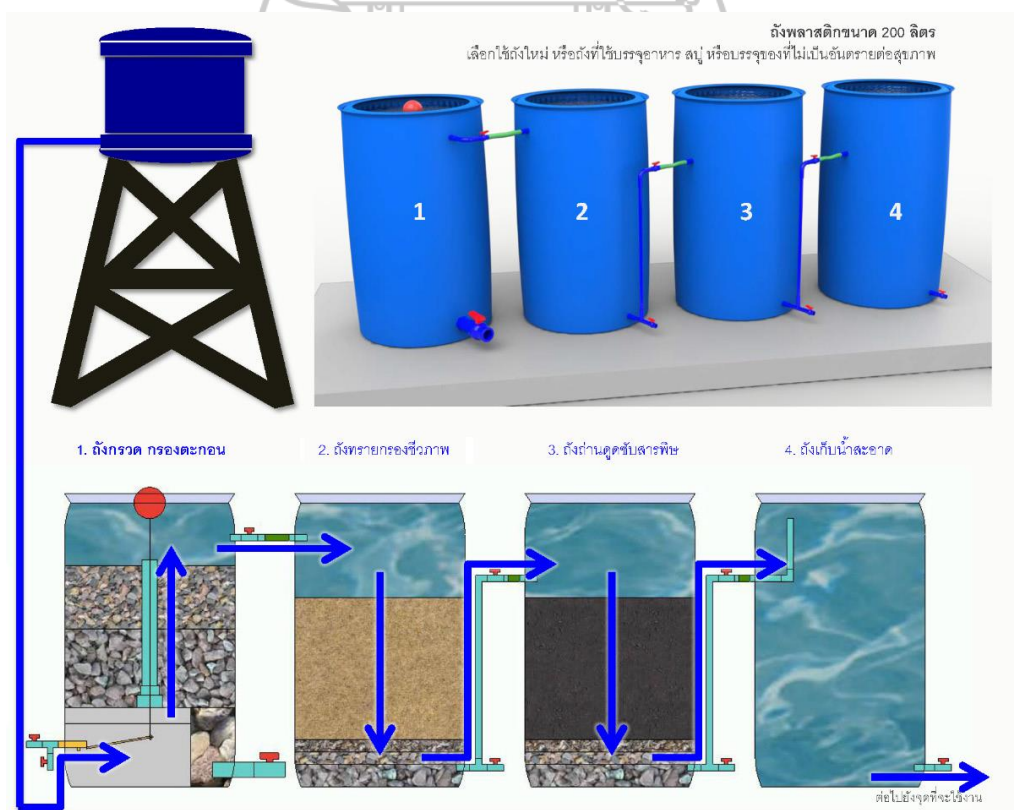


ตัวอย่างชิ้นงานเครื่องกรองน้ำ

แบบที่ 1

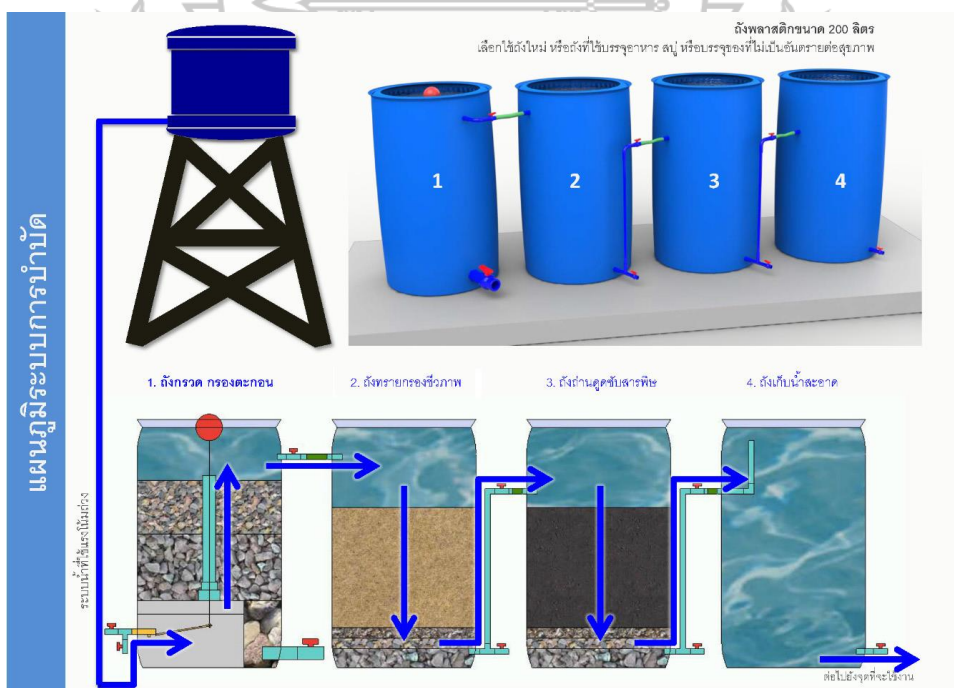


แบบที่ 2



ตัวอย่างเอกสารการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำของคุณโจน จันโต (ฉบับแปล ภาษาไทย)

ที่มา : http://www.aqsolutions.org/?page_id=927.



This is Mendeley biography



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุธาทิพย์ ลำเภา
วัน เดือน ปี เกิด	25 พฤษภาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.) วิชาเอกสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2556
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนด่านมะขามเตี้ยวิทยาคม
ตำแหน่ง	ครูธุรการ

