

**การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

วรรณิสา ร้อยกรอง

**การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร**

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2562

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลธัชชัย ชะนูนันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา พันธุ์เหล็ก และคุณครูสุมิตรา คำนิงครวญ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ คุณครูอาจารย์ คำสุวรรณ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการสังเกตการสอน และบันทึกข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ คณะผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่บิดามารดา และผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

วรรณิสา ร้อยกรอง

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้ศึกษาค้นคว้า	วรรณิสา ร้อยกรอง
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษารูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 3 วงจร กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของครู และผู้สังเกตการสอน และแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มต้นจากผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ใกล้ตัวนักเรียน และต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นระหว่างทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม ผู้สอนเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย ให้คำแนะนำและทำหน้าที่อำนวยความสะดวก กำหนดเกณฑ์ในการทำกิจกรรมต่างๆ ให้ชัดเจน ยืดหยุ่นเวลาทำกิจกรรมตามความเหมาะสม ส่วนผลการศึกษการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 49.13 ($\bar{X} = 7.37$) และหลังเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 70.47 ($\bar{X} = 10.57$)

และจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 77.83 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 66.67 คะแนน และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 54.33 ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Title	IMPLEMENT OF STEM PROBLEM-BASED LEARNING ON EXPLORATION AND PRODUCTION OF PETROLEUM TOPIC TO ENHANCE OF SCIENTIFIC LITERACY OF THE 9 th GRADE STUDENTS
Authors	Wannisa Roikrong
Advisor	Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. in Science Education, Naresuan University, 2018
Keywords	STEM Problem-Based Learning, Scientific Literacy, Exploration and Production of Petroleum

ABSTRACT

This research aimed to study the STEM problem-based learning on exploration and production of petroleum topic to enhance of scientific literacy of the 9th grade students. The research methodology was classroom action research consisting of 3 cycles. The participants were 49 students in the 9th grade in a Sukhothai province school. It is in the second semester, 2018. The research instruments included STEM problem-based learning lesson plans, activity sheet, reflection form of the STEM problem-based learning and scientific literacy test. The data analysis consisted of content analysis and statistics. The research results showed that STEM problem-based learning should focus on the students to analyse, synthesise and integrate the knowledge. It should be emphasized by students working together in groups for solving problem together and authentic practise. The teacher defined easy problems related to students' knowledge. The teacher uses the questions to motivate students while they do activities. Students define the roles of each person in the group. The teacher participates, suggests, scaffolds students, defines the evaluation criteria for activities and give flexible time for activities. The results to the study of the scientific literacy by using the scientific literacy evaluation showed that the students had scores after lesson higher than scores before lesson. The score before lesson which is 49.13 percent ($\bar{X} = 7.37$) and after lesson

which is 70.47 percent ($\bar{X} = 10.57$) and the full point is 15 points. Additionally, the printable activity sheet finds that the students have the highest score of the Scientific Interpretive Data and Evidence 77.73 percent, Evaluate and Design Scientific Enquiry 66.67 percent and Explain Phenomena Scientifically 54.33 percent, consecutively. Therefore, showed that students had developed scientific literacy after received STEM problem-based learning.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของงานวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	12
หลักสูตรสถานศึกษา.....	19
ความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์.....	24
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	79
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
รูปแบบการวิจัย.....	82
บริบทของการวิจัย.....	84
กลุ่มเป้าหมาย.....	84
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	85
การสร้างเครื่องมือการวิจัย.....	86
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	96
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	98

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	100
5 บทสรุป.....	152
สรุปผลการวิจัย.....	152
อภิปรายผลการวิจัย.....	156
ข้อเสนอแนะ.....	158
บรรณานุกรม.....	160
ภาคผนวก.....	166
ประวัติผู้วิจัย.....	233

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงโครงสร้างเวลาเรียน.....	22
2	แสดงโครงสร้างหลักสูตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	23
3	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของการทดสอบ PISA และ TIMSS.....	53
4	แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา.....	75
5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามของการวิจัย และเครื่องมือการวิจัย.....	85
6	แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสถานการณ์/ปัญหา ตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	88
7	แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA 2015.....	93
8	แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	110
9	แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	120
10	แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	130
11	แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์.....	133
12	แสดงผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ก่อน-หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้...	142
13	แสดงผลคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากใบกิจกรรม.....	143

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	221
15 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC จุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบ ประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	226
16 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC สมรรถนะการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ กับแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและการผลิต ปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	227
17 แสดงผลการประเมินใบกิจกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริม การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ	228
18 แสดงผลการประเมินแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริม การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ	229
19 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์.....	231
20 แสดงความถี่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	232

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart	83
2 แสดงการเสนอสมมติฐาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 2.....	144
3 แสดงการเสนอสมมติฐาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 3.....	144
4 แสดงการระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบปัญหาโดยใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ 6.....	145
5 แสดงการเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ 6....	145
6 แสดงเสนอแนวทางการสร้างชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 6.....	146
7 แสดงการเสนอวิธีการทดสอบชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 8.....	146
8 แสดงเสนอแนวทางการประเมินชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 6.....	147
9 แสดงการเสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 6.....	147
10 แสดงการแปลงข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ของนักเรียน กลุ่มที่ 6.....	148
11 แสดงการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปของ นักเรียนกลุ่มที่ 6.....	149

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี ซึ่งเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน และส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งในด้านตัวบุคคลและในการใช้ชีวิตประจำวัน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 19) การรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้บุคคลนั้นสามารถแยกข้อมูลที่เข้ามาหลากหลายช่องทางว่าข้อมูลใดเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง หรือข้อมูลใดขาดความเป็นวิทยาศาสตร์ หรือเป็นวิทยาศาสตร์เทียม เพื่อประโยชน์ต่อการเลือกซื้อเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือเพื่อประโยชน์ต่อการเลือกรับบริการทางสุขภาพที่ในปัจจุบันมีการรักษาสุขภาพทางเลือกจำนวนมาก ในด้านอาชีพการงานการใช้ประโยชน์การรู้วิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นการสร้างโอกาสในการทำงาน ยิ่งบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์เป็นอย่างดีมีผลต่อโอกาสของการทำงานในตำแหน่งใหม่ๆ หรือตำแหน่งที่สูงขึ้น เนื่องจากสามารถใช้ศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการทำงานได้อย่างเต็มที่ และในด้านสังคมวัฒนธรรมเศรษฐกิจ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทำให้บุคคลสามารถรับรู้และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจให้ดีขึ้น ส่งผลในการสร้างความมั่นคงระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ (Laugksch, 2000) โดยบุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำเป็นต้องใช้สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล ในอาชีพการงานและในสังคมวัฒนธรรมของทุกๆ ชีวิต ทำให้นักเรียนสามารถรับรู้ และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล และมีส่วนร่วมในสังคมได้ (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560ก) ดังนั้นการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญสำหรับนักเรียนทุกคนในปัจจุบันมาก

ในระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการเข้าร่วมประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามโครงการ PISA ที่ต้องการหาตัวชี้วัดว่านักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับ ปฏิบัติในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามโครงการ PISA ของนักเรียนไทยตั้งแต่ปี 2000 จนถึงปี 2015 พบว่าคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในปี 2000 (436 คะแนน) ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD (500 คะแนน) ต่อมาในปี 2003 (429 คะแนน) คะแนนยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD และลดลงจากปี 2000 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ในปี 2006 ซึ่งเป็นปีที่มีการเน้นวิทยาศาสตร์ นักเรียนไทยก็ยังมีคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง (425 คะแนน) และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD (501 คะแนน) แต่เริ่มมีสัญญาณว่าระบบเริ่มคงที่โรงเรียน ครู และนักเรียนเริ่มปรับตัวได้ในปี 2009 และปี 2012 ทำให้คะแนนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นแต่ยังคงมีผลการประเมินต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD และต่ำกว่าระดับพื้นฐาน (ระดับ 2) จนมาถึงในปี 2015 ที่เน้นการประเมินวิทยาศาสตร์เป็นหลัก คะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังคงไม่สูงขึ้นตามเวลาที่ผ่านมา (421 คะแนน) ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (493 คะแนน) ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน และเป็นหนึ่งในสองประเทศที่มีผลการประเมินจัดอยู่ในกลุ่มต่ำเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในประเทศภูมิภาคเอเชียตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ โดยจุดอ่อนที่พบจากผลการประเมินในหมวดความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์คือ เรื่องระบบโลกและอวกาศ ที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของโลกทั้งระบบ พลังงานในระบบโลก ประวัติศาสตร์โลก เป็นต้น ส่วนจุดอ่อนในด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อยู่ที่สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยประเทศเล็กน้อย ซึ่งทั้งหมดชี้ให้เห็นว่าคุณภาพการศึกษาของไทยยังต้องการการพัฒนาปรับปรุงอย่างมาก ซึ่งเป็นที่กังวลของการศึกษาทุกระบบ เพราะเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะไม่สามารถใช้ความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ในชีวิต ทั้งในชีวิตประจำวัน การศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น และในการประกอบกรงานอาชีพ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 96-111)

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ปี 2015 นอกจากจะประเมินผลในระดับนานาชาติ และระดับชาติแล้วยังประเมินตามพื้นที่และกลุ่มโรงเรียนด้วย โดยจากผลการประเมินพบว่า นักเรียนจากทุกพื้นที่มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ทั้งสิ้น แม้แต่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล แต่ถ้าเทียบกับค่าเฉลี่ยประเทศ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยประเทศ ได้แก่ นักเรียนจากพื้นที่ กรุงเทพฯ และปริมณฑล ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออก ส่วนนักเรียนจากพื้นที่ อื่นๆ มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประเทศ โดยนักเรียนจากภาคอีสานตอนล่างมีคะแนนต่ำสุด ทั้งนี้ ช่องว่างระหว่างนักเรียนที่มีคะแนนสูงสุด (กรุงเทพฯ และปริมณฑล) กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุด (ภาคอีสานตอนล่าง) กว้างมากกว่าหนึ่งระดับครึ่ง หรือเท่ากับการเรียนรู้ที่ต่างกันประมาณหนึ่งปีครึ่ง และเมื่อประเมินตามกลุ่มโรงเรียนพบว่า นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และกลุ่มโรงเรียนสาธิตมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD นอกนั้นทุกกลุ่มโรงเรียนมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ทั้งหมด สำหรับกลุ่มที่มีคะแนนต่ำสุดเป็นกลุ่มโรงเรียนวิทยาลัยอาชีวศึกษาทั้งของรัฐและเอกชน โดยโรงเรียนของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้จัดอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและอยู่ในกลุ่มโรงเรียน สพฐ.2 หรือโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มาจาก กรมสามัญศึกษาเดิม ซึ่งมีคะแนนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ไม่ว่าจะประเมินตาม พื้นที่ หรือกลุ่มโรงเรียน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, หน้า 100-107)

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน โดยใช้ข้อสอบ PISA จำนวน 15 ข้อ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำไว้เพื่อเผยแพร่ ซึ่งเป็นเนื้อหาทั่วไป และแบ่งตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้เป็น สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 3 ข้อ เลือกตอบเชิงซ้อนจำนวน 2 ข้อ และแบบเขียนตอบจำนวน 1 ข้อ สมรรถนะ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ เป็น ข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 1 ข้อ แบบเขียนตอบจำนวน 1 ข้อ และแบบเลือกตอบและเขียนตอบ จำนวน 2 ข้อ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 1 ข้อ แบบเลือกตอบเชิงซ้อนจำนวน 3 ข้อ และแบบเลือกตอบและเขียนตอบจำนวน 1 ข้อ ซึ่งจากการทำข้อสอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนทำคะแนนได้ต่ำในสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ แต่เมื่อเทียบคะแนนกับ

จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมดในทุกสมรรถนะยังมีคะแนนต่ำ ดังนั้นจากผลการทดสอบทั้งหมดจะเห็นว่านักเรียนยังมีปัญหาในเรื่องของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนขาดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เกิดจากวิธีการจัดการเรียนรู้เดิมที่เน้นการบรรยาย ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพียงอย่างเดียวแต่ไม่สามารถวิเคราะห์ว่าข้อมูลใดน่าเชื่อถือหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 11) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะต่างๆ ตามที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มความสามารถในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทโดยตรงในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง เก็บข้อมูล หาหลักฐานหรือประจักษ์พยาน เพื่อตีความแปลความ นำไปสู่การสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปเป็นความรู้ แนวคิด หรือหลักการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิทยาศาสตร์เชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน และเป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ โดยจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น ปัญหาเป็นฐาน โครงการเป็นฐาน และเน้นกระบวนการเชิงวิศวกรรม (สะเต็มศึกษา ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสิ่งจำเป็นที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย คือ การเชื่อมโยงผู้เรียนกับบริบทต่างๆ โดยการเลือกสถานการณ์หรือบริบทที่จะนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถใช้กรอบแนวคิดของ

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ OECD มาเป็นแนวทางในการออกแบบได้ ตัวอย่างบริบทที่ไทยนำมาใช้เป็นเรื่องพลังงาน ซึ่งเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์แผนบูรณาการระยะยาวที่กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน (กระทรวงพลังงาน, 2558) โดยประเด็นที่สามารถนำมาบูรณาการในหลักสูตรและกิจกรรม เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งการลดการปล่อยมลพิษ การกระตุ้นการอนุรักษ์พลังงานแนวใหม่ที่แตกต่างจากอดีตที่ผ่านมา และเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อลดอัตราสิ้นเปลืองพลังงาน การศึกษาวิธีการและเทคโนโลยีเพื่อนำพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทนมาใช้ให้มากขึ้น เทคนิควิธีการเพื่อยืดอายุแหล่งพลังงานภายในประเทศรวมทั้งยุทธวิธีในการลดอัตราการผลิตแก๊สธรรมชาติภายในประเทศ รวมทั้งความเข้าใจของภาคประชาชนในเรื่องพลังงาน เป็นต้น (โครงการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาพลังงานในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทโดยตรงในกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น สามารถใช้วิทยาศาสตร์เชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริงมากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ คิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ และต้องการสำรวจตรวจสอบ หาความรู้มาแก้ปัญหาผ่านการทำงานกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ ในขณะที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติของนักเรียน (Lou, et al., 2011, p.199) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (สุพรรณิ ขาญประเสริฐ, 2557) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สมรรถนะที่สำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา และนำความรู้ที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันต่อไปซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุผลนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษาจึงเป็น

การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื่องจากเล็งเห็นความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน การตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีลักษณะอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขอบเขตของงานวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 49 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย

1. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม
2. การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม
3. แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมดจำนวน 12 ชั่วโมง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ให้กับบุคลากรทางการศึกษาต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริงมากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ และต้องการหาความรู้มาแก้ปัญหาผ่านการทำงานกลุ่ม ในขณะที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเกิดความสนใจ มองเห็นปัญหา และอยากที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา และนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้า และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ประเด็นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน หากไม่พอให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนในการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน รวมถึงวางแผนการทำงานและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนเริ่มสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนด นอกจากนี้นักเรียนต้องอธิบายถึงองค์ประกอบของแบบจำลอง/ชิ้นงานได้

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินแบบจำลอง/ชิ้นงานที่สร้างขึ้น และหากพบว่าแบบจำลอง/ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง/ชิ้นงาน

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาคู่บุคคลอื่น

2. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง เป็นบุคคลที่สามารถสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งประเมินจากแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และไบกิจกรรม โดยประเมินสมรรถนะที่จำเป็น 3 สมรรถนะ ดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้และ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 1.2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
- 1.5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

3.1 แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. หลักสูตรสถานศึกษา

2.1 ข้อมูลทั่วไป

2.1.1 พันธกิจโรงเรียน

2.1.2 เป้าประสงค์โรงเรียน

2.1.3 กลยุทธ์ของโรงเรียน

2.1.4 นโยบายของโรงเรียน

2.2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

2.2.1 โครงสร้างเวลาเรียน

2.2.2 โครงสร้างชั้นปี

2.3 คำอธิบายรายวิชาเพื่อเพลิงเพื่อการคมนาคม

3. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3.1 ความเป็นมาของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3.2 ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3.3 ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

3.5 การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย และกรอบโครงสร้าง

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1.1 ที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1.4 แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1.5 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.2.1 ที่มาของสะเต็มศึกษา

4.2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

4.2.3 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา

4.2.4 แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.2.5 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็ม

ศึกษา

4.3.2 แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4. แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

5. พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

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

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยี อวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหา ความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

1.2 รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม)

รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียนให้เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ปีละ 120 ชั่วโมง (3 หน่วยการเรียนรู้) ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เหมาะสมกับระดับชั้น นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถจัดเวลาเรียนรายวิชาเพิ่มเติม หลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยให้พิจารณาตามบริบทของสถานศึกษา ความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน โดยสถานศึกษาเป็น

ผู้พัฒนาหลักสูตรเอง ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ สภาพแวดล้อมของสถานศึกษา และศักยภาพของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากผลการศึกษาวิจัย การติดตามผลการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ดำเนินการโดยสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นที่ควรปรับปรุง เช่น ด้านตัวชี้วัดหรือคุณลักษณะความรู้ความสามารถของผู้เรียนภายหลังจากเรียนจบแต่ละช่วงชั้น กระบวนการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ การวัดและประเมินผล ประกอบกับข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 เกี่ยวกับยุทธศาสตร์การพัฒนาคอนในสังคมไทย ที่มุ่งพัฒนาคุณภาพคนไทยให้มีคุณธรรมรอบรู้ อย่างเท่าทัน ความพร้อมด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และศีลธรรม สามารถก้าวทันความเปลี่ยนแปลงและมุ่งเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีจิตใจที่ดีงาม มีจิตสาธารณะพร้อมทั้งสมรรถนะทักษะและความรู้พื้นฐานในการดำรงชีวิตและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนสู่ศตวรรษที่ 21 จึงได้มีการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อพัฒนาไปสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น กล่าวคือ เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ ผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่างๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ จึงได้ดำเนินการออกแบบและจัดทำหลักสูตร รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้น เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ในบริบทของเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นความต้องการการพัฒนาเยาวชน เพื่อนำส่งให้เป็นบุคคลที่มีศักยภาพตามนโยบายการพัฒนากำลังคนของประเทศใน 10 ปีข้างหน้า ดังนี้

1. เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม
2. พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์
3. วิทยาศาสตร์กับความงาม
4. ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
5. สนุกกับโครงงานวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงและใช้ในการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ดังกล่าวได้ สถานศึกษาจึงควรนำรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. จัดทำขึ้นไปใช้จัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ พัฒนาการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา และบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง รวมถึงการออกแบบสร้างนวัตกรรมตามความสนใจ สู่พื้นฐานอาชีพการขับเคลื่อนการใช้หลักสูตรให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสถานศึกษาได้นำรายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม มาใช้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม

จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม

1. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล คิดวิเคราะห์ อภิปรายและอธิบาย การเกิดและประเภทของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ การเกิดและประเภทของถ่านหิน การเกิดหิน น้ำมันและปิโตรเลียม ปัจจัยที่ทำให้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ประเภทต่างๆ มีลักษณะต่างกัน ประโยชน์ของถ่านหิน หินน้ำมันและปิโตรเลียม

จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้คิดวิเคราะห์ว่าในชีวิตประจำวัน มีส่วนเกี่ยวข้องกับยานพาหนะใดบ้างและใช้เพื่ออะไร ให้ครูรวบรวมคำตอบของนักเรียนทั้งหมด และให้นักเรียนจัดกลุ่มยานพาหนะต่างๆ ออกเป็น 2 ประเภท คือ ยานพาหนะที่ใช้และไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติอัด เป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อน

ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่ายานพาหนะที่ใช้และไม่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติอัด เป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนยานพาหนะประเภทใดมีจำนวนมากกว่ากันและหลังจากการวิเคราะห์ในประเด็นดังกล่าวแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าแหล่งพลังงานสำคัญที่เรานำมาใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคมขนส่ง ได้แก่พลังงานอะไรบ้าง ซึ่งจากการตอบคำถามและจากการทำกิจกรรมนักเรียนอาจตอบว่า แหล่งพลังงานสำคัญที่เรานำมาใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคมขนส่ง ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติอัด เป็นต้น

ครูให้ความรู้แก่นักเรียนว่า น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติอัด เป็นเชื้อเพลิงประเภทหนึ่งจากปิโตรเลียม และปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิงประเภทหนึ่งของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ดังกล่าวนี้เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ต้องใช้เวลานานหลายล้านปีจึงจะสร้างขึ้นใหม่ได้อีก และในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยเฉพาะ

ปิโตรเลียม มีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้นด้วย ปิโตรเลียมจึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในการคมนาคมขนส่ง ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากปิโตรเลียม จึงต้องใช้อย่างประหยัดมากที่สุด

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเริ่มใช้ประโยชน์เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ของประเทศไทย จากนั้นอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำมันดิบ ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งน้ำมันดิบนั้นเป็นเชื้อเพลิงประเภทหนึ่งของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เพื่อให้นักเรียนตระหนักและเห็นคุณค่าของแหล่งน้ำมันดิบดังกล่าว และเป็นแหล่งน้ำมันดิบที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายในภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคมขนส่งและอื่นๆ ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน

ให้ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับแหล่งพลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์เพื่อการคมนาคมขนส่งและความสำคัญของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อว่า เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ คืออะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร ให้นักเรียนศึกษาการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ถ่านหิน หินน้ำมันและปิโตรเลียม มีลักษณะแตกต่างกัน

จากนั้นให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับถ่านหิน หินน้ำมันและปิโตรเลียม จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือจากหนังสือเรียน และเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดถ่านหินมากขึ้น ครูอาจใช้ภาพประกอบการอธิบายการเกิดถ่านหินร่วมด้วย นอกจากนั้นครูอาจให้นักเรียนสืบค้นแหล่งถ่านหินและแหล่งหินน้ำมันที่สำคัญๆ ของประเทศไทยจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หลังจากให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับถ่านหิน หินน้ำมันและปิโตรเลียมแล้ว ให้นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับการเกิดถ่านหิน หินน้ำมันและปิโตรเลียม

2. ปิโตรเลียม

หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้ทดลองเลียนแบบ สังเกต เปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ อภิปราย อธิบายและบอกองค์ประกอบของปิโตรเลียม ประเภทของปิโตรเลียม สถานะของปิโตรเลียมประเภทต่างๆ ลักษณะของน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลว ปัจจัยที่ทำให้ปิโตรเลียมประเภทต่างๆ มีลักษณะแตกต่างกัน ลักษณะของหินต้นกำเนิดปิโตรเลียม หินกักเก็บปิโตรเลียม หินปิดกั้นปิโตรเลียม แหล่งกักเก็บปิโตรเลียมและลักษณะโครงสร้างแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลในหนังสือเรียน หัวข้อปีโตรเลียมในหนังสือเรียน และนำเสนอข้อมูลในประเด็นดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบของปีโตรเลียม ประเภทของปีโตรเลียม สถานะของปีโตรเลียม ประเภทต่างๆ

2. ลักษณะของน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลว

3. ปัจจัยที่ทำให้ปีโตรเลียมประเภทต่างๆ มีลักษณะแตกต่างกัน

จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและทำกิจกรรม หินต้นกำเนิดปีโตรเลียมและหินกักเก็บปีโตรเลียม และนำเสนอข้อมูลในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของหินต้นกำเนิดปีโตรเลียม และตัวอย่างชนิดของหินต้นกำเนิดปีโตรเลียม

2. สาเหตุที่ทำให้ปีโตรเลียมเคลื่อนย้ายแหล่งสะสมตัวจากหินต้นกำเนิดปีโตรเลียมไปยังหินกักเก็บปีโตรเลียม

3. ลักษณะของหินกักเก็บปีโตรเลียม

จากการทำกิจกรรมให้นักเรียนควรสรุปความรู้เกี่ยวกับหินต้นกำเนิดปีโตรเลียมและหินกักเก็บปีโตรเลียม จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและทำกิจกรรม หินปิดกั้นปีโตรเลียมและแหล่งกักเก็บปีโตรเลียม และนำเสนอข้อมูลในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของหินปิดกั้นปีโตรเลียมและแหล่งกักเก็บปีโตรเลียม

2. ลักษณะโครงสร้างแหล่งกักเก็บปีโตรเลียม

จากการทำกิจกรรม นักเรียนควรสรุปความรู้เกี่ยวกับหินปิดกั้นปีโตรเลียมและแหล่งกักเก็บปีโตรเลียม และให้นักเรียนระดมความคิดและอภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างแหล่งกักเก็บปีโตรเลียม โดยใช้ข้อมูลจากในหนังสือเรียนประกอบการอภิปราย

3. การสำรวจปีโตรเลียม

หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้วาดแผนภาพ อภิปรายและอธิบายการสำรวจปีโตรเลียม

จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลังจากที่นักเรียนเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรสรุปความรู้ได้ว่าเราสามารถทราบว่ามีบริเวณใดมีแหล่งกักเก็บปีโตรเลียมอยู่ได้ทั่วโลก โดยใช้วิธีการสำรวจปีโตรเลียม การสำรวจปีโตรเลียมแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การสำรวจทางธรณีวิทยา 2) การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ และ 3) การเจาะสำรวจ

4. การผลิตปิโตรเลียม

หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้ทดลองเลียนแบบ วาดแผนภาพ อภิปรายและอธิบายการผลิตปิโตรเลียม

จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลักจากที่นักเรียนเรียนจบหัวข้อนี้แล้วนักเรียนควรสรุปได้ว่า เมื่อพบว่าแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมคุ้มค่ากับการลงทุนแล้ว ผู้ประกอบการจะวางแผนในการผลิตปิโตรเลียม โดยออกแบบการวางหลุมผลิตปิโตรเลียมให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และออกแบบอุปกรณ์การผลิตเพื่อให้การผลิตปิโตรเลียมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ การเจาะหลุมผลิตปิโตรเลียมมีทั้งการเจาะหลุมบนบกและในทะเล น้ำมันดิบที่ได้จากหลุมผลิตส่วนใหญ่จะมีน้ำมันอยู่ ซึ่งจำเป็นต้องทำการแยกน้ำออกก่อน จากนั้นจึงนำน้ำมันดิบที่ได้ขนส่งไปยังโรงกลั่นน้ำมันดิบโดยเรือหรือพาหนะอื่นๆ ต่อไป ส่วนก๊าซธรรมชาติที่ได้จากหลุมผลิตจะถูกแยกออกเป็นก๊าซธรรมชาติ ก๊าซธรรมชาติเหลว น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นจึงนำก๊าซธรรมชาติที่ได้ไปเพิ่มความดันและส่งผ่านเข้าสู่ท่อขนส่งไปยังโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ส่วนก๊าซธรรมชาติเหลวจะถูกขนส่งไปทางเรือไปยังโรงกลั่นน้ำมันดิบต่อไป

5. แหล่งปิโตรเลียม

หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้อภิปราย อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและของประเทศไทย

จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ในหัวนี้เน้นให้นักเรียนอธิบายแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและของประเทศไทย ยกตัวอย่างแหล่งปิโตรเลียมทั้งบนบกและในทะเลของประเทศไทย จากการทำกิจกรรมนักเรียนควรสรุปเกี่ยวกับแหล่งปิโตรเลียมได้ว่า แหล่งปิโตรเลียมที่ค้นพบแล้วทั่วโลกในปัจจุบันมีประมาณ 30,000 แหล่ง ซึ่งกระจายอยู่ทั้งบนบกและในทะเล แหล่งปิโตรเลียมขนาดใหญ่และที่สำคัญของโลกส่วนมากพบอยู่ในกลุ่มประเทศแถบตะวันออกกลาง ส่วนประเทศไทยมีแหล่งปิโตรเลียมทั้งบนบกและในทะเล

6. ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ไข

หัวข้อนี้มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและแนวทางแก้ไข นักเรียนควรสรุปเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและแนวทางแก้ไข ได้ว่า ในกระบวนการสำรวจ การผลิตและการขนส่งปิโตรเลียมนั้นบาง

กระบวนการหรือบางขั้นตอนจะมีการปล่อยสาร เช่น การปล่อยน้ำจากกระบวนการผลิต หรือการรั่วของน้ำมันดิบจากการขนส่งและการเผาก๊าซต่างๆ เพื่อความปลอดภัยและความจำเป็นทางด้านเทคนิคของกระบวนการผลิต เช่น การเผาก๊าซมีเทน ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารหรือก๊าซที่ปล่อยหรือรั่วไหลออกมาเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อเป็นการลดผลกระทบดังกล่าว หน่วยงานต่างๆ จึงได้ออกมามาตรการเพื่อควบคุม ป้องกันและหาแนวทางแก้ไขบรรเทาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, หน้า 320-323)

2. หลักสูตรสถานศึกษา

2.1 ข้อมูลทั่วไป

2.1.1 พันธกิจโรงเรียน

1. พัฒนาวิธีการบริหารและให้บริการการศึกษาแก่นักเรียนให้ได้คุณภาพในระดับมาตรฐานสากล
2. พัฒนาหลักสูตรให้ตรงกับการพัฒนาผู้เรียนมีศักยภาพเป็นพลโลกและอยู่ได้ในสังคมพหุวัฒนธรรม
3. พัฒนาครูให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายและ ผู้เรียนให้มีศักยภาพเป็นพลโลกและพลเมืองอาเซียน
4. พัฒนานักเรียนให้มีทักษะความรู้ด้วยการศึกษาของ UNESCO 4 ด้าน คือ Learning to know. Learning to do. Learning to live. To live together และ Learning to be.
5. ปลุกฝังอัตลักษณ์ความเป็นคนไทยและอัตลักษณ์ของชาวสวรรค์อันนันทิให้กับนักเรียนเพื่อเป็นภูมิคุ้มกันด้านความมั่นคงคงอยู่ของชาติไทย
6. ยกกระดับคุณภาพของผู้เรียนทุกคนให้คิดเป็นทำเป็นแก้ปัญหาได้มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความหลากหลายในการแก้ปัญหา รู้เท่าทันเทคโนโลยีมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการสื่อสารภาษาแม่และภาษาสากลอย่างน้อย 1 ภาษา
7. นำโรงเรียนผ่านเกณฑ์คุณภาพตามระบบประกันคุณภาพในทุกด้านการประเมิน

2.1.2 เป้าประสงค์โรงเรียน

จุดเน้นของโรงเรียน

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลการเรียนปานกลางถึงอ่อนได้รับการเอาใจใส่ให้มีผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบระดับชาติ O-Net ในรายวิชา คณิตศาสตร์, ภาษาอังกฤษ, วิทยาศาสตร์, ภาษาไทย และสังคม มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นจากปีก่อนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 3

2. น้อมรับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันให้กับนักเรียน ให้มีความสำนึกความเป็นชาติไทยและอยู่ได้ในสังคมพหุวัฒนธรรม เช่น ประชาคมอาเซียนและความเป็นพลโลก

3. คุณภาพของนักเรียนที่จบจากโรงเรียน ต้องเทียบได้กับคุณภาพคุณภาพระดับสากล คือ รู้พึ่งตนเอง คิดเป็นเห็นชอบรู้เท่าทันแข่งขันได้

4. ส่งเสริมความเป็นเลิศที่หลากหลายเชิงปัจเจกของนักเรียนเพื่อเตรียมนักเรียนเข้าสู่วิถีดำรงชีพใหม่ๆ ในสังคม พหุวัฒนธรรม

5. มุ่งเสริมสร้างอัตลักษณ์ของโรงเรียน “วิชาการกรีกไกล มีวินัยในตนเอง” ให้ยั่งยืนและเด่นชัดผดุงใช้ระบบประกันคุณภาพ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการกำกับพัฒนาโรงเรียนในทุกๆ ด้าน

6. เป็นผู้นำในการให้โอกาสแก่บเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์ ในท้องถิ่นให้เกิดการพัฒนาเต็มศักยภาพ

7. เร่งพัฒนาความหลากหลายในการใช้ภาษาสากลสื่อสาร ให้กับนักเรียนทุกคนในโรงเรียน ให้เข้าใจ พูดให้ครบ ทบถูกต้อง คล่องอ่านเขียน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับการศึกษาตามมาตรฐานหลักสูตรแกนกลางระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างทั่วถึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ในอัตราสูงในระดับมาตรฐานสากล มีคุณธรรม จริยธรรม สุขภาพกายใจที่ดี มีจิตสาธารณะ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมไทยและสังคมโลกอย่างมีความสุข

2.1.3 กลยุทธ์ของโรงเรียน

กลยุทธ์เชิงรุกท้าทายเทียบชั้นมาตรฐานสากล

กลยุทธ์ที่ 1 เร่งรัดพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาสู่ระดับมาตรฐานสากล โดยยึดคุณธรรม นำความรู้สู่คุณภาพชีวิตและทักษะชีวิตที่ดีตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สร้างความमानฉันท์ สันติวิธีและวิถีประชาธิปไตย

กลยุทธ์ที่ 2 ขยายโอกาสด้านคุณภาพการศึกษาให้แก่แก่นักเรียนของโรงเรียนโดยเสมอภาคและทั่วถึงและ Bench Marking กับมาตรฐานสากล

กลยุทธ์ที่ 3 พัฒนาสื่อเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานให้เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดย Bench Marking กับคุณภาพมาตรฐานสากล

กลยุทธ์เชิงรับสะสม ล้าง ลบ สยบอุปสรรค

กลยุทธ์ที่ 4 บริหารจัดการโดยใช้หลักของการกระจายอำนาจ

กลยุทธ์ที่ 5 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ชุมชน ภาคเอกชน ท้องถิ่นในการจัดการการศึกษา

กลยุทธ์ที่ 6 ให้ความร่วมมือในนโยบายต่างๆของสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กลยุทธ์ที่ 7 นิเทศพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้สามารถให้บริการ
การเรียนรู้แก่นักเรียนได้อย่างมีคุณภาพ

2.1.4 นโยบายของโรงเรียน

1. พัฒนาการเรียนการสอน ตลอดเวลาและต่อเนื่องให้เหมาะสมกับสภาพสังคม
2. จัดหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนและท้องถิ่นตามศักยภาพ
ของนักเรียนให้สามารถเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อและเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ
3. เน้นการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดนตรีและพลศึกษา
เทียบมาตรฐานสากล
4. พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
5. สร้างความรู้ความเข้าใจ สร้างบรรยากาศ สร้างกิจกรรม และสร้างพฤติกรรมตาม
ระบอบประชาธิปไตยเพื่อเป็นพื้นฐานของการเป็นพลเมืองและพลโลกที่ดีรักสันติ
6. ส่งเสริม พัฒนาและอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม
7. พัฒนาการศึกษาเข้าสู่มาตรฐานคุณภาพตามระบบประกันคุณภาพการศึกษา
และพร้อมการประเมินภายในและภายนอกและเทียบชั้นมาตรฐานสากล
8. ป้องกันและแก้ไขปัญหาเสพติดและโรคทางกรรมพันธุ์อย่างเป็นระบบยั่งยืน
และต่อเนื่อง
9. ร่วมมือและประสานงานกับผู้ปกครอง ชุมชน และท้องถิ่นในการพัฒนาและ
ยกระดับคุณภาพการให้บริการทางการศึกษาแก่เยาวชน
10. พัฒนาระบบสารสนเทศ เครือข่ายการเรียนรู้ ข้อมูล ข่าวสาร ของหน่วยงาน
ระดับต่างๆ อย่างเป็นระบบ

2.2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

2.2.1 โครงสร้างเวลาเรียน

หลักสูตรโรงเรียน กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างเวลาเรียน

กลุ่มสาระ / กิจกรรม	เวลาเรียน			
	เวลาเรียน ม.ต้น			เวลาเรียน ม.ปลาย
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4 – ม.6
กลุ่มสาระการเรียนรู้				
ภาษาไทย	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
คณิตศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
วิทยาศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม	160 (4 นก.)	160 (4 นก.)	160 (4 นก.)	320 (8 นก.)
สุขศึกษาและพลศึกษา	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ศิลปะ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
การงานอาชีพและ เทคโนโลยี	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ภาษาต่างประเทศ	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
รวมเวลาเรียน (พื้นฐาน)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	880 (22 นก.)	1,640 (41 นก.)
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	120	120	120	360
รายวิชา/กิจกรรมที่ สถานศึกษาจัด เพิ่มเติมตามความ พร้อมและจุดเน้น	ปีละ 200 ชั่วโมง (5 นก.) (IS, IS2 80 ชั่วโมง (2 นก.) (IS3 จัดไว้ในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน)			ไม่น้อยกว่า 1,600 ชั่วโมง
รวมเวลาเรียนทั้งหมด	1,200 ชั่วโมง/ปี			รวม 3 ปี ไม่ น้อยกว่า 3,600 ชั่วโมง

2.2.2 โครงสร้างชั้นปี

โครงสร้างหลักสูตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างหลักสูตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
รายวิชา	นก/ชม.	รายวิชา	นก/ชม.
รายวิชาพื้นฐาน	11 (440)	รายวิชาพื้นฐาน	11 (440)
ท23101 ภาษาไทย5	1.5 (60)	ท23102 ภาษาไทย6	1.5 (60)
ค23101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน5	1.5 (60)	ค23102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน6	1.5 (60)
ว23101 วิทยาศาสตร์5	1.5 (60)	ว23102 วิทยาศาสตร์6	1.5 (60)
ส23101 สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม5	1.0 (40)	ส23104 สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม6	1.0 (40)
ส23102 ประวัติศาสตร์ไทย5	0.5 (20)	ส23105 ประวัติศาสตร์ไทย6	0.5 (20)
ส23103 พระพุทธศาสนา5	0.5 (20)	ส23106 พระพุทธศาสนา6	0.5 (20)
พ23101 สุขศึกษา5	0.5 (20)	พ23103 สุขศึกษา6	0.5 (20)
พ23102 พลศึกษา5	0.5 (20)	พ23104 พลศึกษา6	0.5 (20)
ศ23101 ศิลปศึกษา5	1.0 (40)	ศ23102 ศิลปศึกษา6	1.0 (40)
ง23101 การสร้าง Web page ด้วย HTML	1.0 (40)	ง23102 การงานอาชีพและเทคโนโลยี3	1.0 (40)
อ23101 ภาษาอังกฤษ5	1.5 (60)	อ23102 ภาษาอังกฤษ6	1.5 (60)
รายวิชาเพิ่มเติม	3.0(120)	รายวิชาเพิ่มเติม	3.0(120)
ค23203 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม5	1.0 (40)	ค23204 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม6	1.0 (40)
ว23201 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	1.0 (40)	ว23202 เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม	1.0 (40)
ส20235 หน้าที่พลเมือง5	0.5 (20)	ส20236 หน้าที่พลเมือง6	0.5 (20)
อ23205 ภาษาอังกฤษฟัง-พูด5	0.5 (20)	อ23202 ภาษาอังกฤษฟัง-พูด6	0.5 (20)
กิจกรรมเพิ่มเวลารัฐลดเวลาเรียน		กิจกรรมเพิ่มเวลารัฐลดเวลาเรียน	
กิจกรรมปลูกฝังคุณธรรม	20	กิจกรรมปลูกฝังคุณธรรม	20
กิจกรรมคณิตศาสตร์	20	กิจกรรมคณิตศาสตร์	20
กิจกรรมภาษา	40	กิจกรรมภาษา	40
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	(60)	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	(60)
กิจกรรมแนะแนว	(20)	กิจกรรมแนะแนว	(20)
กิจกรรมนักเรียน		กิจกรรมนักเรียน	
- ลูกเสือ/ยุวกาชาด/ผู้นำเพื่อประโยชน์	(20)	- ลูกเสือ/ยุวกาชาด/ผู้นำเพื่อประโยชน์	(20)
- ชุมนุม	(20)	- ชุมนุม	(20)
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์	(9)	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์	(46)
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	620	รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	620

2.3 คำอธิบายรายวิชาเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม

คำอธิบายรายวิชาเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม รหัสวิชา ว23202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1.0 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง องค์ประกอบและประเภทของปิโตรเลียม หินต้นกำเนิดและแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม การสำรวจและแหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบและแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม การแยกก๊าซธรรมชาติ การกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์จากก๊าซธรรมชาติและการกลั่นน้ำมันดิบ และการใช้ประโยชน์ ผลกระทบจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมและแนวทางการแก้ไขสถานการณ์พลังงานของโลกและของประเทศไทย การใช้พลังงานด้านการคมนาคมของประเทศไทย การกำหนดราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ผลกระทบและแนวทางการแก้ไขผลจากการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม เชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานทดแทน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญและการกำเนิดของปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และหินน้ำมัน
2. อธิบายแหล่ง การสำรวจ และปริมาณสำรองของปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ
3. อธิบายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและการนำไปใช้ประโยชน์
4. อธิบายโครงสร้างราคาและวิเคราะห์สถานการณ์การใช้้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม
5. อธิบายประเภทและการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานทดแทน
6. นำเสนอแนวทางการใช้ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ อย่างประหยัดและถูกวิธี

3. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3.1 ความเป็นมาของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

คำว่า “การรู้วิทยาศาสตร์ หรือ scientific literacy” เริ่มต้นจากประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ในช่วงปลายทศวรรษ 1950 โดยนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งแรงผลักดันที่ทำให้กลุ่มนักการศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหันมาให้ความสำคัญและสนใจประเด็นที่ว่า ประชาชนทุกคนต้องรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้คำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ ตามที่ปรากฏครั้งแรกในงานเขียนของ พอล เดอร์ฮาร์ด เฮอร์ด (Paul DeHard Hurd) ที่ชื่อว่า Science Literacy: Its Meaning

for American Schools ที่ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 1958 (Bybee, 1997; Hodson, 2008; Laugksch, 2000) เมื่อสหภาพสาธารณรัฐสังคมนิยมโซเวียต (ในสมัยนั้น) สามารถส่งดาวเทียมที่มีชื่อว่า สปุตนิก (Sputnik) ไปโคจรรอบโลกได้สำเร็จ ในปี ค.ศ. 1954 ส่งผลให้สหรัฐอเมริกาประเมินตนเองว่าองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของภาคของประเทศไม่สามารถสู้หรือเอาชนะ สหภาพสาธารณรัฐสังคมนิยมโซเวียตได้จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ของ สหรัฐอเมริกา ต่อมาสหรัฐอเมริกาหันมาทุ่มเทและให้ความสำคัญกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง โดยใช้สโลแกน (slogan) ที่ว่า Science Literacy: Its Meaning for American Schools ตามงานเขียนของ พอล เดอร์ฮาร์ด เฮิร์ต และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในช่วงเวลานั้น โดยมีความเห็นทั่วไปว่าการเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนชาวอเมริกาโดยผ่านระบบการศึกษาจะเป็นยุทธศาสตร์ที่ทำให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ อย่างไรก็ตามความเข้าใจในแนวคิดของคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงปี ค.ศ. 1957-1963 ยังขาดความชัดเจนและเป็นคำที่ใช้เชิงนโยบายมากกว่าการปฏิบัติจริง ในขณะนั้นมีการตีความการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ค่อนข้างหลากหลาย และเกิดความสับสนในการนำไปสู่การปฏิบัติในห้องเรียน ในช่วงปลายทศวรรษ 1970 ถึงต้นทศวรรษ 1980 ผลจากการตีความคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลายและสับสน ทำให้การนำไปปฏิบัติในโรงเรียนแตกต่างกันไปตามการตีความที่แตกต่างกัน จึงมีการทบทวนและพิจารณาคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ ที่เป็นสโลแกนระดับชาติและจะต้องนำไปสู่การประสบความสำเร็จของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศ ประกอบกับในช่วงเวลานั้น สหรัฐอเมริกาต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทายสำคัญ 2 ประการ ประการแรก คือ การแข่งขันทางเศรษฐกิจ การเป็นผู้นำทางด้านอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจโลกของสหรัฐอเมริกาที่เป็นที่ยอมรับว่าเริ่มถดถอยลงเรื่อยๆ ในขณะที่บางประเทศที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วทางด้านเศรษฐกิจอย่างประเทศญี่ปุ่น และหลายประเทศ เช่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน และสิงคโปร์ ก็กำลังจะเติบโตตามมาเช่นกัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกมองว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจระหว่างประเทศ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องมีการวางนโยบายทางด้าน วิทยาศาสตร์ของประเทศ สถานการณ์ที่ท้าทายสำคัญประการที่สอง คือ ความตกต่ำของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม และการเปรียบเทียบความสำเร็จทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติที่สหรัฐอเมริกาอยู่ในระดับที่ไม่ดีนัก ในเวลานั้นมีความเข้าใจว่าเป็นวิกฤติทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของ ประเทศที่วิทยาศาสตร์ศึกษาอยู่ในภาวะตกต่ำ (Bybee, 1997; Laugksch, 2000)

จากเหตุผลของการแข่งขันทางเศรษฐกิจที่เพิ่มสูงขึ้นจนภาวะตกต่ำทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของสหรัฐอเมริกา ในช่วงต้นทศวรรษ 1980 จึงเกิดความตื่นตัวทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

และกลับมาให้ความสนใจการรู้วิทยาศาสตร์อย่างจริงจังอีกครั้ง สหรัฐอเมริกาจึงให้ความสำคัญอย่างมากกับการรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชน ความเป็นอยู่ทางสังคมและวัฒนธรรมถูกนำมาเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ เรียกว่า สังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (scientific and technological society) ที่มีความเกี่ยวข้องกับสังคม และพลเมือง ความรับผิดชอบทางสังคมของประชาชน จนก่อให้เกิดการปฏิรูปทางการศึกษาที่มีการเพิ่ม ระดับความสำคัญกับแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์จนในปัจจุบัน การรู้วิทยาศาสตร์กลายเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาของประเทศ (Laugksch, 2000: 72-73) ดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การรู้วิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นจากการเป็นสโลแกนทางการศึกษาที่มีมา นานกว่า 40 ปี มีส่วนเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ การพัฒนาประเทศ และศักยภาพของพลเมืองในการแข่งขัน ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับต่างประเทศ ที่มีผลมาจากการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เมื่อ พิจารณางค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่าในช่วงหลังปี ค.ศ.1980 มีการตีพิมพ์บทความรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมาอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น ในการค้นข้อมูลจากฐาน ERIC ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า scientific literacy พบมากกว่า 330 เรื่อง ทั้งที่เป็นบทความ รายงานวิจัย การสัมมนาทางวิชาการ การรายงานโครงการต่างๆ และพบการอ้างอิงในการทบทวนวรรณกรรมเป็นจำนวนมากในระหว่างปี ค.ศ. 1974-1990 (Laugksch, 2000: 73) การศึกษา ค้นคว้าวิจัย และการให้ความสำคัญกับคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ของบุคคลที่หลากหลายมากกว่านักการศึกษา จึงทำให้กรอบแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์ มีการพัฒนาแนวคิดมาอย่างหลากหลายและต่อเนื่อง

3.2 ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์และองค์ประกอบที่ทำให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์นั้น มีความหลากหลายและแตกต่างกันไป โดยการเริ่มต้นใช้คำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ ของ พอล เดอร์ฮาร์ด เฮิร์ด ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1958 (Holbrook and Rannikmae, 2009: 275) พอล เดอร์ฮาร์ด เฮิร์ด ได้แสดงความคิดเห็นว่าการตีความและการนิยามความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั้น จะต้องประกอบด้วยส่วนของวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และมีการเปลี่ยนแปลงและปฏิรูปที่เป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมในขณะนั้น (Hurd, 1998: 411)

Bybee (1997: 46-68) ได้ให้ความหมายและลักษณะเฉพาะของการรู้วิทยาศาสตร์จากมุมมองของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มใช้คำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นสโลแกน จนกระทั่งการรู้วิทยาศาสตร์ถูกระบุว่าเป็นเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศ สรุปแต่ละยุคได้ดังนี้

ยุค 1950s การรู้วิทยาศาสตร์เป็นสโลแกนทางการศึกษา พอล เดอร์ฮาร์ด เฮร์ด ผู้เริ่มต้นใช้คำนี้ ในปี 1958 ได้อธิบายว่า การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจวิทยาศาสตร์และการนำไปประยุกต์ใช้ในสังคม วิทยาศาสตร์เป็นบทบาทหลักทางด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมืองและระดับบุคคลเนื่องจากประเด็นทางด้านสังคม การเมือง และเศรษฐกิจ ต้องอาศัยองค์ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนแนวคิดหรือนโยบายด้านต่างๆ ให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ในบทความของ พอล เดอร์ฮาร์ด เฮร์ด ได้อธิบายถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม และอธิบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น รวมทั้งได้กล่าวถึงลักษณะของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่การจัดการเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้สำรวจและค้นพบ นำไปสู่การประสบความสำเร็จทางการเรียน และการจัดการเรียนรู้นั้นต้องแสดงถึงการมีความมุ่งมั่นตั้งใจและความพยายามของนักวิทยาศาสตร์แนวคิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เช่นนี้มีการถ่ายทอดต่อเนื่องไปถึงช่วงยุค 1960s ด้วย

ยุค 1960s การค้นหาแนวคิดของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในยุคนี้มี แนวคิดที่แตกต่างอย่างชัดเจน และมีการพิจารณานิยามที่เป็นที่ยอมรับเพื่อนำไปใช้ในทางปฏิบัติจริง และเป็นเป้าหมายในการศึกษาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแนวคิดจากนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และหน่วยงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ในปี ค.ศ. 1960 หน่วยงาน National Society for the Study of Education ตีพิมพ์หนังสือรายปีเรื่อง Rethinking Science Education ซึ่งเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ควรทำงานเพื่อผลิตบุคลากรที่มีความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และให้การสนับสนุนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (George E. DeBoer, 2000) บทความเรื่อง Educating for Scientific Literacy in Physics เขียนโดยนักฟิสิกส์ชื่อ Polykarp Kusch ในปีเดียวกัน ซึ่งมีแนวคิดสำคัญ 2 ประเด็น คือ จิตวิญญาณทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Spirit and Nature of Science) และความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับความเป็นประชาชนที่ดี ในปี ค.ศ. 1962 Philip G. Johnson ตีพิมพ์บทความเรื่อง The Goals of Science Education โดยกล่าวถึงการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ต้องนำไปสู่การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังจากนั้น ในปี ค.ศ. 1963 Robert Carlton จากสมาคม The National Science Teachers Association (NSTA) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นนักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับคำว่ากรเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 2 ประเด็น คือ (1) ความหมายของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และ (2) ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จากผลการสำรวจพบว่า โดยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับองค์ความรู้ในสาขาต่างๆ

ของวิทยาศาสตร์ที่มีความเฉพาะ ความเข้าใจถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสำเร็จทางวิทยาศาสตร์ มีส่วนน้อยที่ให้ความสำคัญไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแนวความคิดของ Paul DeHard Hurd จาก ยุค 1950s พบว่า มีการนำเสนอถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยกล่าวว่าผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์นั้นควรเป็นคนที่เข้าใจแนวคิดและทฤษฎีหลักทางวิทยาศาสตร์ (Key concept) และสามารถนำไปเชื่อมโยงประยุกต์ใช้ได้ อย่างมีนัยสำคัญ ผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ต้องเข้าใจว่ากระบวนการค้นพบความรู้นั้นมีมาอย่างไร มีอิทธิพล หรือผลต่อการพัฒนาความรู้อย่างไร มีความเข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม รวมถึงรู้ว่าวิทยาศาสตร์ยังมีข้อจำกัด มีหลายคำถามที่วิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถอธิบายได้

ยุค 1970s การยอมรับและให้รายละเอียดเพิ่มเติม นักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจต่อการพัฒนา หลักสูตรวิทยาศาสตร์และมุ่งเน้นในเรื่องการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเยาวชนให้เป็น ผู้รู้วิทยาศาสตร์ในปี ค.ศ. 1971 NSTA เสนอนโยบายการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับ โรงเรียนในยุค 1970s (School Science Education for the 1970s) โดยมุ่งพัฒนาเยาวชนให้เป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์และได้ระบุลักษณะของการเรียนรู้ เรื่องวิทยาศาสตร์ไว้ เช่น ผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีทักษะในการใช้แนวคิด วิธีการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและส่วนอื่นๆ ทางสังคม เป็นต้น Bybee ได้นำเสนอ ลักษณะของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา 3 ท่าน ที่เป็นที่ยอมรับมากใน ยุค 1970s คือ

1) ปี ค.ศ. 1974 Michael Agin นำเสนอกรอบความคิดของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 6 ลักษณะ ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นลักษณะที่นำไปสู่การวางแผนและการจัดการเรียนการสอนได้อย่างชัดเจน ได้แก่

- (1) วิทยาศาสตร์และสังคม (Science and society)
- (2) จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (Ethics of science)
- (3) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)
- (4) ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Knowledge of the concepts of science)
- (5) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and technology)
- (6) วิทยาศาสตร์และความเป็นมนุษย์ (Science and the humanities)

2) ปี ค.ศ. 1974 Victor Showalter ได้พัฒนาโครงการ Unified Science Education และกำหนดลักษณะของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีการศึกษาย้อนหลังเป็นเวลา 15 ปี ได้รวบรวมแนวคิดจากทั้งนักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยระบุเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่

- (1) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)
- (2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Concepts in science)
- (3) กระบวนการของวิทยาศาสตร์ (Process of science)
- (4) คุณค่าของวิทยาศาสตร์ (Values of science)
- (5) วิทยาศาสตร์และสังคม (Science and society)
- (6) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ (Interest in science)
- (7) ทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Skill associated with science)

3) ปี ค.ศ. 1975 Benjamin Shen ได้แบ่งลักษณะของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจ 6 ลักษณะ ได้แก่

- (1) แนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Basic science concepts)
- (2) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of science)
- (3) จริยธรรมที่ใช้ในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Ethics guiding scientists' work)
- (4) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม (Interrelationship between science and society)
- (5) ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และมนุษย (Interrelationship between science and humanities)
- (6) ความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The relationships and differences between science and technology)

และในปีเดียวกัน Benjamin Shen ได้แบ่งความรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้านกว้างๆ คือ

- (1) การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติ (Practical science literacy) หมายถึง การนำ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาแก้ไขปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้
- (2) การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เชิงพลเมือง (Civic science literacy) แสดงถึงพื้นฐานสำคัญของการสร้างนโยบายของสาธารณชน โดยเป้าหมายของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ประชาชนต้องมีความตระหนักต่อประเด็นที่วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้อง

มีการแสดงถึงสามัญสำนึกและการประพฤติที่แสดงถึงความตระหนักต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ

(3) การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เชิงวัฒนธรรม (Cultural science literacy) เป็นสิ่งที่เกิดจากการกระตุ้นให้รู้ถึงความต้องการบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ของมนุษย์ให้ประชาชนรู้สึกซาบซึ้งในคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่ง

ในช่วงปลายทศวรรษ 1970 ถึงต้นทศวรรษ ประเทศสหรัฐฯ ประสบปัญหาทางเศรษฐกิจและเกิดความถดถอยในด้านอุตสาหกรรม แต่ในทางกลับกันประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และอีกหลายประเทศมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ในช่วงเวลานี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่นำมาใช้ในการสนับสนุนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศจึงมีการรวมวิทยาศาสตร์เข้าในยุทธศาสตร์ของประเทศด้วย ในส่วนที่สองที่ประเทศสหรัฐฯ ประสบปัญหาคือ งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับระดับโลก ประเทศสหรัฐฯ จึงมีการทบทวนและพิจารณาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ให้มิเพื่อให้พื้นภาวะตกต่ำ และนำไปสู่การประสบความสำเร็จของประเทศ หลังจากที่ประเทศสหรัฐฯ ให้ความสนใจ และตื่นตัวกับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นมีการเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับความเป็นอยู่ทางสังคมและวัฒนธรรม หรือเรียกว่าสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Society) ประชากรมีบทบาทมากยิ่งขึ้นจนก่อให้เกิดการปฏิรูปทางการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Laugksch, 2000)

ยุค 1980s เป้าหมายระดับชาติในช่วงนี้จุดมุ่งหมายของการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงต่อการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน หลังจาก NSTA เสนอนโยบาย เรื่อง การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนในยุค 1970s ในปี ค.ศ. 1982 NSTA ได้เสนอนโยบาย เรื่อง วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ยุค 1980s (Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s) โดยกล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์การกำหนดนิยามและลักษณะของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ยังคงมีความหลากหลาย ประกอบกับในช่วงปี ค.ศ. 1983 หน่วยงาน The National Commission on Excellence in Education: NCEE มีการรายงานคุณภาพของการจัดการศึกษา และแนวโน้มของคะแนนการทดสอบนักเรียนระดับชาติที่มีแนวโน้มตกต่ำ โดย NCEE ได้นำเสนอนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนรู้เรื่อง

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญควรมีการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนอย่างต่อเนื่องไปยังระดับอุดมศึกษา

ต่อมาในปี ค.ศ. 1988 National Research Council: NRC นำเสนอรายงาน Improving Indicators of the Quality of Science and Mathematics Education in Grades K-12 โดย Richard Murnane and Senta Raizen ได้กำหนดองค์ประกอบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ด้านคือ (1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (The scientific worldview) เป็นพื้นฐานของการเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับธรรมชาติบนโลก (2) กิจการทาง วิทยาศาสตร์ (The scientific enterprise) ประกอบด้วย จริยธรรมและค่านิยมที่เป็นข้อกำหนดสำหรับการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาและการโต้แย้งจากนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (3) จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific habits of mind) รวมถึงวิธีการ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (4) วิทยาศาสตร์กับกิจกรรมของมนุษย์ (Science in human affair) หมายถึง ความคิดของคนโดยทั่วไปที่เข้าใจความสัมพันธ์ และผลกระทบระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

ในช่วงปลายของยุคนี้ประเทศสหรัฐฯ ประกาศ Project 2061: Science for all Americans โดยสถาบัน The American Association for the Advancement of Science: AAAS ที่มีพื้นฐานมาจากการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของเยาวชนชาวอเมริกัน ในรายงานนำเสนอสิ่งที่นักเรียนควรจะได้รับจากโรงเรียนเพื่อเป็นผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์โดยระบุว่า บุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีความตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นสิ่งที่สนับสนุนหรือจำกัดกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์จะเข้าใจแนวคิดสำคัญของวิทยาศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของสิ่งต่างๆ บนโลกกว่ามีความหลากหลายแต่ก็มีแบบแผน และเป็นผู้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ความรู้วิทยาศาสตร์สำหรับตนเองและสังคม นอกจากนี้หลายประเทศนอกจากประเทศสหรัฐฯ ได้ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และกำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษาเช่นเดียวกัน เช่น ในประเทศแคนาดา หน่วยงาน The Science Council of Canada ได้เสนอเรื่อง Science Literacy: Towards Balance in Setting Goals for School Science Programs ในประเทศอิสราเอล หน่วยงาน The Israeli Science Teaching Center เสนอเรื่อง Scientific and Technological Literacy for all: An Israeli Education Challenge for the Future เป็นต้น

ยุค 1990s ความกระฉับกระช่ายและการวิจารณ์ในยุคนี้สำหรับประเทศสหรัฐฯ การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญที่เป็นเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ในช่วงนี้จะถูกอภิปรายหรือ อธิบายเชิงของการนำไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเน้นไปที่การระบุเป็นมาตรฐานของการเรียนรู้ในหลักสูตร เพื่อวางมาตรฐานการศึกษาของชาติให้เป็นหนึ่งเดียว เอกสารสำคัญในช่วงเวลานั้นที่ระบุการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ว่าเป็นเป้าหมายสำคัญไว้อย่างชัดเจนของประเทศสหรัฐฯ คือ (1) Benchmarks for Science Literacy ที่พัฒนาจาก Project 2061: Science for all Americans โดยสถาบัน AAAS ที่ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1993 และ (2) การพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (National Science Education Standards: NSES) ของ National Research Council ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1996 ในเอกสารกล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ความเข้าใจในสิ่งต่อไปนี้ (1) แนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2) วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (3) วิทยาศาสตร์กายภาพ (4) วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต (5) โลกและอวกาศ (6) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (7) ทศนคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับบุคคลและระดับสังคม และ (8) ประวัติและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ Bybee ได้รวบรวมและสรุปจากอดีตจนถึงช่วงปลายยุค 1990s ในเวลาต่อมาจนถึงปัจจุบันการรู้วิทยาศาสตร์ใช้กันอย่างแพร่หลายมากในวงการการศึกษาทั่วโลกนอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางท่าน ยังได้รวมคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องของเทคโนโลยี เป็นคำว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ scientific and technological literacy หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีการใช้คำนี้ในหลายภาษามากกว่าภาษาอังกฤษ เช่น ในการประชุมที่ประเทศฝรั่งเศส เรื่อง การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี "la culture scientifique et technologique" มีการนำเสนอลักษณะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่าเป็นผู้ที่สามารถใช้ความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทางสังคมมากกว่าการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในสถานที่ทำงานต่างๆ (Holbrook and Rannikmae, 2009: 276)

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2559) สรุปความหมายของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาโดยขึ้นอยู่กับแนวคิดและมุมมองของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในแต่ละช่วงเวลา สามารถที่จะสรุปกรอบแนวคิดการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้ 6 ด้าน คือ

- 1) ความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2) ความเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์รูปแบบและข้อจำกัดต่างๆ ของวิทยาศาสตร์

3) ความสามารถในการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิต และตัดสินใจในประเด็นทางสังคม

4) ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์และผลกระทบที่มีต่อกันระหว่างวิทยาศาสตร์กับส่วนอื่นๆ ได้แก่ เทคโนโลยีสังคม สิ่งแวดล้อม และความเป็นมนุษย์

5) ด้านจิตวิญญาณและความเป็นวิทยาศาสตร์เช่น เจตคติค่านิยม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

6) กิจกรรมต่างๆ ในสังคม

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2015) ให้ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง เป็นบุคคลที่สามารถสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล และมีสมรรถนะที่จำเป็น 3 สมรรถนะ ดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้เสนอและ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3.3 ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งได้รับการยอมรับและกำหนดว่าเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนานาชาติรวมทั้งประเทศไทย มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านให้เหตุผลหรือ เขียนประเด็นสำคัญที่สอดคล้องกันเพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดการรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องสำคัญ เลาช์ (Laugksch, 2000: 84-87) ได้แบ่งความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ จากมุมมองของนักการศึกษาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดของ โธมัส และดูแรนท์ ในปี 1987 และซอร์ทแลนด์ในปี 1988 โดยแบ่งความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ เป็น 2 ระดับ คือ ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับมหภาค และความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับจุลภาค

ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับมหภาค การรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญระดับมหภาคเป็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม เศรษฐกิจ ประเทศชาติในภาพรวม มีความสำคัญสรุปได้ 4 ประการ ดังนี้

1) ความสำคัญประการแรกของการสนับสนุนการรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น คือ ความต้องการมีศักยภาพทางเศรษฐกิจที่ดีในระดับนานาชาติ เป็นที่ยอมรับกันว่าความมั่นคงของประเทศขึ้นอยู่กับ การประสบความสำเร็จในการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจระหว่างประเทศ ซึ่งการมีความสามารถในการแข่งขัน นั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งทางด้านการวิจัยและพัฒนาโครงการต่างๆ เพื่อนำไปสู่การผลิตเทคโนโลยีที่ทันสมัยในกรณีประเทศที่พัฒนาแล้ว และเพื่อนำไปสู่การหาประโยชน์จากช่องว่างของส่วนแบ่งทางการตลาดที่มีอยู่น้อยสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา งานวิจัยและโครงการพัฒนาต่างๆ นั้นต้องมาจากความมั่นคงของนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรและบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนทางด้านเทคโนโลยีมาเป็นอย่างดี เพียงแค่ประชาชนโดยทั่วไปเป็นบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมเท่านั้น จะสามารถจะรักษาความมั่นคงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ได้ นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีจากนักวิชาการที่กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ทำให้แต่ละบุคคลสามารถเข้ามามีส่วนร่วมอย่างชาญฉลาดในส่วนของภาคเศรษฐกิจของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการรู้วิทยาศาสตร์ถูกมองว่าเป็นรูปแบบของต้นทุนมนุษย์ที่มีอิทธิพลต่อเศรษฐกิจที่ดีในระดับชาติ

2) ความสำคัญประการที่สองของการรู้วิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับทางด้านเศรษฐกิจ คือ ถ้าประชาชนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีหรือระดับสูงจะถูกถ่ายทอดไปยังการสนับสนุนทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านการมีนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เข้ามาสู่วงการวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนมากขึ้น และการสนับสนุน ทางด้านแหล่งทุนวิจัย เนื่องจากมีการกล่าวอยู่เสมอว่าประชาชนจำนวนน้อยมากที่จะรับรู้ว่ามีนักวิทยาศาสตร์ทำอะไร การสนับสนุนงานของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของประชาชนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานอะไรบ้าง ถ้าประชาชนโดยทั่วไปได้รับทราบหรือเห็นคุณค่าว่านักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความพยายามมากในการที่จะสร้างผลงานที่ประสบความสำเร็จ จะส่งผลต่อการให้การสนับสนุนทางด้านแหล่งทุนวิจัย อาจจะกล่าวได้ว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการต่อต้าน หรือเป็นอุปสรรคขัดขวางการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์นั่นเอง

3) ความสำคัญประการที่สามของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนที่มีมากขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับความคาดหวังของประชาชนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่ประชาชนมีความเข้าใจ วัตถุประสงค์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถและข้อจำกัด

ของวิทยาศาสตร์ ประชาชนจะไม่มีความต้องการวิทยาศาสตร์ที่ไม่น่าเชื่อถือ วิทยาศาสตร์ที่ไม่แท้จริง เนื่องจากวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้เป็นวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงขาดความน่าเชื่อถือ ซึ่งนำมาสู่ความไม่มั่นใจในวิทยาศาสตร์และจะไม่ให้การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มียุทธูปการลดความไม่มั่นใจและความไม่เชื่อมั่นในวิทยาศาสตร์ได้ การที่ประชาชนมีความมั่นใจและให้การสนับสนุนวิทยาศาสตร์จะนำมาสู่การวางนโยบายทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ

4) ความสำคัญประการสุดท้าย คือ ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรม ประชาชนโดยทั่วไปมองวิทยาศาสตร์ว่าเป็นเรื่องที่มีความเฉพาะเจาะจงและมีเทคนิคเฉพาะของกลุ่มคนกลุ่มหนึ่ง และวิทยาศาสตร์ถูกตัดออกจากการเป็นส่วนหนึ่งของความมั่นคงทางวัฒนธรรม เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีกระบวนการที่แยกส่วนออกไป การแยกวิทยาศาสตร์ออกจากสังคมจะทำให้ประชาชนขาดความเข้าใจวิทยาศาสตร์และส่งผลให้ประชาชนไม่เชื่อถือต่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ในประชาชนจะลดผลกระทบต่อการมองวิทยาศาสตร์ว่าเป็นลัทธิหนึ่งของกลุ่มคนกลุ่มหนึ่งในสังคม

ในมุมมองความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมหภาคเป็นการมองความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของชาติ มีผลต่อการวางนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของประเทศ มีความสำคัญต่อสังคมและเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม

ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับจุลภาค การรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญระดับจุลภาค เป็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลโดยตรง โดยการรู้วิทยาศาสตร์ถูกมองว่าเป็นความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคมที่อาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหลัก การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อบุคคลในการใช้ชีวิตประจำวันและการทำงานในชีวิตประจำวัน การรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้บุคคลนั้นสามารถแยกข้อมูลที่เข้ามาหลากหลายช่องทางว่า ข้อมูลใดเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง หรือข้อมูลใดขาดความเป็นวิทยาศาสตร์ หรือเป็นวิทยาศาสตร์เทียม เพื่อประโยชน์ต่อการเลือกซื้อเลือกใช้บริการผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือเพื่อประโยชน์ต่อการเลือกรับบริการทางสุขภาพที่ในปัจจุบันมีการรักษาสุขภาพทางเลือกจำนวนมาก นอกจากนี้มีความคิดเห็นที่ยอมรับกันจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและในหลายวงการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่า ถ้าประชาชนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่เหมาะสมและเพียงพอ ประชาชนจะมีความเชื่อมั่นต่อการเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องในทุกๆ เรื่องในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันสภาพหรือสถานะทางเศรษฐกิจนั้นมาจากพื้นฐานความรู้ของประชาชนมากขึ้น คุณภาพของทรัพยากรมนุษย์มีส่วนสำคัญมากต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจในยุคสังคมที่มีวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีเป็นฐาน (science and technology based society) ดังนั้น ประเด็นความสำคัญของการรู้ วิทยาศาสตร์ต่อบุคคลที่สำคัญ คือ การใช้ประโยชน์การรู้วิทยาศาสตร์ในด้านโอกาสของการทำงาน มีความเป็นไปได้ว่าบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์อย่างดีมีผลต่อโอกาสของการทำงานในตำแหน่งใหม่ ๆ หรือตำแหน่งที่สูงขึ้น เนื่องจากสามารถใช้ศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการทำงานได้อย่างเต็มที่ การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อสติปัญญา เจตคติ และคุณธรรมของแต่ละบุคคล โดยทั่วไปยอมรับว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ การรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยให้สามารถเข้าใจประเด็นทางสังคมที่วิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง และสามารถตัดสินใจได้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน วิทยาศาสตร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรื่องทางด้านจิตใจ คุณธรรม จริยธรรม ผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์จะไม่เป็นเฉพาะบุคคลที่เก่งเท่านั้นแต่เป็นบุคคลที่ดีด้วย

สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ (2015, หน้า 19) กล่าวว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานและส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล ในอาชีพการงานและใน สังคมวัฒนธรรมของทุกๆ ชีวิต ทำให้บุคคลสามารถรับรู้และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคม ที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมใน สังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึงความรู้มิติต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถ ทางสติปัญญา กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย ในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่า นักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ทั้งนี้เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประเด็นหลักที่ PISA ให้ความสำคัญในการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินผล ต้องการเน้นให้ความชัดเจนกับสมรรถนะที่เหมาะสมกับนักเรียนวัย 15 ปีว่าควรรู้อะไร ทำอะไรได้ และให้คุณค่ากับอะไรบ้าง ภายในขอบเขตของบริบทในระดับบุคคล บริบทของสังคม และบริบทของโลก ซึ่งประเด็นนี้อาจแตกต่างจากการเรียนการสอนและการประเมินผลตามปกติในโรงเรียน

สรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อทั้งระดับบุคคลในการดำรงชีวิตในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมกับประเด็นทางสังคมและส่งผลไปยังสังคมในภาพรวม เพื่อให้เกิดสังคมที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐาน ซึ่งเป็นสังคมที่เป็นเป้าหมายที่หลายประเทศทั่วโลกต้องการให้เกิดขึ้น เพื่อให้แต่ละประเทศมีศักยภาพในการแข่งขันและการพัฒนาของประเทศในอนาคต

3.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับแนวคิดของการมองวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร และเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนก็มีความเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเช่นกัน โดยในอดีตมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการทดลองในห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการที่ดูแยกวิทยาศาสตร์ออกจากสังคม แต่ในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ถูกมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของสังคมที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในอดีตการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์มุ่งเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนไปสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่ในปัจจุบันเป้าหมายหนึ่งของการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการดำรงชีวิตในสังคมหรือในโลกปัจจุบันด้วย ซึ่งก็คือการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ มีความหลากหลาย เช่นเดียวกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีความหลากหลายและมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา และส่งผลให้เกิดแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยทั่วไปยอมรับว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำไปสู่ความสำเร็จของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความสอดคล้องกับวิธีการค้นคว้าศึกษาและเกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

แนวทางจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยตรงของนักการศึกษาบางท่านที่ได้รวบรวมแล้วสรุปเป็นแนวทางของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับชั้นเรียนต่อไป โดยไม่ได้ระบุถึงวิธีการสอนที่เป็นขั้นตอน มีดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า ผู้ที่จะมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จะเกิดจากองค์ประกอบ 4 ประการที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ (1) พัฒนาการทางสติปัญญา (2) ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม

(3) การใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ และ (4) การมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบ 4 องค์ประกอบที่จะนำไปสู่การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของพีระมิดสามเหลี่ยมที่ประกอบด้วย 4 ด้าน และปลายยอดของพีระมิด คือ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จึงนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเริ่มจากการพัฒนาทางสติปัญญา การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสติปัญญาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานที่ผู้สอนจะต้องคำนึงว่าผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและการคิดและเกิดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนตามวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างสอดคล้องเหมาะสม และผู้สอนต้องสามารถระบุได้ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและการคิดอยู่ในระดับใด เพื่อการเพิ่มความก้าวหน้าทางสติปัญญาของผู้เรียน 2) ด้านความเข้าใจทางด้านสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ (1) เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อมูลต่างๆ โดยการสังเกต สามารถบอกถึงปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติได้ สามารถทำนายเหตุการณ์อันอาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ (2) เป็นความเข้าใจสิ่งแวดล้อมในระดับสูงขึ้น สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติได้ สามารถลงความเห็นและเสนอแนะรูปแบบ หรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับธรรมชาติได้แล้วใช้รูปแบบนั้นในการอธิบายทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ รูปแบบนั้นอาจเป็นรูปแบบอย่างง่ายเป็น รูปธรรมหรือเป็นแบบที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม (3) เป็นความเข้าใจสิ่งแวดล้อมในระดับสูงสุด เป็นการจับความสัมพันธ์ของกฎเกณฑ์และรูปแบบของมโนคติหรือทฤษฎีต่างๆ ให้รวมเป็นระบบที่แสดงลำดับแนวคิด ความต่อเนื่อง เพื่อจัดเป็นโครงสร้างทางทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) ด้านการมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญเป็นพลังของจิตใจที่ทำให้คนเป็นผู้ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีเหตุผล มีจิตใจเข้มแข็งที่จะต่อสู้เพื่อการมีสุขภาพที่แข็งแรง มีการดำรงชีวิตที่ดี ยินดีแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สติปัญญากับมนุษยชาติในโลกให้ทันสมัย การสอนคนให้มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ได้เริ่มต้นที่ผู้ที่มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ก่อน ผู้สอนต้องเป็นผู้ที่สนใจสิ่งแวดล้อม มีความมั่นใจในความสามารถที่จะเรียนรู้สิ่งแวดล้อม ผู้สอนสามารถแสดงออกได้โดยการกระทำในลักษณะที่สะท้อนความเป็นผู้มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสืบเสาะหาคำตอบโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้ไปพร้อมๆ กับผู้เรียน และผู้สอนสามารถยกระดับความคิดและความเป็นวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยเลือกปัญหาหรือกิจกรรมที่ให้

ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบเสาะค้นหา และทดลองตามความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนพบกับความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้ และเป็นการสร้างความมั่นใจแก่ผู้เรียนในการที่จะทำกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถต่อไป การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ได้

4) ด้านกระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ นั้น ถือเป็นกระบวนการที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและการมีจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และเกิดเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และให้เกิดลักษณะและจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรต้องจัดให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีโอกาสในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จัดกระทำตีความหมาย และใช้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม คิดหาเหตุผลเพื่อที่จะเกิดความเข้าใจสิ่งแวดล้อมและเป็นผู้ที่มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ เช่น การไม่เชื่อเรื่องโชคลางและสิ่งที่ผิดจากธรรมชาติว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์

อาร์ต ฮอบสัน (Hobson, 2000: 239-240) รวบรวมประสบการณ์ของการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เน้นด้านวิทยาศาสตร์ เช่น รายวิชาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ และสำหรับผู้เรียนที่ไม่ได้เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น รายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักศึกษาสาขาศิลปศาสตร์ แต่มีเป้าหมายของการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม อาร์ต ฮอบสัน ได้สรุปแนวคิด 5 ประการที่สามารถนำไปใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปทั้งระดับอุดมศึกษาและมัธยมศึกษา รวมทั้งสำหรับผู้เรียนที่เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์และไม่ได้เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ แนวคิดดังกล่าวมีดังนี้

1) เน้นกรอบความคิดสร้างความเข้าใจ เนื่องจากการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของความเข้าใจการเรียนสอนวิทยาศาสตร์จึงควรเน้นที่ผู้เรียนสามารถใช้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ผู้สอนจะต้องเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ที่ตนเองรับผิดชอบสอนมีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียนและชีวิตประจำวันอย่างไร และเน้นย้ำในเรื่องนี้มากกว่า ไม่ควรเน้นการคำนวณ หรือการใช้เทคนิคขั้นสูงหรือศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของผู้เรียนที่ไม่ได้เน้นทางด้านวิทยาศาสตร์

2) เน้นปฏิสัมพันธ์บรรยากาศการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเป็นลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ทั้งระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง การสนทนาโต้ตอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยหลักฐานในการสร้างแนวคิด เช่น การสร้างแนวคิดเรื่องกฎใดกฎหนึ่ง จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาส

เชื่อมโยงหลักฐานและอธิบาย แนวคิดที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่กฎทางวิทยาศาสตร์ार्ตฮอบสัน กล่าวว่า ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่ดีควรใช้การสนทนาโต้ตอบหรือการอภิปรายกับผู้เรียนมากกว่าการบอกเล่าในการจัดการเรียนการสอน

3) ลดรายละเอียดและเป็นแนวคิดสำคัญ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ควรให้ข้อมูลกับผู้เรียนมากนัก ควรให้ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อให้มองเห็นความเชื่อมโยงเพื่อการสร้างแนวคิดรวบยอดที่เป็นไป ตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนครั้งนั้น การให้รายละเอียดที่มากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจับประเด็นสำคัญของการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ ได้ การจัดการเรียนการสอนต้องมีการจัดลำดับเนื้อหา เพื่อให้เห็นความต่อเนื่อง แสดงลักษณะของการเป็นแบบแผนหรือลำดับของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสอนเรื่องเซลล์ เรื่องเนื้อเยื่อ เรื่องอวัยวะ และเรื่องระบบอวัยวะ ตามลำดับหรือการสอนเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน

4) ต้องมีความทันสมัย การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องทันยุคทันสมัย แต่ต้องมีการย้อน แนวคิดเดิมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการเปลี่ยนของแนวคิดในเชิงประวัติของวิทยาศาสตร์ เหตุผลของการปรับเปลี่ยนหรือต่อยอดแนวคิดดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่อาศัยหลักฐานที่มาสสนับสนุนแนวคิดใหม่และการยอมรับแนวคิดใหม่ว่ามีความสมบูรณ์และนำไปใช้ได้ดีกว่าแนวคิดหรือหลักการเดิม

5) ต้องมีความเชื่อมโยงกับสังคม สิ่งสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่ง คือ การจัดการเรียนการสอนควรสะท้อนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องสามารถยกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สอนหรือ แนวคิดสำคัญของการเรียนในครั้งนั้นๆ โดยการเชื่อมโยงต้องแสดงให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของ วิทยาศาสตร์ในการแสดงหลักฐานข้อมูล เพื่อนำไปสู่หรือสนับสนุนการตัดสินใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อการรู้วิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญคือ ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน มีความตั้งใจและมีจุดหมายที่ชัดเจนว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้งก็เพื่อให้ผู้เรียนเกิดลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ โดยกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดลักษณะหรือมิติใดของการรู้วิทยาศาสตร์ และลักษณะของการรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดควรเชื่อมโยงเข้าไปในกิจกรรมหรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างไร

3.5 การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การประเมินความสำเร็จของการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ ที่เป็นที่ยอมรับจากหลายประเทศ และนำผลการประเมินนั้นมาเป็นข้อมูลหนึ่งของการวางนโยบายการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ คือ Programme for International Student Assessment หรือ PISA และ Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS โครงการ PISA มีการกำหนดการรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหนึ่งของการทดสอบด้านวิทยาศาสตร์ที่ระบุไว้อย่างชัดเจน ส่วน TIMSS เน้นการวัดด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร โครงการประเมินทั้ง 2 โครงการมีที่มาและความแตกต่างของการ ทดสอบในรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์จากโครงการ PISA โครงการ PISA เริ่มใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) เป็นการสำรวจความรู้และทักษะของ ผู้เรียนอายุ 15 ปีในประเทศสมาชิกขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) และ ประเทศเศรษฐกิจที่ไม่ใช่สมาชิก เรียกว่าประเทศร่วมโครงการ ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 โดย PISA จะวัดทุก 3 ปี ประเมินผลครอบคลุมความรู้และทักษะในวิชาหลัก 3 วิชา ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์โดยประเมินทุก 3 ปีทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบายและสามารถให้เป็นข้อมูลในการติดตามแนวโน้มได้ โดยแต่ละปีจะให้น้ำหนักของแต่ละวิชาแตกต่างกันไป PISA เน้นการวัด เรื่อง literacy ของทั้ง 3 วิชา เพื่อศึกษาสมรรถนะและทักษะของผู้เรียน เป้าหมายเพื่อชี้บอกแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลการศึกษาของประเทศ ดังนั้นโครงการ PISA จึงมีการประเมินผลทุก 3 ปี แต่ละปี มีการให้น้ำหนักคะแนนในการประเมินแต่ละวิชาแตกต่างกัน โดยให้น้ำหนัก 60:20:20 และศึกษาแนวโน้มต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น รอบที่ 1 เริ่มต้นที่ PISA ปี ค.ศ. 2000 ซึ่งเน้นให้น้ำหนักกับการประเมินการอ่าน PISA ในปี ค.ศ. 2003 เน้นให้น้ำหนักกับคณิตศาสตร์ และ PISA ในปี ค.ศ. 2006 เน้นให้น้ำหนักกับวิทยาศาสตร์ ดังนั้น รอบที่ 2 จึงเริ่มต้นที่ ปี ค.ศ. 2009 และสิ้นสุดปี ค.ศ. 2015 การเน้นน้ำหนักในแต่ละวิชาเริ่มที่การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2551, หน้า 2)

แนวคิดของการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เริ่มของ PISA มีพื้นฐานมาจากการนิยามคำว่า การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตั้งคำถาม และลงข้อสรุปโดยอาศัยหลักฐาน เพื่อนำมาสู่ความเข้าใจหรือนำมาสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับโลก และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2554, หน้า 135) ซึ่งในภาษาอังกฤษ PISA จะใช้คำว่า

scientific literacy โดยมีความเข้าใจว่ามีความแตกต่างจากคำว่า science literacy ในประเด็นที่ PISA มองการรู้วิทยาศาสตร์ในเรื่องของสมรรถนะของการใช้วิทยาศาสตร์ (Champagne, 2009: 8)

ในเวลาต่อมาได้มีการปรับนิยามของการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักการพื้นฐานว่าประชาชนพลเมืองที่ต้องใช้ชีวิตในสังคมที่ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำเป็นต้องรู้อะไร และสามารถทำอะไรได้ ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประชาชนควรให้ความสำคัญกับเรื่องอะไร จุดเน้นของ PISA คือ ให้ความสำคัญกับศักยภาพของผู้เรียนในการใช้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริงในอนาคต เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนวัยจบการศึกษามัธยมศึกษาสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้ประเด็นปัญหา รับสาระข้อมูลข่าวสาร และสามารถตอบสนองอย่างไร อีกทั้งเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด ดังนั้นการประเมินเพื่อหาตัวชี้วัดในอนาคต จึงต้องการหาคำตอบว่าผู้เรียนวัย 15 ปี ควรรู้อะไร ให้คุณค่ากับอะไร และทำอะไรได้ในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะสัมพันธ์กับชีวิตของพวกเขาในอนาคต สิ่งต่างๆ เหล่านี้ PISA เรียกว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหัวใจของการประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ ที่หมายถึงความสามารถของผู้เรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้ (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2554, หน้า 135) ได้แก่

- 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์
- 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
- 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

และในปี 2015 ได้มีการปรับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นหัวใจของการประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ที่หมายถึงความสามารถของผู้เรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 15-17) ได้แก่

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้เสนอและ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 1.1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 1.2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.3 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 1.4 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
- 1.5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี

2.1 ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.2 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3 เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.4 ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.5 บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของ ข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี

3.1 แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

3.2 วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

3.3 ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.4 แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจาก การพิจารณาจากสิ่งอื่น

3.5 ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

ดังนั้น ตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2015 จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 12) ดังต่อไปนี้

1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับส่วนตัว ระดับชาติและระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริงแนวคิดหลักและทฤษฎีสำคัญที่ทำให้ เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่างๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้ เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วย ความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และ ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างข้อสอบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ข้อสอบวิทยาศาสตร์ที่เผยแพร่นี้เป็นข้อสอบที่ใช้ในการประเมิน PISA 2015 โดยการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท., 2561, หน้า 32-37)

ข้อสอบเรื่อง สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต – คำถามที่ 1

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต
คำถามที่ 1 / 3

จากเรื่อง "สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต" ทางด้านขวา ให้คลิกหนึ่งตัวเลือกเพื่อตอบคำถาม

เมื่อสะเก็ดดาวเข้าใกล้โลกและชั้นบรรยากาศของโลก จะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ☐ จะเกิดดาวถูกดึงเข้ามาโดยการหมุนของโลก
- ☐ จะเกิดดาวถูกผลักออกโดยแรงของดวงอาทิตย์
- ☐ จะเกิดดาวถูกดึงดูดจากมวลของโลก
- ☐ จะเกิดดาวถูกผลักออกโดยการสูญญากาศในอวกาศ

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต

หินในอวกาศที่ผ่านเข้ามาชั้นบรรยากาศของโลกเรียกว่า สะเก็ดดาว สะเก็ดดาวเกิดความร้อนและถูกคิดไฟได้เมื่อพวกมันตกลงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก สะเก็ดดาวส่วนใหญ่ถูกเผาไหม้จนตกก่อนที่จะพุ่งชนพื้นผิวของโลก เมื่อสะเก็ดดาวพุ่งชนโลกสามารถทำให้เกิดหลุมที่เรียกว่า หลุมอุกกาบาต



หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 2

คะแนนเต็ม

ตอบ ตัวเลือกที่ 3 “สะเก็ดดาวถูกดึงดูดจากมวลของโลก”

ข้อสอบเรื่อง สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต – คำถามที่ 2

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต
คำถามที่ 2 / 3

จากเรื่อง “สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต” ทางด้านขวา
ให้เลือกจากรายการตามข้อในลวดลายข้อคำถาม

ชั้นบรรยากาศของดาวเคราะห์ชั้นใน ทำให้อากาศ
ของดาวเคราะห์มีหลุมอุกกาบาต เมื่อใด
เพราะสะเก็ดดาวจะถูกเผาไหม้ไหม้ เมื่อใด
ในชั้นบรรยากาศ

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต

ดินในอวกาศที่เข้ามาชั้นบรรยากาศของโลกถูกเรียกว่า สะเก็ดดาว สะเก็ดดาวเกิดความร้อนและถูกคิดไฟได้เมื่อพวกมัน
ตกลงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก สะเก็ดดาวส่วนใหญ่ถูกเผาไหม้หมดก่อนที่จะพุ่งชนพื้นผิวของโลก เมื่อสะเก็ดดาวพุ่งชนโลก
สามารถทำให้เกิดหลุมที่เรียกว่า หลุมอุกกาบาต



หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบโลกและอวกาศ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 2

คะแนนเต็ม

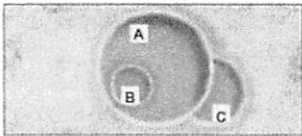
ตอบ ชั้นบรรยากาศของดาวเคราะห์ที่หนาขึ้น ทำให้พื้นผิวของดาวเคราะห์มีหลุมอุกกาบาต
น้อยลง เพราะสะเก็ดดาวจะถูกเผาไหม้ได้มากขึ้นในชั้นบรรยากาศ

ข้อสอบเรื่อง สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต – คำถามที่ 3A และ 3B

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต
คำถามที่ 3 / 3

จากรูป "สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต" ทางด้านขวา
ให้ใช้การลากและวางเพื่อตอบคำถาม

ให้พิจารณาหลุมอุกกาบาตทั้งสามหลุมต่อไปนี้



จงวางหลุมอุกกาบาตตามลำดับขนาดของสะเก็ดดาว
ที่ทำให้เกิดหลุมอุกกาบาตเหล่านี้ จากขนาดใหญ่ที่สุด
ไปยังเล็กที่สุด

	ใหญ่ที่สุด	เล็กที่สุด
A B C		

จงวางหลุมอุกกาบาตตามลำดับการเกิดหลุมอุกกาบาต
จากอายุเก่าแก่ที่สุดไปยังใหม่ที่สุด

	เก่าแก่ที่สุด	ใหม่ที่สุด
A B C		

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต

หินในอวกาศที่เข้ามาถึงชั้นบรรยากาศของโลกถูกเรียกว่า สะเก็ดดาว สะเก็ดดาวเกิดความร้อนและลัดคิวไฟโลเมื่อพวกมันตกลงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก สะเก็ดดาวส่วนใหญ่ถูกเผาไหม้หมดก่อนที่จะพุ่งชนพื้นผิวของโลก เมื่อสะเก็ดดาวพุ่งชนโลก สามารถทำให้เกิดหลุมที่เรียกว่าหลุมอุกกาบาต



หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบโลกและอวกาศ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน (การลากและวาง)
ระดับสมรรถนะ	3A: ระดับ 1b 3B: ระดับ 2

คะแนนเต็ม

ตอบ 3A: A C B เรียงตามลำดับ

3B: C A B เรียงตามลำดับ

ข้อสอบเรื่อง การอพยพของนก – คำถามที่ 1

การอพยพของนก
คำถามที่ 1 / 3

จากเรื่อง “การอพยพของนก” ทางด้านขวา ให้คลิกหนึ่งตัวเลือกเพื่อตอบคำถาม

นกอพยพส่วนใหญ่รวมกลุ่มกันอยู่ในบริเวณหนึ่ง แล้วจึงอพยพเป็นกลุ่มใหญ่มากกว่าที่จะไปเพียงตัวเดียว พฤติกรรมนี้เป็นผลจากวิวัฒนาการ คำอธิบายใดต่อไปนี้ใช้อธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุดในเชิงวิวัฒนาการของพฤติกรรมลักษณะนี้ของนกอพยพส่วนใหญ่

- นกที่อพยพเพียงตัวเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีโอกาสน้อยที่จะมีชีวิตรอดจนมีลูก
- นกที่อพยพเพียงตัวเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีโอกาสมากที่จะหาอาหารได้อย่างเพียงพอ
- การบินเป็นกลุ่มใหญ่ทำให้นกปกป้องรังอื่นในช่วงเวลาการอพยพได้
- การบินเป็นกลุ่มใหญ่ทำให้นกแต่ละตัวมีโอกาสพบสถานที่ทำรังที่ดีกว่า

การอพยพของนก

การอพยพของนกคือการที่นกเคลื่อนย้ายตามฤดูกาลในปริมาณมากเพื่อไปและกลับจากสถานที่ผสมพันธุ์ ทุกปีจะมีอาณานิคมหนึ่งจำนวนนกอพยพตามสถานที่ที่ต่างกัน นกวิทยาศาสตร์จึงสนใจกับการวัดทิศทางหรือระยะทางที่นกมีรวมและอธิบาย นกวิทยาศาสตร์ใช้การวัดทิศทางที่ถูกต้องเพื่ออธิบายเกี่ยวกับการนับจำนวนนกของอาณานิคมเพื่อกำหนดเส้นทางการอพยพของนก



หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบสิ่งมีชีวิต
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 3

คะแนนเต็ม

ตอบ ตัวเลือกที่ 1 “นกที่อพยพเพียงตัวเดียวหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีโอกาสน้อยที่จะมีชีวิตรอดจนมีลูก”

ข้อสอบเรื่อง การอพยพของนก – คำถามที่ 2

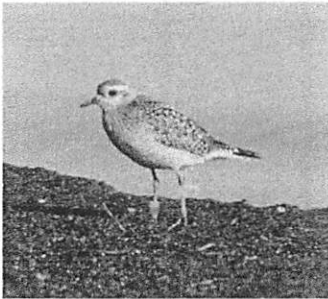
การอพยพของนก
คำถามที่ 2 / 3

จากเรื่อง “การอพยพของนก” ทางด้านขวา ไม่ให้พิมพ์คำตอบ
ตอบปากเรียนหรือตอบคำถาม

จระเข้ปัจจุบันทำให้การนับจำนวนนกอพยพอะอาจผิด
ไม่แม่นยำ และอธิบายว่าปัจจุบันนี้เกิดจากการนับอย่างไร

การอพยพของนก

การอพยพของนกคือการที่นกเคลื่อนย้ายตามฤดูกาลในปริมาณมากเพื่อไปและกลับจากสถานที่เดิมในผู้ ทุกปีจะมีอากาศร้อน
นับจำนวนนกอพยพตามสถานที่ที่กำหนด นักวิทยาศาสตร์ใช้บนการวัดการเคลื่อนย้ายที่มีจำนวนนกและระยะเวลา
นักวิทยาศาสตร์ใช้การเอานกที่ติดเครื่องหมายกับการนับจำนวนนกอะอาจผิดเพี้ยนเพื่อกำหนดพื้นที่การอพยพของนก



สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบสิ่งมีชีวิต
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 5

คะแนนเต็ม

ตอบ ระบุปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งปัจจัยที่เฉพาะเจาะจง ที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการนับโดยผู้สังเกต ตัวอย่างคำตอบ เช่น

- ผู้สังเกตอาจไม่ได้นับนกบางส่วนเพราะนกบินสูง
- ถ้านกตัวเดิมถูกนับมากกว่าหนึ่งครั้ง ก็จะทำให้จำนวนที่ได้มากเกินไป
- สำหรับนกในกลุ่มใหญ่ อาสาสมัครทำได้เพียงใช้การประมาณว่ามีนกจำนวนเท่าใด
- ผู้สังเกตอาจดูชนิดของนกผิดพลาด ดังนั้น จำนวนของนกชนิดนั้นอาจไม่ถูกต้อง
- นกอพยพตอนกลางคืน
- อาสาสมัครไม่ได้มีอยู่ในทุกแห่งที่นกอพยพ
- ผู้สังเกตเกิดความผิดพลาดในการนับ

ข้อสอบเรื่อง การอพยพของนก – คำถามที่ 3

การอพยพของนก
คำถามที่ 3/3

จากเรื่อง “นกหัวโตหลังจุดสีทอง” ทางซ้ายของ ใบไม้สีฟ้า
กระดุมเงินและนกหัวโตหลังจุดสีทองมีลักษณะที่คล้ายกัน

ข้อความเกี่ยวกับการอพยพของนกหัวโตหลังจุดสีทอง
ข้อความใดที่ตรงกับแผนที่มากที่สุด

✓ จำไว้ว่าสามารถเลือกตอบได้หนึ่งกรอบหรือมากกว่า
หนึ่งกรอบ

แผนที่แสดงการเคลื่อนที่ของจำนวนนกหัวโตหลัง
จุดสีทองที่อพยพลงใต้ในฤดูใบไม้ร่วง

แผนที่แสดงแนวโน้มทางการอพยพที่เหนือของ
นกหัวโตหลังจุดสีทองบางตัวมาจากเส้น
ทางการอพยพได้

แผนที่แสดงว่านกหัวโตหลังจุดสีทองที่อพยพไว้
เวลาในช่วงฤดูหนาวอยู่ในพื้นที่ทางใต้และ
จะบินกลับขึ้นไปยังตอนกลางหรือตอนเหนือ
อีกครั้งในฤดูใบไม้ผลิ

1

การอพยพของนก
นกหัวโตหลังจุดสีทอง

เส้นทางการอพยพของนกหัวโตหลังจุดสีทอง

แผนที่ 1 เส้นทางการอพยพของ
นกหัวโตหลังจุดสีทองในฤดูใบไม้ร่วง

แผนที่ 2 เส้นทางการอพยพของ
นกหัวโตหลังจุดสีทองในฤดูใบไม้ผลิ

หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบสิ่งมีชีวิต
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับโลก – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 4

คะแนนเต็ม

ตอบ เลือกตอบทั้ง 2 ข้อความ ต่อไปนี้

ข้อ 2. แผนที่แสดงว่าเส้นทางการอพยพขึ้นเหนือของนกหัวโตหลังจุดสีทองบางส่วนแตกต่างจากเส้นทางการอพยพลงใต้ และ

ข้อ 3. แผนที่แสดงว่านกหัวโตหลังจุดสีทองที่อพยพใช้เวลาในช่วงฤดูหนาวอยู่ในพื้นที่ทางใต้และตะวันตกเฉียงใต้ของสถานที่ผสมพันธุ์หรือสถานที่ทำรัง

2. การประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์จากโครงการ TIMSS TIMSS เป็นการประเมินโดยสมาคมนานาชาติว่าด้วยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) เริ่มประเมินครั้งแรก ค.ศ.1995 ในช่วงแรก ตั้งแต่ ค.ศ. 1995-1999 มีชื่อว่า Third International Mathematics and Science Study มาเปลี่ยนเป็น Trends in International Mathematics and Science Study ในปี ค.ศ. 2003 TIMSS เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (เกรด 4) และมัธยมศึกษาปีที่ 2 (เกรด 8) จะทำการประเมินต่อเนื่องกันทุก 4 ปี ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการครั้งแรก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 สำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เว้นในปี ค.ศ. 2003 ครั้งล่าสุด คือ ปี ค.ศ. 2011 สำหรับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เริ่มครั้งแรกในปี ค.ศ. 2011

เมื่อพิจารณาการลักษณะของประเมินของ TIMSS จะพบว่า TIMSS ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับการรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นความสำเร็จของผู้เรียนที่ได้รับจากประสบการณ์ในโรงเรียน ซึ่ง นอกจากด้านของเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในด้านของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม TIMSS ได้กล่าวถึงในประเด็นของการค้นคว้าหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ว่าเป็นความสำคัญที่เป็นจุดเน้นของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเกือบทุกประเทศ ในกระบวนการนี้ ผู้เรียนจะต้องผูกพันอยู่กับการตั้งคำถาม การวางแผน ทำการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อเก็บข้อมูล และสร้างคำอธิบายบนพื้นฐานของหลักฐานจากการสังเกตและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงานแบบนี้เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาพลเมืองที่ได้ชื่อว่ามีความรู้ หรือรู้เรื่องในวิธีการกระบวนการและผลิตผลของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการที่นอกเหนือจากเตรียมพลเมืองที่รู้เรื่องแล้วยังเป็นการเตรียมนักวิทยาศาสตร์ของอนาคตอีกด้วย เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์มีการเน้นย้ำการใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ ดังนั้น ในการประเมินผลการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องรวมการประเมิน ความสามารถและทักษะของผู้เรียนที่ทำงานโดยผ่านกระบวนการนี้การประเมินกระบวนการครอบคลุม หรือซ่อนอยู่ในการประเมินสาระเนื้อหาทุกสาขาวิชา ซึ่งมีทั้งเนื้อหาและทักษะรวมอยู่ด้วยกัน ข้อสอบต้องการให้ผู้เรียนแสดงว่ามีความรู้ของกระบวนการและวิธีการที่จำเป็นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ และใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบาย ดังนั้น กรอบการประเมินของ TIMSS แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการคิด หรือการใช้สติปัญญา และการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กรอบการประเมินด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กรอบการประเมินด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของ TIMSS ซึ่งประเทศไทยได้รับการทดสอบทั้งระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี ค.ศ. 2011 ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และมีน้ำหนักคะแนน คือ 1) ชีวภาพ 45% 2) กายภาพ 35% และ 3) โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ 20% สำหรับกรอบการประเมินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กำหนดด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 สาขาและมีน้ำหนักคะแนน คือ 1) วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต 35% 2) เคมี 20% 3) EDU STOU 42 ฟิสิกส์ 25% 4) วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก 20% แต่ละหัวข้อของเนื้อหาจะครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรของแต่ละประเทศที่เข้าร่วมประเมิน

2.2 กรอบการประเมินด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา การประเมินด้านนี้ของ TIMSS หมายถึง ทักษะและความสามารถหลายรูปแบบ ได้แก่ การรู้ (knowing) การประยุกต์ใช้ความรู้ (applying) การให้เหตุผล (reasoning) หรือการวิเคราะห์ซึ่งใช้ทั้งการประเมินชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่แตกต่างกันในสัดส่วน เช่น ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้านการรู้จะมีสัดส่วนสูง แต่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 การใช้เหตุผลจะมีสัดส่วนสูงกว่า นอกจากนี้ระดับความยากของข้อสอบก็มีความแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดของแต่ละด้านดังนี้

2.2.1 การรู้ หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง สาระแนวคิด และกระบวนการ การรู้จริงและรู้กว้างทำให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมทางสติปัญญาที่ซับซ้อนซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับด้านการรู้ผู้เรียนถูกคาดหวังให้นึกหรือเรียกคืนข้อความที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์มีความรู้คำศัพท์ข้อเท็จจริง สาระ สัญลักษณ์หน่วย และวิธีการ และสามารถเลือกอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสม สามารถทำการทดลองเพื่อการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ การรู้ครอบคลุม ความสามารถต่อไปนี้

- การนึกได้จำได้
- การให้นิยาม
- การบรรยาย
- การให้ตัวอย่าง
- การใช้เครื่องมือและกระบวนการ

2.2.2 การประยุกต์ใช้เน้นความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้และความเข้าใจแนวคิดในสถานการณ์ต่างๆ ที่ตรงๆ ผู้เรียนจะถูกประเมินความสามารถในการเปรียบเทียบ บอกความคล้ายความแตกต่าง จำแนก ตีความสาระทางวิทยาศาสตร์และใช้ความเข้าใจแนวคิดและหลักการในการหาคำตอบของ ปัญหา หรือการสร้างคำอธิบายใน

การสร้างคำอธิบายผู้เรียนควรจะสามารถใช้แผนผัง แผนภาพ ตัวแบบ (models) เพื่อประกอบ การอธิบายโครงสร้างหรือความสัมพันธ์และแสดงการรู้ในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ TIMSS นิยาม การประยุกต์ว่ารวมทักษะ ต่อไปนี้

- การเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่างการจัดจำแนกพวก
- การใช้ตัวแบบ
- การเชื่อมโยง
- การตีความสาระข้อมูล
- การหาคำตอบ
- การอธิบาย

2.2.3 การใช้เหตุผล และการวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือ สถานการณ์ที่เคยชินไปสู่สถานการณ์ใหม่ๆ ที่ไม่เคยชิน ในบริบทที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น และปัญหาที่มี ขั้นตอนซับซ้อนกว่าที่เคยพบเป็นประจำการใช้เหตุผลตามนิยามของ TIMSS หมายถึงรวมถึงทักษะ ต่างๆ ต่อไปนี้

- การวิเคราะห์/ การแก้ปัญหา
- การบูรณาการ / การสังเคราะห์
- การตั้งสมมติฐาน / การคาดการณ์
- การออกแบบ / วางแผน
- การสรุป
- การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป
- การประเมิน
- การให้เหตุผลยืนยันคำอธิบาย

2.3 การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถูกคาดหวัง เพียงให้แสดงความสามารถในการสังเกต และการบรรยายจากการสังเกต ผู้เรียนควรสามารถตั้ง คำถามที่มีคำตอบง่ายๆ จากการสังเกต หรือสาระที่พบเห็นได้ทั่วไปในธรรมชาติ และควรจะหา ประจักษ์พยานที่จะตอบคำถามที่ไม่ซับซ้อนเหล่านั้น นอกจากนี้ผู้เรียนควรจะแสดงว่ารู้ว่าการทดสอบโดยตรงไปตรงมา (fair test) ไม่ลำเอียงไปทางตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งในการออกแบบ และสามารถบอกเล่าและทำการสำรวจตรวจสอบบนพื้นฐานของการสังเกตโดยใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน ผู้เรียนถูกคาดหวังให้สามารถรายงานการค้นพบโดยใช้แผนภาพ แผนภูมิง่ายๆ หรือคำนวณค่าที่วัด ได้โดยใช้คณิตศาสตร์ง่ายๆ และสามารถบอกผลการทดลองอย่างสั้นๆ และสามารถเขียนคำตอบ

ของคำถามอย่างสั้นๆ ได้ แต่สำหรับผู้เรียนในมัธยมศึกษาปีที่ 2 ถูกคาดหวังให้ แสดงทักษะที่ซับซ้อนขึ้น รวมถึงทักษะต่างๆ เหล่านี้

- การคิดเชิงจำนวน กฎ สูตร
- การตัดสินใจและการประเมินผลงานที่ได้
- สร้างสมมติฐาน หรือคาดคะเนผลบนพื้นฐานของการสังเกตที่สามารถทดสอบได้
- ผู้เรียนควรแสดงออกว่ามีความเข้าใจถึงความเป็นเหตุและผล และความสำคัญของการระบุตัวแปรที่จะต้องควบคุมและตัวแปรที่ต้องเปลี่ยนแปลงในการออกแบบการสำรวจ
- ตัดสินใจเกี่ยวกับการวัดปริมาณที่ต้องทำอุปกรณ์และวิธีทำที่ต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
- ใช้คำศัพท์เฉพาะ หน่วยและมาตรา
- แสดงทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลระดับสูงขึ้นในการเลือกใช้คณิตศาสตร์และบอกแบบรูปของข้อมูล
- ประเมินผลของการสำรวจตรวจสอบของตนโดยมีข้อมูลสนับสนุนที่เพียงพอ
- ในระดับนี้ผู้เรียนควรจะเริ่มแสดงออกว่ารู้จักทางเลือกของการอธิบายการประยุกต์หรือการขยายข้อสรุปไปยังสถานการณ์ใหม่การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินความสำเร็จของการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ ระหว่างโครงการ PISA และโครงการ TIMSS มีความแตกต่างกันในด้านการขอบของการรู้วิทยาศาสตร์ และแนวทางการทดสอบทั้ง 2 โครงการก็มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องของจำนวนประเทศที่เข้าร่วมสอบ ระยะเวลาของการสอบ กลุ่มเป้าหมาย และลักษณะของข้อสอบ สามารถเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ที่แตกต่างกันตามตาราง 3 (Bugas, Porter, Rotman, Troute, and Nhia Vang, 2012, โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท. 2551)

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของการทดสอบ PISA และ TIMSS

รายการ	PISA	TIMSS
ปี เริ่มต้น	ค.ศ. 2000	ค.ศ. 1995
ช่วงเวลาการทดสอบ	ทุก 3 ปี	ทุก 4 ปี
องค์การที่สนับสนุน	องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD)	สมาคมนานาชาติว่าด้วย การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (IEA)
ประเทศที่เข้าร่วม	65 ประเทศในปี ค.ศ. 2009	48 ประเทศ ในปีค.ศ. 2007

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของการทดสอบ PISA และ TIMSS

รายการ	PISA	TIMSS
วิชาที่ทดสอบ	การอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์
ผู้เรียนกลุ่มทดสอบ	ผู้เรียนอายุ 15 ปี	ผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2
เป้าหมาย	ประเมินสมรรถนะของผู้เรียน ในการใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง เพื่อชี้ แนวโน้มในอนาคต	ประเมินความสำเร็จของผู้เรียน ที่ผ่านระบบการเรียนการสอน ในโรงเรียนตามหลักสูตร ปัจจุบันที่เรียน
กรอบแนวคิด การประเมิน	เน้นการรู้เรื่อง literacy	กรอบการทดสอบมี 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านการคิด หรือการใช้สติปัญญา และ การค้นคว้าหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์
วิธีการ	- ข้อสอบใช้เวลารวม 6 ชั่วโมง - แบ่งตามสัดส่วนของการเน้น - น้ำหนักในแต่ละครั้ง (4:2:2) - ผู้เรียนแต่ละคนจะทำข้อสอบ - ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ข้อสอบแต่ละ - ฉบับไม่เหมือนกันมาจาก - คัดเลือกข้อสอบในสัดส่วนและ - การให้น้ำหนักคะแนนที่เท่ากัน - รวมแล้วครบ 6 ชั่วโมง - ข้อสอบมี 3 แบบ คือ แบบ - เลือกตอบ ประมาณ 1 ใน 3 - คำถามแบบเขียนคำตอบ อาจ - เป็นเขียนตอบสั้นๆ หรือ - เลือกตอบเป็นลักษณะเชิงซ้อน	- ประถมศึกษาปีที่ 4 ข้อสอบ - 179 ข้อ - มัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อสอบ - 215 ข้อ - ข้อสอบเป็นแบบปรนัยและ - อัตนัยอย่างละครั้ง

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของการทดสอบ PISA และ TIMSS

รายการ	PISA	TIMSS
	และคำถามที่ต้องการให้ ผู้เรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี ข้อสอบ เกือบทุกหน่วย ส่วน ใหญ่จะเป็นเนื้อเรื่อง ที่เขียนมา จากเรื่องราวประเภทที่ผู้เรียน จะต้องพบในชีวิตจริง - ผู้เรียนจะตอบแบบสอบถาม เกี่ยวกับภูมิหลัง ลักษณะนิสัย สภาพแวดล้อมของการเรียน และแรงจูงใจในการเรียน	

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1.1 ที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดา ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการติว (tutorial process) ให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีการดังกล่าวต่อมาได้กลายเป็นรูปแบบการเรียนรู้ (Learning model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ. 1950 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรกและได้จัดตั้งห้องทดลองพหุวิทยาการ (Multi-disciplinary Laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ๆ รูปแบบ การสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้นได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย

ในช่วงปลายทศวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ที่ใช้ PBL ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลกว่า เป็นผู้นำทางด้าน PBL (world class leader) โรงเรียนแพทย์ที่มีชื่อเสียงอย่างเช่น Harvard Medical School และ Michigan State University, College of Human Medicine ก็ได้นำรูปแบบ PBL ไป

ใช้ จึงทำให้โรงเรียนแพทย์ใน มหาวิทยาลัยอื่นๆ ให้การยอมรับรูปแบบ PBL ในการสอนมากขึ้น จนกระทั่งกลางปี ค.ศ. 1980 เทคนิคการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ได้เริ่มขยายออกไปสู่การสอนใน สาขาอื่นๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น PBL จึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย และมีการนำไปใช้สอนตามมหาวิทยาลัยต่างๆ มากขึ้น ตัวอย่างมหาวิทยาลัยที่นำ PBL ไปใช้ในการเรียนการสอน อาทิเช่น Harvard, New Mexico, Bowman Gray, Boston, Illinois, Southern Illinois, Michigan State, Tufts, Mercer, Southern Illinois, Stamford, Northwestern, Indiana and the University of Illinois, University of Hawaii, University of Missouri – Columbia, University of Texas – Houston, University of California – Irvine, University of Pittsburgh, University of Delaware, เป็นต้น (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2544)

นอกจากมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาแล้ว มหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนของโลกก็ให้ความสนใจในการนำรูปแบบ PBL ไปใช้สอน เช่น มหาวิทยาลัย Maastricht ที่ เนเธอร์แลนด์, มหาวิทยาลัย Newcastle, Monash, Melbourne ที่ออสเตรเลีย มหาวิทยาลัย Aalborg ที่เดนมาร์ก มหาวิทยาลัยในประเทศแคนาดา อังกฤษ ฝรั่งเศส ฟินแลนด์ แอฟริกาใต้ สวีเดน ฮองกง สิงคโปร์ เป็นต้น ความนิยม PBL ในการสอนที่ต่างประเทศนั้นสามารถเห็นได้ชัดเจน จากการเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่ใช้ PBL ในการสอนเหมือนกันทาง อินเทอร์เน็ตและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) โดยมีการเผยแพร่ทั้งตำรา เอกสาร และบทความ จำนวนมาก มีผลงานวิจัยที่เผยแพร่เฉพาะส่วนบทคัดย่อและงานวิจัยทั้งฉบับเป็นร้อยเรื่อง โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลการวิจัยทางสาขาแพทยศาสตร์มากที่สุด มีวารสารเฉพาะชื่อ The Journal of Clinical Problem - based Learning มีการจัดตั้งศูนย์เพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน (The Center for Problem-based Learning)

สำหรับในประเทศไทยนั้นปัจจุบันการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการสอนทั้งระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษาเป็นที่นิยมกันมากขึ้น มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียน การสอนที่เรียกว่า การวิจัยในชั้นเรียน ที่ใช้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมากมาย มหาวิทยาลัย หลายแห่งส่งเสริมและได้นำไปทดลองใช้แล้ว อาทิ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ มหาวิทยาลัยเอกชนหลายแห่ง โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีการพัฒนารูปแบบ PBL ในการสอนร่วมกับผู้สอนจากมหาวิทยาลัย Stanford และ Vanderbilt (ไพศาล สุวรรณน้อย, ม.ม.ป.)

4.1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เมื่อดูจากคำศัพท์ Problem-based Learning ก็คือ วิธีการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่มีรูปแบบการเรียนรู้ โดยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning Context) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอน PBL เป็นเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิดวิจารณ์ญาณ คิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ (ไพศาล สุวรรณน้อย, ม.ม.ป.)

Barrow (2523) ได้นิยามว่า “เป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือบริบทให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ แสวงหาและบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในสภาพการณ์จริง โดยผู้เรียนอาจไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือพื้นฐาน เรื่องนั้นมาก่อน” จากนิยามดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ของ ผู้เรียนไม่ใช่ผู้สอน ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ออกแบบโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จัดบรรยากาศการเรียนรู้และเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ (learning resource) ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ (facilitator)

4.1.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีบุคคลและสถาบันได้รวบรวมไว้ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) สรุปว่าลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง

3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเองดังนั้นผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองบริหารเวลาเองคัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกันเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผลฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูลเรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีมความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียนมีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริงโดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน

ไพศาล สุวรรณน้อย (ม.ม.ป.) สรุปว่า รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (student-centered learning)
2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ ให้มีจำนวนกลุ่มละประมาณ 5-8 คน
3. ผู้สอนทำหน้าที่ เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide)
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (สิ่งเร้า) ให้เกิดการเรียนรู้
5. ลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีวิธีแก้ไขปัญหาคืออย่างไร หลากหลาย อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ
6. ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง (self-directed learning)
7. การประเมินผล ใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง (authentic assessment) ดูจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning process) และพิจารณาจาก ผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ (Learning product)

4.1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานคือปัญหาเพราะปัญหาที่ดีจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่แสวงหาความรู้ในการเลือกศึกษาปัญหาที่มีประสิทธิภาพผู้สอนจะต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ความสามารถของผู้เรียน ประสบการณ์ความสนใจและภูมิหลังของผู้เรียน เพราะคนเรามีแนวโน้มที่จะสนใจเรื่องใกล้ตัวมากกว่าเรื่องไกลตัว สนใจสิ่งที่มีความหมายและมีความสำคัญต่อตนเองและเป็นเรื่องที่ตนเองสนใจใคร่รู้ ดังนั้นการกำหนดปัญหาจึงต้องคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นหลัก นอกจากนั้นปัญหาที่ยังต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ของผู้เรียนอีกด้วย

การนำแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นผู้สอนควรมีขั้นตอนพิจารณาประเด็นต่างๆ เพื่อประกอบการเลือกใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ในแนวทางนี้ซึ่งมีประเด็นสำคัญที่ควรดำเนินการดังนี้

1. พิจารณาลักษณะของสถานศึกษาโดยดูจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เหมาะสมกับวิธีการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งทางด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ จากนั้นจึงเลือกเนื้อหาสาระมากำหนดการสอน เช่น พิจารณาว่าผลการเรียนรู้ที่คาดหวังต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการค้นหาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นต้น

2. กำหนดแหล่งข้อมูลเมื่อผู้สอนพิจารณาจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและกำหนดเนื้อหาสาระแล้ว ผู้สอนต้องกำหนดแหล่งข้อมูลต่างๆ ให้เพียงพอเพื่อให้ผู้เรียนนำมาแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบได้ซึ่งแหล่งข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ ตัวผู้สอนห้องสมุด อินเทอร์เน็ต วิกิพีเดีย บุคลากรต่างๆ และแหล่งเรียนรู้ทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน

3. กำหนดและเขียนขอบข่ายปัญหาที่เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการศึกษาค้นหาคำตอบ

4. กำหนดกิจกรรมการจัดการกระบวนการเรียนรู้กิจกรรมการสอนที่ผู้สอนเลือกหรือสร้างขึ้นมาจะต้องทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นแนวทางในการค้นพบความรู้หรือคำตอบได้ด้วยตนเอง

5. สร้างคำถามเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้ควรสร้างคำถามที่มีลักษณะกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจงานที่กำลังทำอยู่และมองเห็นทิศทางในการทำงานต่อไป

6. กำหนดวิธีการประเมินผลควรเป็นการประเมินผลตามสภาพจริงโดยประเมินทั้งทางด้านเนื้อหาทักษะกระบวนการและการทำงานกลุ่ม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550)

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาเป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจและมองเห็นปัญหาสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และ เกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหาผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันอภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายาม ตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของ ปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงานผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และ นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลายผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกัน ประเมินผลงาน

บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานควรมีลักษณะดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550)

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของผู้เรียนเพื่อสามารถให้ คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่าง ถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอนเพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง

4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้และการติดตามประเมินผล การพัฒนาของผู้เรียน

5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหาสนับสนุนสื่ออุปกรณ์เรียนรู้ให้ เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวใน การเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ แบบนี้

8. ผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง ให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ สำหรับเทคนิคหรือเงื่อนไขจำเป็นในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้

1) เทคนิคในการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ควรเป็นเรื่องที่ เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันเรื่องใกล้ตัว เป็นรูปธรรมทันต่อเหตุการณ์หรือมีความชัดเจน

2) การใช้คำถามในการกำหนดปัญหาต้องเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสาระที่ต้องการให้ ผู้เรียนเรียนรู้เป็นคำถามที่ท้าทายกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนอยากค้นคว้าหา คำตอบด้วยตนเอง

3) ในขั้นการทำความเข้าใจกับปัญหาควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมช่วยกันกำหนดปัญหา และให้ทุกคนได้รับทราบพร้อมกันอย่างชัดเจน เทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจและใช้ได้ผลดีคือ การนำเสนอ เป็นแผนผังความคิดโดยให้สมาชิกจากทุกกลุ่มได้ช่วยกันคิดและบันทึกลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน แสดงขอบเขตที่จะศึกษาในปัญหานั้นๆ

4) การเตรียมผู้เรียนให้เกิดความพร้อมเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ใน การดำเนินการควรใช้วิธีการจัดกลุ่ม โดยละเอียดชายหญิงและความสามารถในการเรียน โดย พิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานทางการเรียนของผู้เรียน กำหนดให้สมาชิกกลุ่มแต่ละคนมีบทบาท หน้าที่ประธาน เลขานุการ ผู้สนับสนุนและผู้รายงาน และถ้ามีการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มแต่ละ ครั้งผู้เรียนต้องหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันเพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสทำงานในทุกบทบาทหน้าที่ การแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักเทคนิควิธีการที่จะเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นผู้เรียนจะต้องเปลี่ยน บทบาทจากการเป็นผู้รับฟังเพียงอย่างเดียวมาเป็นผู้ค้นคว้าศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองผู้สอนจึง ต้องเตรียมความพร้อมผู้เรียนมากพอสมควรโดยผู้สอนใช้เทคนิคในการใช้คำถามเพื่อนำผู้เรียนไปสู่ การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5) ในการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะมีความเหมาะสมสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์แต่ในบางเนื้อหาอาจยากเกินไป เช่น การคำนวณ ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจหรือเนื้อหาที่ยากต่อการสืบค้นข้อมูลของผู้เรียนตลอดจนข้อจำกัดของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนขาดความรับผิดชอบหรือมีภาระงานมากมีปัญหาด้านเศรษฐกิจและเวลาที่ไม่เพียงพอของผู้เรียน ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เทคนิคนั้นเข้ามาแทรกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีหลากหลายวิธีตามความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เช่น การเรียนรู้จากการฟังผู้สอนอธิบายแสดงเหตุผลประกอบกับการซักถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดข้อสรุปการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง โดยเฉพาะในสาระที่เกี่ยวกับทักษะภาษา เช่น ภาษาไทยและภาษาอังกฤษซึ่งมีข้อจำกัดพอสมควร โดยที่วิชาภาษาไทยต้องฝึกทักษะการอ่าน ฟัง พูด เขียนมากกว่าการตั้งปัญหาให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าทำให้ไม่สามารถใช้ขั้นตอนการสอนในแนวทางนี้ได้สมบูรณ์และโดยเฉพาะวิชาภาษาอังกฤษเพราะผู้เรียนต้องใช้ความสามารถคิดสองภาษา

6) ระยะเวลาในการสอนควรยืดหยุ่นพอสมควรและค่อนข้างจะใช้เวลามากกว่าเวลาในหลักสูตรปกติเพราะผู้เรียนจำเป็นต้องมีการระดมความคิด อภิปรายและค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่างๆ

7) การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดควรจัดให้เป็นการบูรณาการสู่สาระการเรียนรู้อื่นทั้งในด้านเนื้อหาและการประเมินผลจะเป็นการทำงานที่ไม่ซ้ำซ้อน เป็นการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเดียวแต่สามารถตอบคำถามประเด็นจากหลายวิชาอย่างน้อยในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีการบูรณาการ 2 วิชาขึ้นไป

8) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนี้จะสร้างศักยภาพให้แก่ผู้เรียนที่สนใจใฝ่รู้นั้นได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่ตนเองศึกษาอย่างถ่องแท้ลึกซึ้งและจดจำได้นานกว่าการบอกความรู้ของผู้สอน แต่ในวัฒนธรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนไทยยังคุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบเดิมๆ ที่ให้ผู้สอนบอกความรู้ ดังนั้นการสร้างวัฒนธรรมในการเรียนรู้แบบใหม่นี้จะเริ่มใช้ในระดับชั้นประถมศึกษาเพื่อเป็นการวางรากฐานก่อนโดยสร้างทักษะที่จำเป็นโดยเฉพาะการสืบค้นข้อมูลซึ่งผู้สอนและผู้บริหารต้องมีส่วนในการจัดบรรยากาศและแหล่งเรียนรู้ให้เพียงพอแก่ผู้เรียนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้เรียนด้านเศรษฐกิจมากเกินไป

9) การจัดการเรียนรู้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องหารีวางแผนการจัดกิจกรรมนำเสนอขอความเห็นชอบจากผู้บริหาร โรงเรียน ฝ่ายวิชาการ ผู้ปกครองและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีความแตกต่างจากการสอนโดยใช้เทคนิคอื่นนั่นคือ ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงไปสู่สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร

ผู้เรียนจะไม่เปิดหนังสือตำราแบบเรียนแบบเรียงไปทีละหน้า เมื่อใดที่มีปัญหาและผู้เรียนอยากเรียนรู้ในเรื่องใดผู้เรียนจะต้องค้นคว้าจากหนังสือจำนวนมากเพื่อหาคำตอบในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งแหล่งความรู้ไม่ได้จำกัดเฉพาะในหนังสือแบบเรียนแต่เป็นเอกสารทุกเรื่องไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์ วารสาร บทความ สารานุกรม เอกสารงานวิชาการ อินเทอร์เน็ตรวมไปถึงการเรียนรู้จากผู้ปกครอง ช่างบ้าน หรือแม้แต่แหล่งเรียนรู้ที่เป็นสถานที่ต่างๆ หน่วยงานราชการในพื้นที่จึงสรุปได้ว่าการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการสอนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับทุกอย่างรอบตัว และสิ่งแวดล้อมรอบข้างของผู้เรียนจะเป็นผู้สอนของเขาโดยธรรมชาติ

10) ควรมีการสรุปหลังการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้งเพื่อถ่วงถ่วงการสร้าองค์ความรู้ให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนโดยผู้สอนอาจช่วยผู้เรียนหรือเพิ่มเติมแก้ไขให้สมบูรณ์

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนมีความรับผิดชอบสูงรู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐานและฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเช่นกระบวนการคิดการสืบค้นข้อมูลการทำงานกลุ่มการอภิปราย การสรุปการนำเสนอผลงานและการประเมินผล

4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

4.1.5 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวัดและประเมินผลการเรียนโดยการใชปัญหาเป็นฐาน มีหลากหลายแนวทาง เช่น

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment) ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จาก

สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการ ปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2560)

4.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.2.1 ที่มาของสะเต็มศึกษา

การพัฒนาประเทศในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับประเทศทั่วโลก โดยเป้าหมาย คือ การพัฒนาให้เยาวชนมีความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การมีความรู้และทักษะในวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อาจยังไม่เพียงพอสำหรับประเทศที่กำลังขาดแคลนแรงงานคุณภาพดี หรือแรงงานที่สามารถนำความรู้ทั้งหลาย มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องใช้ต่างๆ สำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นประเทศหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคุณภาพ เยาวชนไม่สนใจการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งเมื่อสำเร็จการศึกษา ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อการประกอบอาชีพโดยเฉพาะอาชีพวิศวกร ซึ่งกำลังเป็นอาชีพที่ขาดแคลนมากในประเทศสหรัฐอเมริกา (Koehler, Faraclos, Giblin, Moss and Kazerounian, 2013) ดังนั้น รัฐบาลจึงได้ดำเนินการปฏิรูปการศึกษา วิทยาศาสตร์ โดยตั้งเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยแห่งชาติ หรือ National Research Council (NRC, 2012) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติที่นับได้ว่าเป็นชาติแรกที่ผนวกศาสตร์ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ไว้ด้วยกัน และเน้นการสร้างแรงจูงใจให้เยาวชนของชาติ หันมาสนใจในอาชีพที่ขาดแคลน หลักสูตรจึงมีการแทรกเนื้อหา/แนวคิด ด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ลงสู่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาอย่างเป็นรูปธรรม กลายเป็นที่มาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีการบูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าไว้ด้วยกัน (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558)

ในประเทศไทยช่วงหลายปีที่ผ่านมา พบว่า อัตรากำลังคนของบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีแนวโน้มลดลง และนักเรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสนใจในการศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดลง อีกทั้งผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มลดลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนซึ่งอาจทำให้นักเรียนขาดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อีกทั้งขาดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ดังกล่าวกับชีวิตประจำวัน รวมถึงการประกอบอาชีพในอนาคต เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย ทั้งเป็นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อันเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน และเตรียมพร้อมกำลังคนที่มีคุณภาพ เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ และประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, ม.ม.ป.)

4.2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายในลักษณะที่คล้ายกัน ดังนี้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (ม.ม.ป.) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Kijkuakul (2015) กล่าวว่าคำว่า สะเต็มศึกษา(STEM education) เป็นการหลอมรวมศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี(Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์วิศวกรรม เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยเน้น การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน เมื่อศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตร ได้กำหนดแนวทางการจัด การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยใช้การสอดแทรกกระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรม สะเต็มศึกษายังเป็นการบูรณาการด้านบริบทที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวันได้

Briener. et. al. (2012. p.4) คิดว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีขาดการบูรณาการดังนั้นการศึกษา STEM จึงเป็นการรวมแนวคิดจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมมาบูรณาการโดยมุ่งเน้นให้นำความรู้จากวิชาเหล่านั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาโลกแห่งความจริง

Roberts (2013 อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 86) ให้ความหมายของ สะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นวิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งเดียวการหลอมรวมสามารถทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบการแก้ปัญหาการค้นพบและการใช้ยุทธวิธีการสำรวจฉะนั้นโรเบิร์ตจึงมอง

ว่าสะเต็มศึกษาอาจแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ การบูรณาการเนื้อหาวิชาทาง วิศวกรรมศาสตร์ให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรและการบูรณาการทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ลงสู่ วิธีการเรียนรู้ (Learning Strategies) และหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ (Teaching Strategies) อาทิ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มนตรี จุฬาววัฒนทล (2556, หน้า 16) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือวิธีการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษาไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์หรือสมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถามแก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้ ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่ง แก้ปัญหาสำคัญๆ ที่พบในชีวิตจริง

พรทิพย์ ศิริภักทรชัย (2556, หน้า 50) ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา คือการสอน แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละ สาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) อธิบายว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทาง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือ คาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้ หมายรวมถึงการกระตุ้น ให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิง ตรรกะรวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

สิริณา กิจเกื้อกูล (2558) ให้อธิบายว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาด แคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาจึงเน้น การส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะใน การออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง โดยมีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปความหมายของสะเต็มศึกษาได้ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น กล้าตั้งคำถาม แก้ปัญหา สร้างทักษะการหาข้อมูล และวิเคราะห์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพื่อมุ่งแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่พบเจอ

4.2.3 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความมุ่งหมายที่สอดคล้องกับนิยามของสะเต็ม โดยออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ใช้ฐานแนวคิดที่สอดคล้องและต่อยอดจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง วิทยาศาสตร์เป็นหลัก (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) และอาจจะมีการเชื่อมโยงระหว่างมาตรฐานหรือตัวชี้วัด ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หรือต่างกลุ่มสาระหรือต่างวิชา ซึ่งสอดคล้องกับระดับการบูรณาการขั้นสูงคือข้ามสาขาวิชา โดยรูปแบบของกิจกรรมจะเน้นการออกแบบกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (มนตรี จุฬาวัดนพล, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้และทักษะไปใช้อย่างมีความหมาย จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยและประสบการณ์วิชาการรับใช้สังคมของผู้เขียน จึงนำเสนอกรอบในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะสำคัญที่จำเป็น (Key features) ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. มีการบูรณาการความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างชัดเจนตามบริบทเนื้อหาและระดับความรู้ในแต่ละชั้นของผู้เรียน (สะเต็มศึกษาประเทศไทย, 2558) โดยมุ่งเน้นการรู้เรื่องสะเต็ม (STEM Literacy) เป็นเป้าหมายหลัก (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2558; Zollman, 2012)

2. การออกแบบกิจกรรม อ้างอิงตามกรอบการพัฒนาแนวคิดแบบ“ความก้าวหน้าในการเรียนรู้” (learning progression) (ลีซา ลดาชาติ, 2555; 2559; Duschl & Bismack, 2016) ทั้งในมิติเนื้อหาและกระบวนการรวมทั้งใช้หลักการของการจัดหลักสูตรแบบเกลียว (spiral curriculum) โดยผู้เรียนจะเพิ่มพูนความรู้จากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับ สูงตามลำดับพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละช่วงวัย หรือระดับการรู้คิด (Cognitive demand)

3. การเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับผู้เรียน บริบทที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน และเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยอาจจะยึดกรอบแนวคิดบริบทตาม PISA OECD รวมทั้ง ประเด็นที่ผู้สอนต้องการเน้นซึ่งอาจจะเป็นนโยบายของสถานศึกษา หรือเป็นประเด็นเร่งด่วน เช่น นโยบายดิจิทัล

เพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ หรือความเข้าใจเรื่องพลังงานในภาพรวมของประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2558)

4. ผู้เรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Learning, 2011) ที่เน้นการพัฒนาทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปกับ การเรียนรู้ เนื้อหาและทักษะของวิชาแกน

5. กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ การรังสรรค์ชิ้นงาน/โครงการตามแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) ที่เน้นกระบวนการออกแบบ หรือ แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา

6. เน้นการวัดผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) และการประเมินเพื่อ พัฒนาผู้เรียน (Formative assessment) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผลที่ได้จากการจัดกิจกรรม สะเต็มคือ โครงการหรือชิ้นงาน (Project/artifact) หรือ การแก้ปัญหา

3.2.4 แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ สสวท. พัฒนาขึ้นนี้เป็นตัวอย่างให้ผู้สอนได้เห็นแนวทาง โดยมีจุดเริ่มต้นมาจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่ม รายวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัด กิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผสมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการดำเนินกิจกรรม ทั้งนี้ผู้สอนสามารถใช้แนวทาง ดังกล่าวนี้ไปพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมสะเต็ม ศึกษาแบบบูรณาการอาจไม่จำเป็นต้องบูรณาการได้ครบทุกรายวิชาที่กล่าวมาแล้วก็ได้ แต่มีจุดเน้น ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่ง ประกอบด้วย ทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะ การสื่อสาร เป็นต้น การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนสามารถ ดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวน ชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจ พิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ หรือ พิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้

ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอน ในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรม สะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบ และสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านการใช้ทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียน การสอนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, ม.ม.ป.)

3.2.5 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกัน คุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่า ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกต พฤติกรรม การเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบความรู้ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ และรูปแบบการศึกษาจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับดังกล่าวทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการควบคู่กันไป อย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง

2. ในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และเจตคติ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน

3. เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี และต่อเนื่องทั้งการสังเกต พฤติกรรมการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรม หรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการ แก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1.1 การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลายๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

1.2 สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

1.3 เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.4 เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควร จะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนา เติบโตตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของ แต่ละบุคคล

1.5 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอน ของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอน สามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่นๆ ที่ เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

1.6 เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่น ในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

1.7 เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่น ได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

2. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงาน ต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือ ปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

2.2 การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการ ทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของ งานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของ งาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์

การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สอน และผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้า ของผู้สอน

3) การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

4) การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

5) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการ ทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีค่าจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่างๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วย โดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, ม.ม.ป.)

4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Lou, et al. (2011, p.199) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริงมากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ และ

ต้องการหาความรู้มาแก้ปัญหาผ่านการทำงานกลุ่ม ในขณะที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติของนักเรียน

4.3.2 แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Lou, et al. (2011, p.199) ได้เสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นยืนยันปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้นักเรียนและใช้คำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวถามนักเรียน เพื่อยืนยันปัญหาและให้นักเรียนร่วมระบุและอธิบายปัญหาผ่านการอภิปรายในชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้อภิปรายเพื่อระบุงองค์ประกอบสำคัญของปัญหา และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ประเด็นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้วางแผนในการสร้างแบบจำลอง รวมถึงวางแผนการทำงานและพิจารณากระบวนการผลิตที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนการสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนได้วางแผนและกำหนดขั้นตอนสำรวจหรือเพิ่มเติมจากการพิจารณาในขั้นก่อนหน้า เพื่อเผชิญหน้ากับอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานจริง

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับโครงสร้าง เป็นขั้นที่นักเรียนจะเริ่มสร้างแบบจำลองของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนการที่กำหนด นอกจากนี้นักเรียนจะต้องอธิบายถึงลักษณะโครงสร้างของแบบจำลองอย่างง่ายได้

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมิน เป็นขั้นการประเมินแบบจำลองในขั้นก่อนหน้า หากประเมินแบบจำลองแล้วพบว่า แบบจำลองยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองพร้อมกับอธิบายกระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และปรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้เข้ากับบริบทของการวิจัย ได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สำนักงานเลขาธิการกระทรวงศึกษาธิการ)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (Lou, et al.)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาเป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ	ขั้นที่ 1 ขั้นยืนยันปัญหาเป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนและใช้คำถามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวถามนักเรียน เพื่อยืนยันปัญหาและให้นักเรียนร่วมระบุและอธิบายปัญหาผ่านการอภิปรายในชั้นเรียน	ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาเป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเกิดความสนใจ มองเห็นปัญหา และอยากที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหาผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้	ขั้นที่ 2 ขั้นชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้อภิปรายเพื่อระบอบองค์ประกอบสำคัญของปัญหา และร่วมกันอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ประเด็นความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษา ค้นคว้าผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย		ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษา ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้า และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและ

ตาราง 4 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (สำนักงานเลขาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา (Lou, et al.)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา
		วิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ ประเด็นความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์
ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้เป็น ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันอภิปรายผลและ สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามี ความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด		ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ ได้จากการศึกษาค้นคว้ามา แลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และ ความเพียงพอของข้อมูลที่จะ นำมาใช้ในการสร้าง แบบจำลอง/ชิ้นงาน หากไม่พอ ให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม
	ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่ นักเรียนจะได้วางแผนในการ สร้างแบบจำลอง รวมถึงวางแผน กรอบการทำงานและพิจารณา กระบวนการผลิตที่เป็นไปได้	ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มา วางแผนในการสร้าง แบบจำลอง/ชิ้นงาน รวมถึงวางแผน กรอบการทำงานและพิจารณา กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

ตาราง 4 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (สำนักงานเลขาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา (Lou, et al.)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา
	ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนการสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนได้วางแผน และกำหนดขั้นตอนสำรวจ หรือเพิ่มเติมจากการพิจารณา ในขั้นก่อนหน้า เพื่อเผชิญหน้า กับอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นใน การปฏิบัติงานจริง	ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียน เริ่มสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน ของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตาม แผนที่กำหนด นอกจากนี้ นักเรียนต้องอธิบายถึง องค์ประกอบของแบบจำลอง/ ชิ้นงานได้
ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่า คำตอบของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม สรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินข้อมูลที่ศึกษา กันคว้าวามีความเหมาะสม หรือไม่เพียงใด โดยตรวจสอบ แนวคิดอย่างอิสระ ทุกกลุ่ม ช่วยกันสรุปองค์ความรู้ใน ภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง	ขั้นที่ 5 ขั้นปรับโครงสร้าง เป็น ขั้นที่นักเรียนจะเริ่มสร้าง แบบจำลองของตนเอง เพื่อ แก้ปัญหาตามแผนการที่ กำหนด นอกจากนี้นักเรียน จะต้องอธิบายถึงลักษณะ โครงสร้างของแบบจำลอง อย่างง่ายได้	ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่ นักเรียนทดสอบ ประเมิน แบบจำลอง/ชิ้นงานที่สร้างขึ้น และหาพบว่าแบบจำลอง/ ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ นักเรียน จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข แบบจำลอง/ชิ้นงาน

ตาราง 4 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (สำนักงานเลขาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา (Lou, et al.)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา
ขั้นที่ 6 นำเสนอและ ประเมินผลงานผู้เรียนนำ ข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ ความรู้และนำเสนอเป็น ผลงานในรูปแบบที่ หลากหลายผู้เรียนทุกกลุ่ม รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกันประเมินผลงาน	ขั้นที่ 6 ขั้นประเมิน เป็นขั้น การประเมินแบบจำลอง หาก ประเมินแบบจำลองแล้วพบว่า แบบจำลองยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะได้ทำการปรับปรุง แก้ไข พร้อมกับอธิบาย กระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้ จากขั้นตอนนี้	ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่ นักเรียนนำเสนอแนวคิดวิธีการ แก้ปัญหา กระบวนการสร้าง แบบจำลอง/ชิ้นงานที่ใช้ใน การแก้ปัญหาต่อบุคคลอื่น

จากตาราง 4 การวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจึงสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเกิด
ความสนใจ มองเห็นปัญหา และอยากที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา และ
นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้อง
กำหนดสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้า และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและวิธีการ
แก้ปัญหา โดยใช้ประเด็นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามา
แลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลที่จะ
นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน หากไม่พอให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนในการสร้างแบบจำลอง/
ชิ้นงาน รวมถึงวางกรอบการทำงานและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนเริ่มสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนด นอกจากนี้ นักเรียนต้องอธิบายถึงองค์ประกอบของแบบจำลอง/ชิ้นงานได้

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินแบบจำลอง/ชิ้นงานที่สร้างขึ้น และหากพบว่าแบบจำลอง/ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง/ชิ้นงาน

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่อบุคคลอื่น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

นันทชา อัมฤทธิ์ (2559) ทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ปี และศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องงานและพลังงาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการแก้ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยร้อยละ ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแนวทางจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่องงานและพลังงาน มีลักษณะดังนี้คือ ขึ้นอยู่กับปัญหาควรยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเรื่องงานและพลังงานและสามารถบูรณาการความรู้สะเต็มศึกษาได้ อีกทั้งมุ่งเน้นให้นักเรียนอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน ชี้แจงปัญหาควรใช้คำถามต่อเนื่องจากขั้นก่อนหน้าประกอบกับเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายสาเหตุผ่านการอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน นอกจากนี้ นักเรียนต้องได้ทบทวนความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ชี้แจงแผนและชี้แจงแผนการสำรองผู้สอน ควรแสดงอุปกรณ์ที่มีความหลากหลายแต่ต้องจำกัดจำนวนอุปกรณ์เพื่อลดปัญหาการลองผิดลองถูก อีกทั้งตรวจสอบการวางแผนของนักเรียนว่าใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ นักเรียนต้องลงมือสร้างแบบจำลองตามที่วางแผนไว้ด้วยตนเอง ผู้สอนและนักเรียนควรร่วมกันประเมินแบบจำลองของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยนักเรียนทุกกลุ่มต้องได้นำเสนอผลงานของตนเอง และเมื่อ

จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาพบว่า นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นในทุกพฤติกรรม

รักษศิริ จิตอารี (2559) ทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และเพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนและแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียนจัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้น ประกอบด้วยขั้นที่ 1 กระตุ้นด้วยปัญหา ขั้นที่ 2 ร่วมเรียนรู้และวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการตามแผนประกอบด้วย 4 ขั้น 1) วางแผนแก้ปัญหา 2) ออกแบบการแก้ปัญหา 3) ปฏิบัติการแก้ปัญหา 4) สรุปและนำเสนอผลงาน ขั้นที่ 4 เชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 3) ผลการทดลองใช้รูปแบบพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ภาพรวมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณารายด้านด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์พบว่าทั้ง 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Lou, et al. (2011) ทำการสำรวจผลกระทบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่ใช้การบูรณาการในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ต่อทัศนคติของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในไต้หวัน ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายออกเป็นกลุ่มๆ เพื่อให้แต่ละกลุ่มทำการประกวดรถเข็นไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ใช้การบูรณาการแบบสะเต็มศึกษา จากนั้นผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลักฐาน ได้แก่ การบ้าน รายงานการทดลอง และการสังเกตจากเทปบันทึกในระหว่างดำเนินการวิจัย อีกทั้งเป็นรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมอย่างไม่เป็นทางการจากเนื้อหาการอภิปรายของแต่ละกลุ่มและชิ้นงานของนักเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้านเนื้อหาหลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้วิจัยทำการสัมภาษณ์กลุ่ม (Focus group interview)

แบบกึ่งโครงสร้างกับอาสาสมัครจาก 5 กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด เพื่อประเมินถึงวิธีการนำความรู้ สะเต็มศึกษาไปใช้ของกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้านเนื้อหาเช่นกัน ผลการวิจัย พบว่า 1) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถช่วยส่งเสริมทัศนคติที่มีต่อการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษา นักเรียนได้และมีประโยชน์ในการเลือกประกอบอาชีพในอนาคต 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานช่วยส่งเสริมนักเรียนให้แก้ปัญหาต่างๆ ที่ละขั้นตอนและนำไปสู่ความสำเร็จใน การประกวดส่งผลให้นักเรียนได้สัมผัสกับการบูรณาการความรู้สะเต็มศึกษาอย่างแท้จริง 3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ให้การบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาไม่เพียงแต่ส่งเสริมให้ นักเรียนนำความรู้ด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้แต่ยังมีแนวโน้มว่านักเรียนจะได้รับ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้คณิตศาสตร์ที่มั่นคงมากขึ้นและ 4) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานที่ใช้การบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มความสามารถและประสบการณ์ การบูรณาการและการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียนได้

Tawfik, Trueman and Lorz (2013) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในห้องเรียนสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนามโนคติทางชีววิทยาของนักเรียนที่ไม่ใช่สาขาวิทยาศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัย โดยผู้เรียนที่เข้าร่วม วิจัยจะได้ลงมือแก้ปัญหาแบบกึ่งโครงสร้างผ่านบริบทจริงในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำและลดมลพิษ ผู้เรียนจะเฝ้าศึกษาแหล่งน้ำและกำหนดปัญหาก่อนที่จะดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนโดยใช้ การบูรณาการความรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังจากดำเนินการเรียนรู้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจาก แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบทดสอบปลายภาคผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ในห้องเรียนสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถขับเคลื่อนการเรียนรู้ของผู้เรียนและส่งเสริมมโนคติทางชีววิทยาได้ เพราะผู้เรียนจะถูกถามคำถามในแต่ละขั้นตอน ศึกษาความรู้ด้วยตนเองและแก้ปัญหาในบริบทจริง ผ่านกิจกรรมซึ่งจะทำให้ได้มาซึ่งประสบการณ์ที่คุ้มค่าของผู้เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

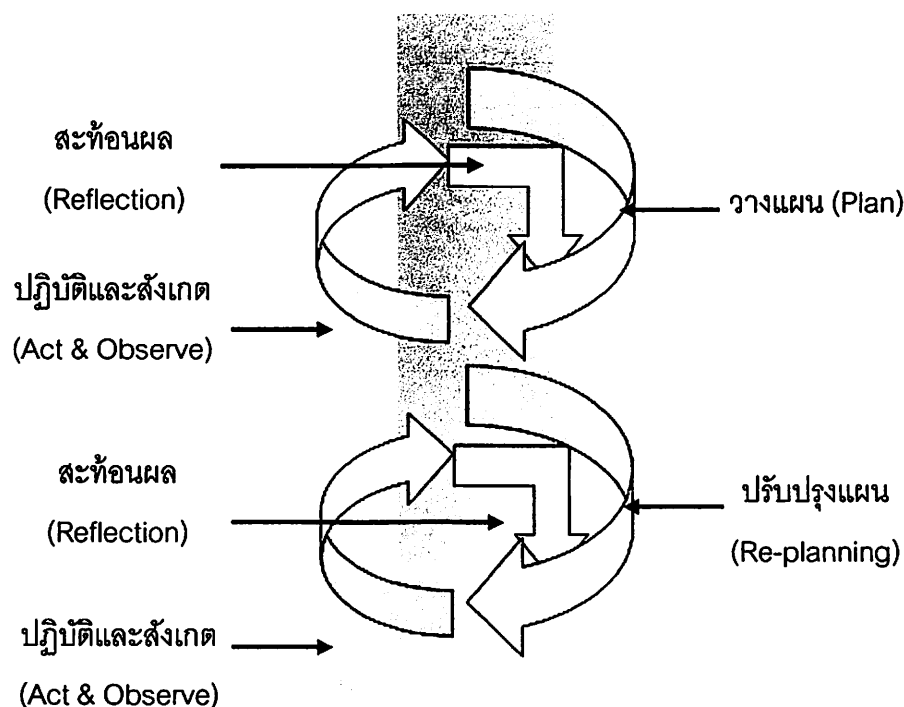
1. รูปแบบการวิจัย
2. บริบทของการวิจัย
3. กลุ่มเป้าหมาย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988: 11) ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ

- 1) วางแผน (planning)
- 2) ปฏิบัติ (action)
- 3) สังเกต (observation)
- 4) สะท้อนผล (reflection) กระบวนการ และผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และ

ปรับปรุงแผนการปฏิบัติ (re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ เป็นดังแสดงรายละเอียดตามภาพ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการวิจัยหลักที่หมุนเคลื่อนไปเป็นวัฏจักรของกระบวนการวิจัยดังกล่าว จึงเป็นเสมือนแหล่งที่ก่อให้เกิดความรู้เชิงปฏิบัติการและกลไก การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นการดำเนินงานวิจัยที่ไม่แยกกิจกรรมการสืบค้นหาความรู้ ความจริงออกจากกิจกรรมการพัฒนา (องอาจ นัยพัฒน์, 2548: 343)

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988: 11) มาประยุกต์ใช้โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยครูสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน ศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา วางแผนและสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน

2. **ขั้นปฏิบัติ (Action)** ครูลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้กับกลุ่มเป้าหมายอย่าง ะมัดระวัง และควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผน

3. **ขั้นสังเกต (Observation)** ครูเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรค การดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตาม แผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร นอกจากนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดง ความคิดเห็นเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิจัย โดยใช้เครื่องมือต่างๆ มาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไป วิเคราะห์

4. **ขั้นสะท้อนผล (Reflection)** ครูนำผลสรุปจากการสังเกตมาวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัย สนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตาม วัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือ ประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับ การทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

บริบทของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัด สุโขทัย ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ ทำการเรียนการสอนตั้งแต่ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมด 2,502 คน ซึ่งเป็นนักเรียนใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 455 คน แบ่งเป็น 10 ห้องเรียน โดยมีห้องเรียนโอลิมปิก จำนวน 2 ห้อง และห้องเรียนปกติ จำนวน 8 ห้อง โดยภาพรวมโรงเรียนแห่งนี้เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อม ด้านบุคลากรทางการศึกษา สถานที่ในการจัดการเรียนการสอน แต่ด้านอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนมากนัก

นักเรียนส่วนใหญ่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์แบบบรรยาย สาธิตและ ทดลอง หรือสืบเสาะความรู้ด้วยตนเอง ไม่เน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 49 คน เป็น ชาย 14 คน และหญิง 35 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนคละตามความสามารถ โดยดูจาก

ผลการเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นในภาคเรียนที่ผ่านมาของกลุ่มเป้าหมาย ออกเป็น 12 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม โดยแบ่งออกเป็น 3 แผนย่อย ได้แก่ 1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม 2) การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม 3) แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2.2 ใบกิจกรรม

2.3 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของครู และผู้สังเกตการสอน

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามของการวิจัย และเครื่องมือการวิจัย

คำถามการวิจัย	เครื่องมือการวิจัย
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีลักษณะอย่างไร	1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม 2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้หรือไม่ อย่างไร	1. ใบกิจกรรม 2. แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือวิจัย

การสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนกลุ่มเป้าหมายที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เนื้อหารายวิชาเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคมในเรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม และจัดแบ่งเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

1.3 กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ไว้จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา

1.4 ศึกษาประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมในแต่ละแผน

1.5 เลือกปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม และทำการวิเคราะห์เนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในแต่ละแผน

1.6 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 3 แผน ที่ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเกิดความสนใจ มองเห็นปัญหา และอยากที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา และนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้า และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ประเด็นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน หากไม่พอให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนในการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน รวมถึงวางกรอบการทำงานและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนเริ่มสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนด นอกจากนี้ นักเรียนต้องอธิบายถึงองค์ประกอบของแบบจำลอง/ชิ้นงานได้

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินแบบจำลอง/ชิ้นงานที่สร้างขึ้น และหากพบว่าแบบจำลอง/ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง/ชิ้นงาน

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาคู่บุคคลอื่น โดยแต่ละแผนมีรายละเอียดการบูรณาการเนื้อหาทั้ง 4 สาขาวิชา ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสถานการณ์/ปัญหา ตามการจัด
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผน ที่	สถานการณ์/ปัญหา	เนื้อหา				จำนวน ชั่วโมง
		วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
1	โรงเรียนแห่งหนึ่งทำการสอนเรื่องปิโตรเลียมและการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม แต่เนื่องจากเป็นสิ่งใกล้ตัว นักเรียนจึงมองภาพไม่ออก ทางโรงเรียนจึงประกาศหาบริษัทจัดทำอุปกรณ์การเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมซึ่งมีขนาดไม่เกิน 30×30 เซนติเมตร โดยคำนึงถึงวัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นหากนักเรียนเป็นบริษัทที่ต้องการจัดทำอุปกรณ์การเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมเพื่อเสนอขาย นักเรียนจะออกแบบอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียม	1. เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ 2. ปิโตรเลียม 3. แหล่งกักเก็บปิโตรเลียม 4. ลักษณะของหินต้นกำเนิดและหินกักเก็บปิโตรเลียม 5. สมบัติของวัสดุจากธรรมชาติ	1. กระบวนการในการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมมาสร้างแบบจำลอง 2. แบบจำลองการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม*	1. อัตราส่วนในการกำหนดปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ตามพื้นที่ที่กำหนด 2. การบวก ลบ คูณ หารจำนวนจริง	4

ตาราง 6 (ต่อ) แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสถานการณ์/ปัญหา ตามการจัด
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผน ที่	สถานการณ์/ปัญหา	เนื้อหา				จำนวน ชั่วโมง
		วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
2	บริษัทเอกชนแห่งหนึ่งทำการสำรวจแหล่ง ปิโตรเลียมและค้นพบว่าบริเวณนั้นมีปิโตรเลียม อยู่จริง ผู้ประกอบการจึงทำการประกาศหา ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบอุปกรณ์การผลิตหรือ ชุดเจาะปิโตรเลียม โดยจะต้องคำนึงถึงขนาด ของพื้นที่ที่กำหนดให้ (1,600 ตารางเมตร) และ ความเหมาะสมวัสดุที่ใช้ ดังนั้นหากนักเรียนเป็น วิศวกรที่ต้องการได้งานนี้นักเรียนจะออกแบบ อุปกรณ์การผลิตหรือชุดเจาะปิโตรเลียมอย่างไร	1. การสำรวจ ปิโตรเลียม 2. การผลิต ปิโตรเลียม 3. ลักษณะของ อุปกรณ์ใน การสำรวจและ การผลิต ปิโตรเลียม	1. แบบจำลอง การวางหลุมเจาะ ปิโตรเลียมและ อุปกรณ์การเจาะ ปิโตรเลียม 2. กระบวนการ เลือกใช้วัสดุใน การสร้าง แบบจำลอง	กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม*	1. อัตราส่วนเพื่อ กำหนดขนาดของ หลุมเจาะและ อุปกรณ์เจาะ น้ำมันของจริง และแบบจำลอง 2. การบวก ลบ คูณหารจำนวน จริง	4

ตาราง 6 (ต่อ) แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสถานการณ์/ปัญหา ตามการจัด
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผน ที่	สถานการณ์/ปัญหา	เนื้อหา				จำนวน ชั่วโมง
		วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
3	เมื่อเดือน ก.ค. 2556 มีเหตุการณ์น้ำมันรั่ว เกิดขึ้น สำหรับสาเหตุความผิดพลาดของ เหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลอาจเกิดจากอุปกรณ์ ชำรุด ซึ่งส่งผลกระทบต่อมาตลอดจนถึงปัจจุบัน โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการควบคุม ไปกับการกำจัดคราบน้ำมัน โดยการบอกถึง ขั้นตอนการแก้ไขให้สังคมได้รับรู้ เช่น ขั้นตอน และวิธีการป้องกันการกระจายของน้ำมัน ทิศทางการกระจายของน้ำมัน และผลกระทบที่ จะตามมา เพื่อให้ทุกฝ่ายช่วยกันเตรียมพร้อม รับมือ ซึ่งรวมถึงประชาชนที่อาจเจอผลกระทบ ด้วย แม้ล่าสุดจะมีการใช้สารเคมีให้น้ำมัน เกาะตัวจมลงสู่ท้องทะเลแล้ว แต่การใช้สารเคมี	1. คุณสมบัติและ ลักษณะสำคัญ ของน้ำมันดิบ 2. คุณสมบัติของ วัสดุจาก ธรรมชาติแต่ละ ชนิด 3. มาตรการ/วิธี ควบคุมดูแลด้าน ความปลอดภัย และการป้องกัน แก้ไขผลกระทบ ต่อสิ่งมีชีวิตและ	1. กระบวนการใน การเลือกวัสดุที่ เหมาะสมมาสร้าง แบบจำลอง 2. แบบจำลอง อุปกรณ์กำจัด คราบน้ำมัน	กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม*	การบวก ลบ คูณ หารจำนวนจริง เพื่อหาปริมาณ น้ำมันที่กำจัดได้	4

ตาราง 6 (ต่อ) แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และสถานการณ์/ปัญหา ตามการจัด
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผน ที่	สถานการณ์/ปัญหา	เนื้อหา				จำนวน ชั่วโมง
		วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
	ดังกล่าวก็อาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลด้วยเช่นกัน จึงจำเป็นอย่างมากที่หน่วยงานผู้เกี่ยวข้องต้องบอกต่อสังคมว่า ทำไมถึงเลือกใช้วิธีนี้ และมีผลอย่างไรต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพราะการใช้สารเคมีให้น้ำมันเกาะตัวกันควรใช้ในพื้นที่น้ำลึกมากๆ ไม่ใช่ในพื้นที่น้ำลึกเพียง 20 เมตร ดังนั้นหากนักเรียนเป็นนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วขึ้น นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยต้องคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก	สิ่งแวดล้อมจาก การสำรวจและ ผลิตปิโตรเลียม				

* กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของขั้นตอน กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเนื้อหาที่ใช้สอน

1.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมตรวจพิสูจน์อักษร

1.9 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 3 แผน และนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 49 คน

2. แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความหมาย ความสำคัญ คุณลักษณะ กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย และตัวอย่างข้อสอบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และกำหนดรูปแบบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการนำกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 มาใช้ในการสร้าง

2.3 วิเคราะห์ข้อสอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA 2015 ดังตาราง 7 และสร้างแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ซึ่งแบ่งตามสมรรถนะของกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 โดยแบ่งเป็นสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ

2.4 นำแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปตรวจสอบหาคุณภาพ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเป็นประโยชน์ของข้อคำถาม

2.6 นำแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้วมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และนำไปเทียบกับเกณฑ์ 0.50 ขึ้นไปจึงนำมาใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2.7 จัดพิมพ์แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบการประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA 2015

ข้อสอบ	สมรรถนะ			ความรู้วิทยาศาสตร์			บริบทของวิทยาศาสตร์					ระดับบริบท			ลักษณะข้อสอบ		
	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	สื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์	รู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์
ข้อที่ 1	✓																
ข้อที่ 2		✓			✓												
ข้อที่ 3			✓														
ข้อที่ 4																	
ข้อที่ 5		✓	✓														
ข้อที่ 6	✓																
ข้อที่ 7			✓														
ข้อที่ 8																	

ตาราง 7 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามแนวทาง PISA 2015

ข้อสอบ	สมรรถนะ			ความรู้วิทยาศาสตร์			บริบทของวิทยาศาสตร์					ระดับบริบท			ลักษณะข้อสอบ		
	การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เนื้อหา	กระบวนการ	การได้มาของความรู้	สุขภาพและโรค	ทรัพยากรธรรมชาติ	คุณภาพสิ่งแวดล้อม	อันตรายและภัยพิบัติ	โลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ส่วนตัว	ท้องถิ่น/ชาติ	โลก	เลือกตอบ	เลือกเชิงเปิด	เปิดปลาย
ข้อที่ 9		✓			✓			✓					✓				✓
ข้อที่ 10	✓			✓				✓					✓				✓
ข้อที่ 11	✓			✓				✓					✓		✓		
ข้อที่ 12	✓			✓				✓					✓			✓	
ข้อที่ 13			✓			✓		✓					✓				✓
ข้อที่ 14			✓	✓				✓					✓			✓	
ข้อที่ 15			✓	✓				✓					✓				✓
รวม	5	5	5	9	5	1	0	11	4	0	0	0	12	3	1	3	11

2. ใบกิจกรรม มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 กำหนดพฤติกรรมตามสมรรถนะของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่เกิดกับนักเรียน ระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 สร้างข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงถึงพฤติกรรมตามสมรรถนะของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้เกิดกับนักเรียน

2.4 นำใบกิจกรรมทั้ง 3 เรื่อง ได้แก่ อุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม อุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียม และอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุม ความเหมาะสมของข้อคำถาม และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

2.5 จัดพิมพ์ใบกิจกรรมทั้ง 3 เรื่อง ได้แก่ อุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม อุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียม และอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และตัวอย่างวิธีการสร้างข้อคำถามที่ใช้

3.2 กำหนดข้อคำถาม และระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3.3 สร้างแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของครู และผู้สังเกตการสอน

3.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อคำถาม และความเหมาะสมของรูปแบบการประเมิน

3.5 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พิจารณาแล้วมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.6 จัดพิมพ์แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือวิจัยทั้งหมดผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสะเต็มศึกษา และวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนปิโตรเลียมจำนวน 1 ท่าน และครุชำนาญการพิเศษที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า 20 ปี จำนวน 1 ท่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลตามระเบียบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยแบ่งออกเป็น 3 วงจร ซึ่งแต่ละวงจรมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผน 2) ปฏิบัติ 3) สังเกต และ 4) สะท้อนผล ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988: 11)

วงจรที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม

ขั้นที่ 1 วางแผน

ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้ง 3 เรื่อง ตามขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็ม และสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลอีก 3 เครื่องมือ ได้แก่ ใบกิจกรรม เรื่อง อุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน และแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแต่ละประเภท โดยก่อนเข้าขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยทำการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ และขั้นที่ 3 สังเกต

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม ตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1 เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้สังเกตการสอนจะเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และหลังจากการจัดการเรียนรู้ ครูและผู้สังเกตการสอนจะต้องเขียนแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์และประเมินผลการปฏิบัติทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของตนเอง และผู้สังเกตการสอน ทั้งในด้านที่เป็น จุดเด่น หรือเป็นจุดด้อย และสิ่งใดที่ปฏิบัติแล้วเกิดผลหรือปฏิบัติแล้วไม่เกิดผลตามที่ต้องการ เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนำไปใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ต่อไป และนำผลมาวิเคราะห์ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และวิเคราะห์ผลจากใบกิจกรรมเพื่อให้ทราบถึง พัฒนาการการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 1 และตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

วงจรที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม

ขั้นที่ 1 วางแผน

ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ตามผลการสะท้อนในวงจรที่ 1 และเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 เครื่องมือเช่นเดียวกับขั้นการวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นในวงจรที่ 1

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ และขั้นที่ 3 สังเกต

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม และเก็บรวบรวมข้อมูลเช่นเดียวกับขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน และขั้นสังเกตการณ์ในวงจรที่ 1

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์และประเมินผลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนำไปใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ต่อไป และวิเคราะห์ผลจากใบกิจกรรมเพื่อทราบถึงพัฒนาการการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 2

วงจรที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 วางแผน

ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา ตามผลการสะท้อนในวงจรที่ 2 และจัดเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 เครื่องมือเช่นเดียวกับขั้นการวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นในวงจรที่ 1

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ และขั้นที่ 3 สังเกต

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา และเก็บรวบรวมข้อมูลเช่นเดียวกับขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน และขั้นสังเกตการณ์ในวงจรที่ 1

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์และประเมินผลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง และผู้สังเกตการสอน เพื่อสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป และวิเคราะห์ผลจากใบกิจกรรมเพื่อทราบถึงพัฒนาการการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 3

หลังจากการเก็บข้อมูลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เพื่อนำผลมาวิเคราะห์การพัฒนาของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามเครื่องมือการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลตามลักษณะของข้อสอบ ซึ่งหากเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ตอบถูกได้คะแนนเต็ม ตอบผิดไม่มีคะแนน ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ตอบถูกทั้งหมดได้คะแนนเต็ม ตอบผิดไม่มีคะแนน และข้อสอบแบบเขียนตอบ ตอบถูกภายใต้เงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดได้คะแนนเต็ม ตอบผิดหรือนอกเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดไม่มีคะแนน และนำคะแนน

จากการตรวจคำตอบมาหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละสมรรถนะของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมเพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา โดยวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจคำตอบจากใบกิจกรรม แยกตามสมรรถนะที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนว่าแสดงถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะนั้นๆ ที่กำหนดได้หรือไม่ และจัดกลุ่มข้อมูลเดียวกันเข้าด้วยกัน เพื่อนำข้อมูลมาสนับสนุนการลงข้อสรุปพร้อมกับค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ พร้อมทั้งเขียนเป็นความเรียง

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการณ์สอน เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา โดยอ่านเนื้อหาจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จัดกลุ่มข้อความตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้น และวิเคราะห์แยกข้อความในแต่ละขั้นออกเป็นจุดเด่น จุดด้อย อุปสรรค/ปัญหาที่พบ แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหา และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก จากนั้นจับประเด็นสำคัญของประโยค โดยใช้วลีสั้นๆ เพื่อความเข้าใจตรงกันสำหรับผู้อ่าน และลงข้อสรุปเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดโดยเขียนเป็นความเรียง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน โดยผู้วิจัยนำเสนอผลแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นวงจร 3 วงจรปฏิบัติการซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1: เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม

ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้ง 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา วางแผน ออกแบบ และสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลอีก 3 เครื่องมือ ได้แก่ ใบกิจกรรม เรื่อง อุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการสอน และแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแต่ละประเภท นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และครูชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 ท่าน โดยผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา ทั้ง 3 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี โดยก่อนเข้าขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยทำการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ แบ่งตามสมรรถนะ สมรรถนะละ 5 ข้อ โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 1 ข้อ เลือกตอบเชิงซ้อน 3 ข้อ และเขียนตอบ 11 ข้อ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นปฏิบัติการ และขั้นสังเกต

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา

ในขั้นตอนนี้ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการเกิดปิโตรเลียมและการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมไปยังแหล่งกักเก็บเพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเกี่ยวกับวิดีโอข้างต้น พร้อมกับครูให้ความรู้เพิ่มเติม จากนั้นครูแสดงสถานการณ์ปัญหาที่ได้เตรียมไว้ คือ “โรงเรียนแห่งหนึ่งต้องการสอนนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง ปิโตรเลียมและการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียม แต่เนื่องจากเป็นสิ่งที่ไกลตัวนักเรียน นักเรียนจึงมองภาพไม่ออกทางโรงเรียนจึงประกาศจ้างหาบริษัทที่จะจัดทำอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมซึ่งมีขนาดไม่เกิน 30×30 เซนติเมตร โดยคำนึงถึงวัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม” ซึ่งหากนักเรียนเป็นบริษัทต้องจะจัดทำอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมเพื่อเสนอขาย นักเรียนจะออกแบบอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียมอย่างไรที่ทำให้บริษัทตนเองได้กำไรโดยต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์เรียนร้อยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของผู้เรียนว่า “จากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร” แล้วนักเรียนวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ว่าปัญหาหรือปัจจัยใดบ้างที่จะเอื้อต่อการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม และสุดท้ายครูสรุปเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นและกำหนดปัญหาให้นักเรียนอีกครั้งว่า “หากนักเรียนเป็นบริษัทต้องจะจัดทำอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมเพื่อเสนอขาย นักเรียนจะออกแบบอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้าย

ปีโตรเลียมอย่างไรที่ทำให้บริษัทตนเองได้กำไรโดยไม่ต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม"

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนให้ความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีความกระตือรือร้น และให้ความร่วมมือเมื่อครูถามคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

"นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจเนื้อหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ ไม่สามารถที่จะกำหนดตัวแปรที่จะศึกษาได้อย่างถูกต้อง" (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

"นักเรียนยังไม่สามารถระบุปัญหาได้ เนื่องจากไม่เข้าใจในเนื้อหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ ซึ่งคาดว่าอาจจะเกิดจากการกำหนดสถานการณ์ของครูไม่ชัดเจน ใช้ถ้อยคำยากซับซ้อน" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวจึงควรมีการปรับปรุงแก้ไขปัญหา โดยการที่ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนก่อน หรือให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลล่วงหน้าโดยการหาคำถาม และใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน เข้าใจง่ายในการกำหนดปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

"ครูควรแจ้งเนื้อหาที่จะศึกษาล่วงหน้าให้กับนักเรียน ส่งเสริมให้ค้นคว้าข้อมูลล่วงหน้าโดยการหาคำถาม ฝึกให้หาคำตอบเพื่อทบทวนความรู้เดิม" (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

"ควรหาคำถามเพื่อทบทวนความรู้ของนักเรียน และควรใช้คำที่ชัดเจน เข้าใจง่ายในการกำหนดปัญหา" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ในขั้นตอนนี้ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถเก่ง กลาง อ่อน กลุ่มละ 4-5 คน และให้นักเรียนแต่ละคนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา พร้อมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่ม หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและอธิบายถึงลักษณะของปัญหา สาเหตุของปัญหา โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบลงในใบกิจกรรม

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตีความ วิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ว่า สาเหตุของปัญหาคืออะไร มีการอภิปรายนำเสนอข้อมูลและแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง สามารถทำงานร่วมกันได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก คือ การตอบคำถาม การอภิปรายนำเสนอข้อมูล พฤติกรรมการทำงานร่วมกัน รับผิดชอบงานในหน้าที่ของตนเอง ” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์สถิติการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมว่าปัญหาคืออะไร ควรแก้ไขอย่างไร” (ผู้วิจัย วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนแสดงออกถึงความคิดเห็นของตนเอง และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

แต่พฤติกรรมดังกล่าวไม่ได้เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนทุกคนแสดงออก ยังมีนักเรียนบางคนที่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่มทำให้ไม่ทราบถึงระดับความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดให้ว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด เนื่องจากยังปรับตัวกับสมาชิกในกลุ่มไม่ได้จึงไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“ในการทำงานกลุ่ม นักเรียนบางคนไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลร่วมกันได้ข้อมูลไม่ครบถ้วน” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนบางคนยังปรับตัวเข้ากับเพื่อนไม่ได้จึงยังไม่ค่อยกล้าแสดงออก ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเนื้อหาหรือข้อมูลในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเกิดปิโตรเลียมและการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมไปยังแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม เพื่อนำมาสู่ การแก้ปัญหาหรืออุปกรณ์สถิติการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม และให้นักเรียนดำเนินการเก็บ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถกำหนดเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา และสามารถรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ ผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ แล้วนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนมีการทำงานเป็นทีมในการกำหนดเนื้อหาความรู้ที่ต้องนำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม และมีการแบ่งหน้าที่กันในการสืบค้นข้อมูล” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

แต่ระหว่างในการสืบค้นข้อมูลพบปัญหาว่า นักเรียนบางคนไม่สามารถสืบค้นข้อมูลได้ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการสืบค้น และบางกลุ่มข้อมูลที่สืบค้นมาไม่มีความหลากหลายและไม่ น่าเชื่อถือ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางคนไม่มีเครื่องมือใช้ในการสืบค้นข้อมูล ทำให้ทำงานล่าช้า ได้ข้อมูลน้อย ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ บางกลุ่มได้ข้อมูลที่ไม่หลากหลาย ขาดความน่าเชื่อถือ” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนบางกลุ่มมีโทรศัพท์เพียงเครื่องเดียว ทำให้นักเรียนทำกิจกรรมล่าช้า และได้ ข้อมูลน้อย บางกลุ่มหาข้อมูลจากแหล่งเดียว ไม่น่าเชื่อถือ ซึ่งสาเหตุอาจมาจากนักเรียนไม่ทราบว่า ต้องหาจากหลายๆ แหล่ง และครูไม่ได้แจ้งว่าต้องสืบค้นข้อมูลอย่างไร” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้

ในขั้นตอนนี้ก็นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายกันในกลุ่ม ตรวจสอบ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้าง อุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม หากไม่เพียงพอให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อมูล เพิ่มเติม

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรม มีการวิเคราะห์ แยกแยะ และแปลความหมายข้อมูล อภิปรายนำเสนอข้อมูล ลงข้อสรุปเพื่อให้ได้ ความรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“จากการสังเกตการณ์ทำกิจกรรมนักเรียนอภิปราย นำเสนอร่วมกัน ลงข้อสรุปเพื่อให้ได้ ความรู้ใหม่เกิดขึ้น นำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลที่ได้และเขียนลงในใบกิจกรรมหลังจากทำการอภิปราย ภายในกลุ่ม” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

แต่อย่างไรก็ตามในการทำกิจกรรมใ้ว่านักเรียนทุกกลุ่มจะดำเนินการสำเร็จตามเวลาที่ ครูกำหนด บางกลุ่มไม่สามารถหาข้อมูลได้ครบ เนื่องจากแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบซึ่งอย่างข้างต้นที่ กล่าวไว้ นักเรียนบางคนไม่มีเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูล นอกจากนี้ข้อมูลของบางกลุ่มที่สืบค้นมา

ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาจึงต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมจึงทำให้ใช้เวลามาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถสืบค้นข้อมูลได้ หรือหาข้อมูลได้น้อย ไม่หลากหลาย แหล่งข้อมูลขาดความน่าเชื่อถือ ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้แก้ปัญหาได้ อาจขาดความถูกต้อง สมบูรณ์ของข้อมูล ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม ส่งผลให้การแก้ปัญหา การผลิตชิ้นงานล่าช้า” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนบางกลุ่มและบางคนหาข้อมูลมาไม่ตรงประเด็น สาเหตุมาจากไม่เข้าใจว่าควรหาข้อมูลด้านไหนบ้างในเรื่องนั้นเพื่อมาสนับสนุนในการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม และยังวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลไม่ได้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมตามแนวคิดที่ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลมาก่อนหน้านี้ โดยเขียนประเด็นปัญหา การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ความรู้ เนื้อหาสาระ ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา แนวทางการสร้างแบบจำลอง การทดลองเพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมในการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม แนวทางการทดสอบ ประเมิน และแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน ผลการใช้ชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงานและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาหรืออุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียมที่เป็นไปได้ โดยต้องคำนึงถึงวัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการทดลองวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม ดังนั้นในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องทำการตรวจสอบวัสดุที่ใช้หรือเสนอวิธีการตรวจสอบการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียมหรือประเมินวิธีการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการวางแผนและออกแบบการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม ใช้ความรู้จากการประมวลความรู้และนำความรู้ในวิชาอื่นๆ เข้ามาช่วยในการออกแบบแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ มีการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลและตัดสินใจเลือกวัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล ออกแบบวางแผนผลิตชิ้นงานได้ นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าชิ้นงานแต่ละกลุ่มจะต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมแล้วยังแสดงออกถึงความคิด

สร้างสรรค์ของชิ้นงานด้วย” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดตัวแปรในการทดลองได้ สามารถวางแผน ออกแบบ และทดลองเพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาสร้างชิ้นงาน และระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างดี มีการซักถามเมื่อมีข้อสงสัยระหว่างทำการทดลอง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

แต่บางกลุ่มก็พบกับปัญหาทำให้การเลือกใช้วัสดุที่นำสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมล่าช้า เช่น การเลือกวัสดุที่ไม่เหมาะสมมาทำการทดลอง เมื่อทดลองแล้วไม่มีวัสดุใดที่สามารถนำมาใช้ได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางกลุ่มเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม ไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุมาจากนักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะของหินชนิดต่างๆ” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

“นักเรียนหาวัสดุที่มาแทนหินชนิดต่างๆ ไม่เหมาะสม ผลการทดลองจึงออกมาผิดพลาด และต้องแก้ไขใหม่ ทำให้เสียเวลาในการทดลองมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่ครูไม่เน้นย้ำหรือทบทวนเนื้อหาอีกครั้งก่อนให้นักเรียนหาวัสดุเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 18 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเริ่มสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนด โดยมีครูคอยทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติของนักเรียน หากนักเรียนพบปัญหาระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม เพื่ออธิบายถึงหลักการของการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมโดยอาศัยความรู้ที่มีมาประยุกต์ใช้ และการทำงานกลุ่ม ความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกคือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการกลุ่ม” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

“นักเรียนสร้างอุปกรณ์สาธิตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม เพื่ออธิบายถึงหลักการในการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมในแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม มีการทำงานเป็นกลุ่ม การแสดง

ความคิดเห็นระหว่างการสร้างชิ้นงาน การรับฟังผู้อื่น และรับผิดชอบในหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

แต่ในระหว่างดำเนินกิจกรรมมีการพบปัญหาที่ทำให้การสร้างชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่เวลากำหนด ซึ่งสาเหตุเกิดจากการขาดความร่วมมือและไม่รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองของสมาชิกภายในกลุ่ม นักเรียนบางคนเล่นโทรศัพท์อยู่หลังห้อง และการเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมจึงต้องเริ่มสร้างใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

"นักเรียนไม่สามารถทำชิ้นงานส่งได้ตามเวลาที่กำหนด สาเหตุน่าจะมาจากการขาดความร่วมมือและไม่รับผิดชอบต่อหน้าที่ส่วนของตนเอง การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมจึงต้องทำงานนอกเวลา" (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

"จากการสังเกตมีนักเรียนท้ายห้องไม่ให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม เพราะเล่นโทรศัพท์มือถือ และบางกลุ่มนักเรียนชายไม่ช่วยนักเรียนหญิงทำงาน ทำให้การสร้างล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบ อุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมที่สร้างขึ้น โดยการนำไปทดลองว่าอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมสามารถแสดงการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมได้ชัดเจนหรือไม่ และนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมที่สร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์ตามที่ครูกำหนดให้ หลังจากนั้นเมื่อทำการทดสอบ และประเมินผลที่เกิดขึ้น หากพบว่าอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมมันยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมของตนเองให้ดีขึ้น

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมสามารถทำการทดสอบ ประเมิน วิเคราะห์ ลงข้อสรุปและปรับปรุงอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในการเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

"นักเรียนมีการประเมินชิ้นงาน และแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน มีทักษะการออกแบบตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายและลงข้อสรุปจากการทดสอบ" (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

“นักเรียนมีการเสนอวิธีการทดสอบอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียม ประเมิน และปรับปรุงชิ้นงานเมื่อพบปัญหา วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปจากการทดสอบ มีการรับฟังข้อคิดเห็นจากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อใช้ในการปรับปรุงชิ้นงาน ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

นอกจากนี้ยังพบว่า ในการสร้างชิ้นงานบางกลุ่มปรับปรุงชิ้นงานไม่สำเร็จ เนื่องจากในการทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงชิ้นงานต้องใช้เวลาพอสมควร แต่เวลาค่อนข้างจำกัดจึงปรับปรุงชิ้นงานไม่ครบถ้วนตามปัญหาที่พบ และในการทดสอบและประเมินครูไม่ได้กำหนดประเด็นที่ชัดเจน ทำให้ชิ้นงานของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันมาก และขั้นตอนมีความซับซ้อนทำให้นักเรียนสับสน ส่งผลให้ไม่เข้าใจว่าต้องทำอะไรก่อน-หลัง สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“ในการทดสอบ ทดลอง ปรับปรุงชิ้นงานต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร แต่เวลาค่อนข้างจำกัดซึ่งทำให้มีเวลาในการปรับปรุงได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

“ในการทดสอบและประเมิน ครูไม่ได้กำหนดตัวแปรที่ชัดเจนจึงทำให้แต่ละกลุ่มมีเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ชิ้นงานที่ได้จึงแตกต่างกันเกินไป” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

ขั้นที่ 8 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมที่ใช้ในการสาริตการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมจากแหล่งต่างๆ ไปยังแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมที่หน้าชั้นเรียน โดยใช้ผลการทดลองและอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียมมาเป็นหลักฐานในการอธิบายเหตุผลการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหลักการการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมจากแหล่งต่างๆ ไปยังแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม ที่มีหินกักเก็บปิโตรเลียมและหินปิดกั้นปิโตรเลียมอยู่ แนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้จากอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียม และแนวทางการสร้างอุปกรณ์สาริตการเคลื่อนย้ายปิโตรเลียมที่ใช้วัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากผลการดำเนินการผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลโดยใช้หลักฐานจากการทดลองมาสนับสนุนในการสร้างชิ้นงาน โดยนำเสนอในประเด็นที่ครูกำหนด เช่น แนวทางการสร้าง วิธีการทดสอบ วิธีการประเมิน และการปรับปรุงชิ้นงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนสามารถนำเสนอชิ้นงานได้โดยอาศัยข้อมูลการสืบค้น การทดลอง และนำเสนอในประเด็นที่ครูกำหนดให้ได้” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

“นักเรียนมีการนำเสนอชิ้นงานตามประเด็นที่ครูกำหนด โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองมาสนับสนุนการสร้างชิ้นงานของตน ซึ่งในการนำเสนอให้นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจดี แต่บางคนไม่สนใจคุยกันทำให้ดังรบกวนระหว่างการนำเสนอ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

นอกจากนี้ในการนำเสนอชิ้นงานพบว่า ยังมีบางกลุ่มที่นำเสนอไม่ตรงประเด็นที่ครูต้องการ ซึ่งอาจเกิดจากการไม่รู้ว่าจะนำเสนอประเด็นใดบ้าง เวลาที่กำหนดมีจำกัด ตัวแทนในการนำเสนอไม่มีการเตรียมพร้อม ไม่มีข้อมูลที่เพียงพอในการนำเสนอประเด็นต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“ปัญหาจากการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนเรื่องระยะเวลาที่จำกัด ทำให้บางกลุ่มนำเสนอชิ้นงานได้โดยขาดบางประเด็น และระหว่างการนำเสนอมีบางกลุ่ม สมาชิกไม่ให้ความร่วมมือกับกิจกรรม ไม่สนใจ ส่งเสียงดัง” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

“นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอไม่ครบ สาเหตุอาจมาจากไม่เข้าใจว่าต้องนำเสนอประเด็นใดบ้าง และมาจากการที่ส่งตัวแทนในการนำเสนอชิ้นงานที่ไม่ได้เตรียมความพร้อม จึงนำเสนอแบบให้ผ่านๆ ไป” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1, วันที่ 25 มกราคม 2562)

ขั้นสะท้อนผล

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และปิโตรเลียม ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการณ์สอน หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจร
ปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1. ขั้นกำหนดปัญหา	นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	- ครูควรทบทวนความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น หรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการใช้คำถามหรือเกมที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนได้สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง - การกำหนดสถานการณ์ ควรใช้ ถ้อยคำที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน
2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายร่วมกันกับสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้ไม่ทราบถึงระดับความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดให้ ว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด เนื่องจากยังปรับตัวกับสมาชิกในกลุ่มไม่ได้จึงไม่กล้าแสดงความคิดเห็น	- ครูควรให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยหรือสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม และควรใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น
3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล	นักเรียนไม่สามารถสืบค้นข้อมูลได้เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการสืบค้น และบางกลุ่มข้อมูลที่สืบค้นมาไม่มีความหลากหลายและไม่น่าเชื่อถือ	- การกำหนดประเด็นเนื้อหาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ครูควรให้คำแนะนำ เพื่อให้ นักเรียนมีแนวทางในการสืบค้นและไม่หลุดออกจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ตาราง 8 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
		- การสืบค้นข้อมูล ครูควรแนะนำ การหาข้อมูล แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ความหลากหลายของแหล่งข้อมูล และ ควรจัดหาเครื่องมือสำรองใน การสืบค้นข้อมูลให้นักเรียน
4. ขั้นสังเคราะห์ ความรู้	ข้อมูลที่สืบค้นมาไม่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาจึงต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม จึงทำให้ใช้เวลามาก	การเลือกข้อมูลไปใช้ของนักเรียน ครู ควรมีการตั้งคำถามเพื่อสำรวจ กระบวนการตรวจสอบ และเลือกข้อมูล อย่างไร
5. ขั้นวางแผน	การเลือกวัสดุที่ไม่เหมาะสมมา ใช้ในการทดลอง เมื่อทดลองผล ที่ได้ไม่มีวัสดุใดที่สามารถ นำมาใช้ได้เลย ต้องแก้ไขใหม่ ทำให้เสียเวลาในการทดลอง มากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่ครู ไม่เน้นย้ำหรือทบทวนเนื้อหาอีก ครั้งก่อนให้นักเรียนหาวัสดุเพื่อ นำมาใช้ใน การทดลอง	ขั้นการวางแผนและออกแบบ ครูควร สอบถามถึงแนวคิดในการออกแบบ ของนักเรียนเพื่อมองถึงความเป็นไปได้ ก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ
6. ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา	การสร้างชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่ เวลากำหนด ซึ่งสาเหตุเกิดจาก การขาดความร่วมมือและไม่ รับผิดชอบหน้าที่ของตนเองของ สมาชิก	- การสร้างชิ้นงานครูควรคอยให้ ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนนักเรียนเมื่อนักเรียนมีข้อ สงสัย - ครูควรสังเกตและประเมิน

ตาราง 8 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
	ภายในกลุ่ม และการเลือกใช้วัสดุ ที่ไม่เหมาะสมจึงต้องเริ่มสร้างใหม่	การทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ในการทำงานกลุ่ม การ แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ มีการประเมิน ระยะเวลาในการทำงาน เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงระยะเวลา
7. ขั้นทดสอบ ประเมิน และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	การสร้างชิ้นงานบางกลุ่มปรับปรุง ชิ้นงานไม่สำเร็จ เนื่องจากในการ ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุง ชิ้นงานต้องใช้เวลาพอสมควร เวลามีจำกัดจึงปรับปรุงชิ้นงานไม่ ครบถ้วนตามปัญหาที่พบ และใน การทดสอบและประเมินครูไม่ได้ กำหนดประเด็นที่ชัดเจน ทำให้ ชิ้นงานของแต่ละกลุ่มมีความ แตกต่างกันมาก และขั้นตอนมี ความซับซ้อน ส่งผลให้ไม่เข้าใจว่า ต้องทำอะไรก่อน - หลัง	- ก่อนจัดกิจกรรมครูควรมีการ ทดสอบเวลาก่อนทำการสอน เพื่อจะ ได้กำหนดเวลาที่เหมาะสม - ครูควรมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ใน การประเมินชิ้นงานให้ชัดเจน และ แจ้งให้นักเรียนทราบก่อน
8. ขั้นนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	นักเรียนนำเสนอไม่ตรงประเด็นที่ ครูต้องการ ซึ่งอาจเกิดจากการไม่ รู้ว่าต้องนำเสนอประเด็นใดบ้าง เวลาที่กำหนดมีจำกัด ตัวแทนใน การนำเสนอไม่มีการเตรียมพร้อม ไม่มีข้อมูลที่เพียงพอในการ นำเสนอประเด็นต่างๆ	- ก่อนการนำเสนอชิ้นงาน ครูควร ทบทวนประเด็นที่จะให้นักเรียน นำเสนอ - หากเวลาไม่เพียงพอ ให้นักเรียน นำเสนอและให้ข้อเสนอแนะนอกเวลา เรียนผ่านสื่อโซเชียล เช่น กลุ่มเฟสบุ๊ค

วงจรปฏิบัติการที่ 2: การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม

ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ตามปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่ ทบทวนความรู้ของนักเรียนเบื้องต้น หรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม กำหนดสถานการณ์โดยใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยหรือสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม และใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น ครูให้แนะนำการหาข้อมูล แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือถึงความหลากหลายของแหล่งข้อมูล และจัดหาเครื่องมือสำรองในการสืบค้นข้อมูลให้นักเรียน มีสังเกตและประเมินการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินชิ้นงานให้ชัดเจน และแจ้งให้นักเรียนทราบก่อน ทบทวนประเด็นที่จะให้นักเรียนนำเสนอ ให้นักเรียนนำเสนอและให้ข้อเสนอแนะนอกเวลาเรียนผ่านสื่อโซเชียล เช่น กลุ่มเฟสบุ๊ค

ชั้นปฏิบัติการ และสังเกต

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา

ผู้วิจัยทำการปรับสถานการณ์ให้มีความเข้าใจมากขึ้น โดยเริ่มจากการให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับการขุดเจาะปิโตรเลียม และแสดงสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมที่ได้เตรียมไว้ คือ “หลังจากการมีการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและค้นพบว่ามียปิโตรเลียมในบริเวณแห่งหนึ่ง พบว่ามีปิโตรเลียมอยู่จริง ผู้ประกอบการจึงทำการประกาศหาผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบการวางหลุมผลิตและอุปกรณ์การผลิตหรือขุดเจาะปิโตรเลียม โดยจะต้องคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร ที่กำหนดให้ทำการขุดเจาะ” ดังนั้นหากนักเรียนต้องการงานจากผู้ประกอบการรายนี้ นักเรียนจะออกแบบการวางหลุมผลิตและอุปกรณ์การผลิตหรือขุดเจาะปิโตรเลียมอย่างไร ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่กำหนดให้ ซึ่งวิดีโอและสถานการณ์ปัญหาที่ให้ผู้เรียนสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“ครูมีการสร้างความสนใจให้นักเรียน โดยการพิจารณาข้อมูลจากวิดีโอเกี่ยวกับการสำรวจ ขุดเจาะ และการผลิตปิโตรเลียม มีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนจากการศึกษาข้อมูลในวิดีโอเพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

และผู้วิจัยพบว่ายังคงมีนักเรียนบางส่วนไม่ตอบคำถาม ซึ่งสาเหตุอาจจะเกิดจากไม่กล้าแสดงออก หรือนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้จริงๆ ว่าปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูถามคืออะไร

ไม่เข้าใจว่าครูต้องการอะไร เพราะสถานการณ์ไม่ชัดเจน ไม่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางส่วนยังไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้าซักถาม ตอบปัญหา ทำให้ไม่เข้าใจว่า สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้นั้นครูต้องการอะไร” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนบางส่วนไม่ตอบคำถาม อาจเกิดจากสถานการณ์ไม่ชัดเจน ไม่ดึงดูดนักเรียน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรมโดยเข้าไปตรวจสอบความเข้าใจปัญหาของนักเรียน มีส่วนร่วม ให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ นักเรียนมีทิศทางหรือความเข้าใจที่ไปในแนวเดียวกันว่า สาเหตุของ ปัญหาคืออะไร มีตัวแปรใดบ้างที่จะต้องศึกษาเพื่อนำไปแก้ไขปัญหา ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถ แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการอภิปราย อธิบายสาเหตุของปัญหา มีการเสนอ สมมติฐานเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์และ วิชาอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายซักถาม ทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน ปฏิบัติงานภายในกลุ่มได้ดี” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการเสนอสมมติฐาน เกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้โดยอาศัยหลักการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ ความรู้ด้านอื่นๆ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการอภิปราย สาเหตุอาจมา จากเป็นคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือไม่อยากแสดงความคิดเห็น และบางคนเล่นโทรศัพท์ทำ ให้การอภิปรายดำเนินไปด้วยความไม่ราบรื่น เพราะคนอื่นๆ ต้องรอและอธิบายซ้ำ ทำให้เสียเวลา การอภิปรายจึงไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“เวลาในการทำกิจกรรมจำกัด และนักเรียนบางคนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการอภิปราย ซักถาม” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนบางคนไม่แสดงความคิดเห็น ไม่ให้ความร่วมมือในการอภิปราย บางคนนำโทรศัพท์ขึ้นมาเล่น ทำให้การอภิปรายดำเนินไปด้วยความไม่ราบรื่น เพราะคนอื่นๆ ต้องรอและอธิบายซ้ำเมื่อสมาชิกในกลุ่มเข้าใจไม่ตรงกัน ทำให้เสียเวลา” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเตรียมเครื่องมือในการสืบค้นให้นักเรียนเพื่อลดปัญหาความล่าช้าในการสืบค้น และให้นักเรียนกำหนดเนื้อหาหรือข้อมูลในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวางแผนผลิตและอุปกรณ์การผลิตหรือชุดเจาะปิโตรเลียม เพื่อนำมาสู่การแก้ปัญหาหรือการออกแบบการวางแผนผลิตและอุปกรณ์การผลิตหรือชุดเจาะปิโตรเลียม พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีการแบ่งหน้าที่ในการสืบค้น สมาชิกมีความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย สืบค้นจากสื่อที่หลากหลายมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าข้อมูล มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง นักเรียนบางคนได้ช่วยเหลือเพื่อนและให้คำแนะนำในการสืบค้นของเพื่อนด้วย มีการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดข้อมูลที่จะใช้ในการแก้ปัญหา มีความสนใจและกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนบางกลุ่มหาข้อมูลไม่ทันในเวลาที่กำหนด เนื่องจากแหล่งข้อมูลไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน แม้จะมีคอมพิวเตอร์เสริมให้แล้วก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนต้องรอกันเพื่อให้เพื่อนอีกคนหาข้อมูลให้เรียบร้อยก่อน ซึ่งทำให้เสียเวลา ทำให้หาข้อมูลได้ไม่ครบในบางประเด็น” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้

ผู้วิจัยมีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนก่อนถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้ และดำเนินตามกิจกรรมที่เตรียมไว้ โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามา

อภิปรายกันในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์การผลิตหรือชุดเจาะปิโตรเลียม ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ ข้อมูลที่ได้มา สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปราย ชักถาม ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลได้ สามารถอธิบายหลักการทำงานของเครื่องชุดเจาะปิโตรเลียมได้” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนให้ความร่วมมือในการอภิปราย สังเคราะห์ข้อมูล มีการแสดงออกถึงความคิดเกี่ยวกับความรู้ที่นำมาอธิบายหลักการทำงานของเครื่องชุดเจาะน้ำมัน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

และพบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงทำให้ใช้ระยะเวลาเกินที่กำหนด เนื่องจากหาข้อมูลเกินความจำเป็น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“บางกลุ่มหาข้อมูลได้ไม่ถูกต้อง สมบูรณ์ โดยให้ใช้เวลาเพิ่มแต่ก็ยังไม่สามารถได้ข้อมูลเพียงพอ” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนไม่มีทักษะในการสังเคราะห์ข้อมูล จึงทำให้ได้ข้อมูลเกินความจำเป็นแต่ใช้เวลาเกินกำหนด” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้สอบถามถึงแนวคิดในการออกแบบของนักเรียนเพื่อมองถึงความเป็นไปได้ก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ และวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนก่อนโดยใช้การตั้งคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเพื่อเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ซึ่งเมื่อจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีการวางแผนออกแบบอุปกรณ์การชุดเจาะปิโตรเลียม ทดสอบหาวัสดุที่เหมาะสมและปลอดภัย และตัดสินใจเลือกวัสดุมาใช้ในการสร้างโดยอาศัยความรู้ด้านต่างๆ และหลักฐานจากการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีความตั้งใจในการร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่ม มีการร่วมกันออกแบบ วางแผนการสร้างแบบจำลอง ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร สรุปผลการทดลอง และนำเสนอได้” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนมีการระดมความคิดในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา วางแผนสร้างแบบจำลอง มีการตั้งสมมติฐานความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุเพื่อสร้างชิ้นงาน สามารถสรุปผลการทดลองและ

นำเสนอในรูปแบบของตารางหรือรูปแบบอื่นๆ ได้" (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่นอกจากนี้ยังพบว่า ชิ้นงานของนักเรียนส่วนใหญ่จะออกมาในรูปแบบคล้ายกัน ซึ่งคาดการณ์ว่าสาเหตุมาจากการที่ครูให้นักเรียนดูแบบ/ตัวอย่างในการสร้าง ทำให้นักเรียนยึดแบบนั้นเป็นหลัก สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางกลุ่มเมื่อครูให้ตัวอย่างในการสร้างชิ้นงาน นักเรียนจะทำตามแบบไม่ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ชิ้นงานที่ได้ไม่มีความหลากหลาย” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยปรับกิจกรรมโดยให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนนักเรียน เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย สังเกตและประเมินการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน และแจ้งเกณฑ์ในการทำงานกลุ่ม การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ ประเมินระยะเวลาในการทำงาน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงระยะเวลาที่กำหนด โดยในขั้นนี้นักเรียนจะต้องลงมือสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียม ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการสร้างชิ้นงาน มีการทำงานเป็นทีมภายใต้เป้าหมาย และหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย มีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความตั้งใจและสนใจเรียนดี เนื่องจากจะต้องสร้างชิ้นงานที่ต้องใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ และยังทำให้รู้สึกท้าทายความสามารถ มีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เผชิญกับสถานการณ์ตอนนั้น มีการทำงานเป็นทีม” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ในระหว่างสร้างชิ้นงานยังพบว่า นักเรียนบางกลุ่มสร้างชิ้นงานไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเตรียมอุปกรณ์ในการสร้างมาไม่ครบ และสมาชิกภายในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“มีบางกลุ่มไม่พร้อม เตรียมอุปกรณ์ไม่ครบ ชิ้นงานจึงมาสมบูรณ์เท่าที่ควร บางกลุ่มถ้าไม่คอยกระตุ้นจะไม่ทำงาน นั่งเฉย และทำให้ชิ้นงานไม่สำเร็จ” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนทำงาน แม้จะถูกกำหนดหน้าที่ไว้แล้ว ทำให้การสร้างชิ้นงานล่าช้า และไม่สำเร็จตามที่กำหนดไว้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้ทดสอบกิจกรรมก่อนทำการสอน เพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสม กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินชิ้นงาน และแจ้งให้นักเรียนทราบก่อน เพื่อจะได้นำผลจากการทดสอบและประเมินไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานต่อไปให้ตรงตามวัตถุประสงค์ตามที่กำหนด จากการดำเนินการพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือ และสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถเคลื่อนไหวได้ สามารถทดสอบ ประเมิน และนำผลที่ได้มาปรับปรุง สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือดี ตั้งใจทำกิจกรรม มีการทำงานร่วมกันเป็นทีมช่วยเหลือกันดี” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือ และสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถเคลื่อนไหวได้ นักเรียนประเมินชิ้นงานโดยอาศัยหลักฐานจากการทดสอบ ดีความ และลงข้อสรุปเพื่อนำมาปรับปรุงชิ้นงาน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

และยังพบว่า นักเรียนทดสอบไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ในการสร้างชิ้นงาน คือ ขั้นนี้ต้องทดสอบความสามารถของแบบจำลองและขนาดที่ได้กำหนด แต่นักเรียนบางกลุ่มยังทดสอบวัสดุที่ใช้ในการสร้าง ซึ่งอยู่ขั้นก่อนหน้านี้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนทำการทดสอบไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เพราะขั้นนี้เน้นการทดสอบลักษณะรูปแบบแบบจำลองที่เหมาะสม ไม่ใช่ทดสอบวัสดุที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ก่อนที่นักเรียนจะทำการนำเสนอชิ้นงาน ผู้วิจัยทบทวนประเด็นที่จะให้นักเรียนนำเสนอเพิ่มเติมเกณฑ์ด้านการนำเสนอ และนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง โดยถ่ายเป็นวิดีโอและโพสต์ลงในกลุ่มเฟซบุ๊ก ซึ่งจากการดำเนินการพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความกล้าแสดงออกในการนำเสนอชิ้นงาน และนำเสนอในประเด็นที่กำหนดไว้ได้ โดยสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงออกในการนำเสนอ แต่นักเรียนบางคนยังไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการนำเสนอ และการนำเสนอเป็นไปตามประเด็นที่กำหนดให้” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่นำเสนอตามประเด็นที่กำหนดให้ มีการใช้สถานที่แปลกใหม่สร้างความสนใจสำหรับเพื่อนในชั้นเรียน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่นอกจากนี้ยังพบปัญหาคือ เนื่องจากการนำเสนอผ่านทางวิดีโอ นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการนำเสนอ และบางกลุ่มไม่มีการสาธิตการทำงานของชิ้นงาน ทำให้เพื่อนที่เข้ามาเข้าชมไม่เห็นการทำงานของชิ้นงาน และขาดการซักถามแลกเปลี่ยนร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“สมาชิกบางคนไม่มีส่วนร่วมในการนำเสนอ ไม่มีการแสดงความคิดเห็น ขาดการซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในชั้นเรียน” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนไม่สาธิตการใช้งานของแบบจำลองอุปกรณ์การชุดเจาะปิโตรเลียม ไม่แสดงความคิดเห็นและตัดสินใจเลือกกลุ่มที่สร้างชิ้นงานออกมาได้ดีที่สุด” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2, วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นสะท้อนผล

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการณ์สอน หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจร
ปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1. ขั้นกำหนดปัญหา	นักเรียนบางส่วนไม่ตอบคำถาม ซึ่ง สาเหตุอาจจะเกิดจากไม่กล้า แสดงออก หรือนักเรียนไม่สามารถ ตอบคำถามได้จริงๆ ว่าปัญหาจาก สถานการณ์ที่ครูถามคืออะไร ไม่ เข้าใจว่าครูต้องการอะไร เพราะ สถานการณ์ไม่ชัดเจน ไม่ดึงดูด ความสนใจของนักเรียน	- ครูควรทบทวนความรู้ของนักเรียน เบื้องต้น หรือตรวจสอบความเข้าใจ ของนักเรียนโดยการใช้คำถามหรือ เกมที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนได้สามารถระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้อย่าง ถูกต้อง - สถานการณ์ที่ใช้ควรเป็นสิ่งใกล้ตัว นักเรียนหรือเป็นการสมมติให้ นักเรียนสวมบทบาทนั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนรู้สึกเข้าถึง ทำท่าย และเห็น ความสำคัญของสถานการณ์ปัญหานั้น นั้น และสถานการณ์ต้องสามารถ บูรณาการความรู้ต่างๆ ได้
2. ขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา	นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือ ในการอภิปราย สาเหตุอาจมาจาก ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือไม่ อยากแสดงความคิดเห็น และบาง คนเล่นโทรศัพท์ ทำให้การอภิปราย ดำเนินไปด้วยความไม่ราบรื่น เพราะสมาชิกคนอื่นๆ ต้องรอและ อธิบายซ้ำ ทำให้เสียเวลา การอภิปรายจึงไม่สมบูรณ์	- การอภิปรายครูควรเข้าไปมีส่วนร่วม ร่วมหรือให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ให้นักเรียนมีทิศทางหรือ ความเข้าใจที่ไปในแนวเดียวกัน

ตาราง 9 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
3. ขั้นตอนการ ศึกษาค้นคว้าและ รวบรวมข้อมูล	นักเรียนหาข้อมูลไม่ทันในเวลาที่ กำหนด เนื่องจากแหล่งข้อมูลไม่ เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน แม้จะมี คอมพิวเตอร์เสริมให้แล้วก็ตาม	- การสืบค้นข้อมูล ครูควรแนะนำ การหาข้อมูล แหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ ความหลากหลายของ แหล่งข้อมูล และควรจัดหา เครื่องมือสำรองในการสืบค้นข้อมูล ให้นักเรียน - ครูควรให้นักเรียนสืบค้นล่วงหน้า มาก่อน หรือครูหาข้อมูลมาให้ นักเรียนในส่วนที่ทุกกลุ่มจะต้องมี เหมือนกัน
4. ขั้นสังเคราะห์ ความรู้	นักเรียนไม่มีทักษะในการวิเคราะห์ ข้อมูลจึงทำให้ใช้ระยะเวลาเกินที่ กำหนด เนื่องจากหาข้อมูลเกิน ความจำเป็น	- การสังเคราะห์ข้อมูล ครูควร อภิปรายร่วมกับนักเรียนก่อนถึง ประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและ เชื่อมโยงกับปัญหา เพื่อให้นักเรียน เห็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะข้อมูลที่ สามารถนำมาใช้ได้
5. ขั้นวางแผน	ชิ้นงานของนักเรียนมีรูปแบบ คล้ายกัน ซึ่งคาดการณ์ว่าสาเหตุมา จากการที่ครูให้นักเรียนดูแบบ/ ตัวอย่างในการสร้าง ทำให้นักเรียน ยึดแบบนั้นเป็นหลัก	- การสร้างชิ้นงาน ครูควรกระตุ้นให้ นักเรียนสร้างชิ้นงานที่หลากหลาย และควรบอกเกณฑ์การประเมินที่ ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งมั่น สร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน
6. ขั้นตอนการ แก้ปัญหา	นักเรียนสร้างชิ้นงานไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเตรียมอุปกรณ์ในการสร้าง	- การเตรียมอุปกรณ์ในการสร้าง ชิ้นงาน ครูควรแจ้งให้นักเรียนแต่ละ

ตาราง 9 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
	มาไม่ครบ และสมาชิกภายในกลุ่ม ไม่ให้ความร่วมมือ	กลุ่มเตรียมอุปกรณ์สำรองมาเสมอ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจาก การสร้างชิ้นงาน - การสร้างชิ้นงานหากเวลาไม่ เพียงพอ ควรมีการยืดหยุ่นให้ เหมาะสม
7. ขั้นทดสอบ ประเมิน และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	นักเรียนทดสอบไม่ตรงตาม วัตถุประสงค์ในการสร้างชิ้นงาน คือ ขั้นนี้ต้องทดสอบความสามารถของ แบบจำลองและขนาดที่ได้กำหนด แต่นักเรียนบางกลุ่มยังทดสอบวัสดุ ที่ใช้ในการสร้าง	- การทดสอบชิ้นงาน ครูควร ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการ ทดสอบชิ้นงานก่อน เพื่อให้ให้นักเรียน ทดสอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ กำหนด
8. ขั้นนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	การนำเสนอผ่านทางวิดีโอ นักเรียน บางคนไม่มีส่วนร่วมในการนำเสนอ และบางกลุ่มไม่มีการสาธิต การทำงานของชิ้นงาน ทำให้เพื่อนที่ เข้ามารับชมไม่เห็นการทำงานของ ชิ้นงาน และขาดการซักถาม แลกเปลี่ยนร่วมกัน	- ควรเพิ่มเกณฑ์ด้านการนำเสนอ โดยต้องกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ฟัง ที่ดี มีส่วนร่วมในการนำเสนอ กำหนดให้มีการอภิปรายซักถาม เพิ่ม - หากนำเสนอชิ้นงานผ่านวิดีโอ ครูควรแจ้งให้นักเรียนทำการสาธิต การใช้งานหรือการทำงานของ ชิ้นงานนั้นๆ ให้ชัดเจน เพื่อสะดวก ต่อการประเมินชิ้นงาน

วงจรปฏิบัติการที่ 3: แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา

ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา ตามปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่ ทบทวนความรู้ของนักเรียนเบื้องต้นโดยใช้คำถาม ใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนและสมมติให้นักเรียนสวมบทบาทนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนรู้สึกเข้าถึง ทำทนาย และเห็นความสำคัญของสถานการณ์ปัญหานั้น และสถานการณ์ต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ เข้าไปมีส่วนร่วมหรือให้คำแนะนำช่วยเหลือในการอภิปรายของนักเรียน จัดหาเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูลให้นักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่หลากหลาย แจ้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์ให้พอต่อการทดสอบ มีตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบชิ้นงานก่อน เพิ่มเกณฑ์ด้านการนำเสนอ โดยกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ฟังที่ดี มีส่วนร่วมในการนำเสนอ และการอภิปรายซักถามเพิ่มเติม ให้นักเรียนนำเสนอผ่านวิดีโอและทำการสาธิตการใช้งานหรือการทำงานของชิ้นงานนั้นๆ ให้ชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการประเมินชิ้นงาน

ชั้นปฏิบัติการ และสังเกต

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา

ครูปรับสถานการณ์ให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างปัญหากับตัวนักเรียน และสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ที่เกาะเสม็ด และวิดีโอเกี่ยวกับวิธีการกำจัดคราบน้ำมันเพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน และแสดงสถานการณ์ปัญหาที่เกิดจากการรั่วของน้ำมัน “น้ำมันถือเป็นปิโตรเลียมที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการคมนาคม แต่เมื่อเดือน ก.ค. 2556 มีเหตุการณ์น้ำมันรั่วเกิดขึ้น สำหรับสาเหตุความผิดพลาดของเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลอาจเกิดจากอุปกรณ์ชำรุดซึ่งส่งผลกระทบมาตลอดจนถึงปัจจุบัน โดยนักวิชาการทรัพยากรทางทะเลเปิดเผยว่า สิ่งทีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการควบคู่ไปกับการกำจัดคราบน้ำมัน โดยการบอกถึงขั้นตอนการแก้ไขให้สังคมได้รับรู้ เช่น ขั้นตอนและวิธีการป้องกันการกระจายของน้ำมัน ทิศทางการกระจายของน้ำมัน และผลกระทบที่จะตามมา เพื่อให้ทุกฝ่ายช่วยกันเตรียมพร้อมรับมือ ซึ่งรวมถึงประชาชนที่อาจเจอผลกระทบด้วย แม้ล่าสุดจะมีการใช้สารเคมีเพื่อให้น้ำมันเกาะตัวจมลงสู่ท้องทะเลแล้ว แต่การใช้สารเคมีดังกล่าวก็อาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลด้วยเช่นกัน

จึงจำเป็นอย่างมากที่หน่วยงานผู้เกี่ยวข้องต้องบอกต่อสังคมว่า ทำไมถึงเลือกใช้วิธีนี้ และมีผลอย่างไรต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพราะการใช้สารเคมีให้น้ำมันเกาะตัวกันควรใช้ในพื้นที่น้ำลึกมากๆ ไม่ใช่ในพื้นที่น้ำลึกเพียง 20 เมตร ควรคิดค้นอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมหรือไม่” ดังนั้นหากนักเรียนเป็นนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยต้องคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก และให้นักเรียนตีความจากสถานการณ์ว่าปัญหาคืออะไร โดยจากการดำเนินการพบว่า นักเรียนมีความสนใจ สามารถแปลความหมาย วิเคราะห์สถานการณ์ได้ว่าปัญหาคืออะไร ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนให้ความสนใจกับวิดีโอที่ให้อีกมาก นักเรียนสามารถแปลความหมายและวิเคราะห์สถานการณ์ได้ว่า ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร ปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนให้ความสนใจกับวิดีโอที่แสดงให้เห็นถึงจำนวนคราบน้ำมันที่เต็มชายหาด และวิธีการกำจัดคราบน้ำมันด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้เส้นผม ซึ่งสร้างความท้าทายให้กับการคิดสร้างชิ้นงานมาแก้ปัญหามากขึ้น” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหา คือ ยังมีนักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ไม่วิเคราะห์และแปลความหมายจากสถานการณ์ ซึ่งอาจเกิดจากสถานการณ์ที่ครูให้ไกลตัวเกินไป นักเรียนมองไม่เห็นภาพ หรือคำถามที่ครูตั้งไม่ชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางส่วนยังไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม ไม่วิเคราะห์และตีความสถานการณ์ ซึ่งอาจเกิดจากคำถามที่ครูตั้งไม่ชัดเจน” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ในการอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยมีกำหนดให้นักเรียนทุกคนมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง เช่น หัวหน้ากลุ่มมีหน้าที่ในการดำเนินการอภิปรายและตั้งกติกา เลขานุการมีหน้าที่จดบันทึกข้อมูลจากการอภิปราย เป็นต้น โดยจากการดำเนินการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหา และร่วมกันระบุปัญหา มีการแบ่งหน้าที่กันในการอภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันดี สามารถระบุปัญหาร่วมกันได้ ใช้ความรู้มาอธิบายเหตุผลการอภิปรายของตนเอง มีการจดบันทึกการอภิปราย” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนกันอย่างเป็นระบบ มีผู้นำในการอภิปราย และจดบันทึกผลการอภิปราย” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหา คือ แม้จะมีการกำหนดหน้าที่ในการอภิปรายของแต่ละคน ก็ยังมีบางกลุ่มยึดความคิดเห็นของคนที่เก่งที่สุดในกลุ่ม บางคนก็ไม่แสดงความคิดเห็นเลย และบางกลุ่มยังมีการเล่นกันระหว่างการอภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางกลุ่มสมาชิกไม่ให้ความร่วมมือ และเล่นกันระหว่างทำกิจกรรม” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนบางคนไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับ เช่น สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องแสดงความคิดเห็นของตน โดยมีหัวหน้าเป็นผู้ดำเนินการอภิปราย และเลขานุการเป็นผู้จดบันทึก” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เพิ่มเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูล และแนะนำการสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเนื้อหาหรือข้อมูล เก็บรวบรวมในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การกำจัดคราบน้ำมัน เพื่อนำมาสู่การแก้ปัญหาหรืออุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน โดยจากการ ดำเนินการ พบว่า นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน และตั้งใจในการรวบรวมข้อมูล ซึ่ง สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการระดมความคิด และมีการวางแผนแบ่งหน้าที่การทำงาน การสืบค้นข้อมูล กันอย่างชัดเจน” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้

ผู้วิจัยมีการตั้งคำถามเพื่อสำรวจว่านักเรียนมีการตรวจสอบ และเลือกข้อมูลอย่างไร ให้แนวทางในการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน เพื่อให้นักเรียน มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของเนื้อหา หลักการที่จะนำมาสร้างชิ้นงาน และกำหนดให้สมาชิกทุกคน ในกลุ่มมีส่วนร่วม โดยจากการดำเนินการ พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการร่วมกันวิเคราะห์

ข้อมูลที่ได้มา มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนความคิดเห็นของตน ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือดีในการอภิปราย สังเคราะห์ข้อมูล วางแผนหาข้อมูลเพิ่มเติมจากที่มีอยู่เดิม อธิบายเหตุผลให้สมาชิกในกลุ่มฟังได้อย่างมีเหตุผล” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือ มีการวางแผนการหาข้อมูลเพิ่มเติมหลังจากการสังเคราะห์ มีการอธิบายเหตุผลสนับสนุนข้อเสนองานของตน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหา คือ นักเรียนบางคนไม่ทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ไม่ช่วยสมาชิกคนอื่นๆ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนในการทำกิจกรรม ไม่ทำงานตามหน้าที่ของตนเอง” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน

ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่หลากหลาย และบอกเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งมั่น สร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งในขั้นนี้เน้นส่งเสริมสมรรถนะต่างๆ ของการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เช่น การออกแบบการทดลอง การออกแบบชิ้นงาน การตัดสินใจ เลือกวัสดุจากธรรมชาติมาสร้างชิ้นงาน โดยจากการดำเนินการ พบว่า นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบชิ้นงาน ทดลองหาวัสดุที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สรุปผลการทดลอง และนำเสนอผลการทดลองได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี มีการวางแผน ออกแบบชิ้นงาน ทดลองวัสดุอุปกรณ์และตัดสินใจเลือก โดยอาศัยผลการทดลอง” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนมีการเตรียมวัสดุจากธรรมชาติมาทดลอง เพื่อดูความสามารถในการดูดซับน้ำมัน และบางกลุ่มมีการวางแผนออกแบบที่ดี สามารถเขียนสมมติฐาน กำหนดตัวแปร สรุปผลการทดลอง และนำเสนอผลการทดลองในรูปแบบต่างๆ ได้” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหา คือ นักเรียนส่วนใหญ่มองภาพไม่ออกว่า อุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันควรเป็นอย่างไร เนื่องจากอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันที่นำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนดู นักเรียนไม่

เคยเห็นในชีวิตประจำวัน จึงยากแก่การจินตนาการสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนออกแบบชิ้นงานไม่ได้ ต้องดูตัวอย่างชิ้นงาน และต้องปรึกษาครูตลอดเวลา ซึ่งกลุ่มที่ปรึกษาครูจะได้ชิ้นงานที่สร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ปรึกษา” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่ยังมองรูปแบบที่จะสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันออกมาในรูปร่างไหน แม้จะมีวัสดุที่เหมาะสมแล้วก็ตาม” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยปรับโดยมีการแจ้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์สำรองมาเสมอ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการสร้างชิ้นงาน ยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมและเชื่อมโยงกับขั้นตอนถัดไป ซึ่งจากการดำเนินการ พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการสร้างชิ้นงาน มีการวางแผนแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจในการสร้างชิ้นงาน มีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม มีการปรับเปลี่ยนชิ้นงานตามความเหมาะสม” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนมีความตั้งใจในการสร้างชิ้นงาน มีการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เจอระหว่างการสร้างชิ้นงาน” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหาที่สืบเนื่องมาจากการออกแบบของนักเรียนที่มองภาพไม่ออกว่าควรสร้างอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันอย่างไร จึงยากแก่การสร้างชิ้นงาน ชิ้นงานที่สร้างออกมาจึงไม่ตรงกับวัตถุประสงค์มากนัก เวลาที่ใช้ในการสร้างไม่เพียงพอ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมองภาพการสร้างชิ้นงานไม่ออก มีความสับสน งานที่ออกมาไม่เหมาะสม ไม่สมบูรณ์” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนสร้างชิ้นงานไม่ค่อยได้ สืบสน เนื่องจากนักเรียนมองภาพอุปกรณ์กำจัดคราบ น้ำมันไม่ได้ เมื่อสร้างออกมาพบว่า ไม่สร้างสรรค์มากนัก และในการสร้างเวลาไม่เพียงพอ” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการทดสอบชิ้นงานก่อน เพื่อให้ทุกคนทดสอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และให้เวลานอกเหนือจากคาบเรียน เพื่อให้ นักเรียนสร้างชิ้นงานออกมาได้สมบูรณ์ที่สุด จากการดำเนินการพบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือ ตั้งใจทดสอบและพยายามแก้ไขปัญหที่พบ ประเมิน และนำผลที่ได้มาปรับปรุงได้ ซึ่งสอดคล้อง กับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี ตั้งใจทดสอบชิ้นงาน พยายามแก้ไขปัญห ที่เกิดขึ้น มีการประเมินและลงข้อสรุปร่วมกันได้” (ครูผู้สังเกตการสอน วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือ ตั้งใจทดสอบอุปกรณ์ มีการประเมิน ลงข้อสรุปและ ดีความจากการทดสอบ ปรับปรุงอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันตามการวิเคราะห์ของกลุ่ม” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหา คือ นักเรียนทดสอบไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ เนื่องจากการกำหนด ตัวแปรผิดพลาด จึงทำให้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาไม่ได้ ต้องปรับปรุงหลายจุด หรือสร้างใหม่ แต่เวลาที่มีไม่เพียงพอจึงทำให้ชิ้นงานออกมาไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่ กล่าวว่า

“นักเรียนทำการทดสอบไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ เนื่องจากการกำหนดตัวแปรไม่ถูกต้อง ได้ อุปกรณ์ที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ บางกลุ่มปรับปรุงงานไม่ได้ตามเวลาที่กำหนด เพราะต้อง ปรับปรุงชิ้นงานทั้งหมด” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ฟังที่ดี มีส่วนร่วมในการนำเสนอ กำหนดให้มีการอภิปราย ชักถามเพิ่ม และชี้แจงให้นักเรียนในชั้นนี้ นักเรียนจะต้องนำเสนออุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันของกลุ่ม ตนเอง โดยต้องเป็นไปตามหัวข้อที่ครูกำหนดไว้ข้างต้น โดยถ่ายเป็นวิดีโอและโพสต์ลงในกลุ่ม เฟสบุ๊ค ซึ่งจากการดำเนินการพบว่า นักเรียนนำเสนอในรูปแบบวิดีโอได้ชัดเจน มีการสาธิตการใช้

งานของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน นำเสนอตามประเด็นที่กำหนด มีการติดต่อและเปลี่ยนสถานที่ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“นักเรียนมีการนำเสนอในรูปแบบวิดีโอได้ชัดเจนดี โดยนำเสนอถึงการสร้าง การทดสอบ การปรับปรุงชิ้นงาน และการสาธิตการทำงานของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน มีการสร้างความสนใจของการนำเสนอโดยใช้สถานที่ต่างๆ” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอในรูปแบบวิดีโอได้อย่างชัดเจน โดยนำเสนอถึงแนวทางการสร้าง การทดสอบ การปรับปรุงชิ้นงาน และสาธิตการทำงานของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน มีการสร้างความสนใจของการนำเสนอโดยใช้การติดต่อวิดีโอให้แปลกใหม่มากขึ้น” (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

แต่ก็ยังคงพบปัญหา คือ บางกลุ่มในการสาธิตการทำงานของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน ไม่ชัดเจน มองไม่เห็นการทำงานของชิ้นงาน ทำให้มีผลต่อการประเมิน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูที่กล่าวว่า

“ในการนำเสนอผ่านวิดีโอ ต้องนำเสนอตามหัวข้อที่ครูกำหนดและสาธิตการทำงานของชิ้นงาน ซึ่งในการถ่ายวิดีโอของบางกลุ่มไม่ชัดเจนทำให้มีผลต่อการประเมิน” (ครูผู้สังเกตการสอน, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562)

ขั้นสะท้อนผล

หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของครู และผู้สังเกตการณ์สอน หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจร
ปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1. ขั้นกำหนดปัญหา	นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือ ในการทำกิจกรรม ไม่วิเคราะห์ และแปลความหมายจาก สถานการณ์ ซึ่งอาจเกิดจาก สถานการณ์ที่ครูให้ไกลตัวเกินไป	- ครูควรทบทวนความรู้ของนักเรียน เบื้องต้น หรือตรวจสอบความเข้าใจ ของนักเรียนโดยใช้คำถามหรือ เกมที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนได้สามารถระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้อย่าง ถูกต้อง
2. ขั้นทำ ความเข้าใจ ปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยึดความคิดเห็น ของคนที่เก่งที่สุดในกลุ่ม บางคนก็ ไม่แสดงความคิดเห็นเลย และ บางกลุ่มยังมีเล่นกันระหว่างการ อภิปราย	- การอภิปรายควรกำหนดให้นักเรียน ทุกคนมีบทบาท เช่น หัวหน้ากลุ่มมี หน้าที่ในการดำเนินการอภิปรายและ ตั้งกติกา เลขานุการมีหน้าที่จดบันทึก ข้อมูลจากการอภิปราย เป็นต้น - ควรจัดเวลาในการอภิปรายซักถาม ให้มีความยืดหยุ่นได้ตาม ความเหมาะสม
3. ขั้นดำเนินการ ศึกษาค้นคว้าและ รวบรวมข้อมูล	-	-
4. ขั้นสังเคราะห์ ความรู้	นักเรียนไม่ทำตามหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย ไม่ช่วยเหลือสมาชิก คนอื่นๆ	กำหนดให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วน ร่วม
5. ขั้นวางแผน	นักเรียนมองภาพอุปกรณ์การจัด คราบน้ำมันไม่ออกว่าควรเป็น อย่างไร เนื่องจากอุปกรณ์การจัด	- ก่อนให้นักเรียนทำการทดลอง ครู ควรวัดความรู้ ความเข้าใจของ นักเรียนก่อนโดยใช้การตั้งคำถาม

ตาราง 10 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
	คราบน้ำมันที่นำมาเป็นตัวอย่าง ให้นักเรียนดู นักเรียนไม่เคยเห็น ในชีวิตประจำวัน จึงยากแก่การ จินตนาการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ขึ้นมา	เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อ สงสัยเพื่อเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ ถูกต้อง
6. ขั้นตอนการ แก้ปัญหา	สืบเนื่องมาจากการออกแบบของ นักเรียนที่มองภาพชิ้นงานไม่ออก จึงยากแก่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน ชิ้นงาน ที่สร้างออกมาจึงไม่ตรงกับ วัตถุประสงค์มากนัก เวลาที่ใช้ใน การสร้างไม่เพียงพอ	- การสร้างชิ้นงานครูควรคอยให้ ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนนักเรียนเมื่อนักเรียนมี ข้อสงสัย - ครูควรสังเกตและประเมิน การทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ในการทำงานกลุ่ม การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ มี การประเมินระยะเวลาในการทำงาน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงระยะเวลา
7. ขั้นตอน ประเมิน และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	นักเรียนทดสอบไม่ตรงตาม วัตถุประสงค์ เนื่องจาก การกำหนดตัวแปรผิดพลาด จึงทำ ให้อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นแก้ปัญหา ไม่ได้ ต้องปรับปรุงหลายจุด หรือ สร้างใหม่ เวลาที่มีไม่เพียงพอจึง ทำให้ชิ้นงานออกมาไม่สมบูรณ์	- ครูควรตรวจสอบความเข้าใจของ นักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของ การทดสอบชิ้นงานก่อน เพื่อให้ นักเรียนทดสอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด - หากเวลาที่มีไม่เพียงพอ ครูควรให้ เวลานอกเหนือจากคาบเรียน เพื่อให้ นักเรียนสร้างชิ้นงานออกมาได้ สมบูรณ์ที่สุด

ตาราง 10 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
8. ชี้นำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	บางกลุ่มในการสาธิตการทำงาน ของชิ้นงานไม่ชัดเจน มองไม่เห็น การทำงานของชิ้นงาน ทำให้มีผล ต่อการประเมิน	- หากนำเสนอชิ้นงานผ่านวิดีโอ ครูควรแจ้งให้นักเรียนทำการสาธิต การใช้งานหรือการทำงานของชิ้นงาน นั้นๆ ให้ชัดเจน เพื่อสะดวกต่อ การประเมินชิ้นงาน

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้ง 3 วงจร
ปฏิบัติการ พบว่าปัญหาที่พบมีทั้งที่แตกต่างกันและคล้ายคลึงกัน และมีแนวทางแก้ไขปัญหาที่
หลากหลาย ผู้วิจัยจึงทำการสรุปปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
1. ขั้นกำหนดปัญหา	นักเรียนไม่สามารถตอบ คำถามเกี่ยวกับ สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	นักเรียนบางส่วนไม่ตอบ คำถาม ซึ่งสาเหตุอาจจะ เกิดจากไม่กล้าแสดงออก หรือนักเรียนไม่สามารถ ตอบคำถามได้จริงๆ ว่า ปัญหาจากสถานการณ์ที่ ครูถามคืออะไร ไม่เข้าใจว่า ครูต้องการอะไร เพราะ สถานการณ์ไม่ชัดเจน ไม่ ดึงดูดความสนใจของ นักเรียน	นักเรียนบางคนไม่ให้ ความร่วมมือในการทำ กิจกรรม ไม่วิเคราะห์และ แปลความหมายจาก สถานการณ์ ซึ่งอาจเกิด จากสถานการณ์ที่ครูให้ไกล ตัวเกินไป นักเรียนมองไม่ เห็นภาพ หรือคำถามที่ครู ตั้งไม่ชัดเจน	- ครูควรทบทวนความรู้ของนักเรียน เบื้องต้น หรือตรวจสอบความเข้าใจของ นักเรียนโดยการใช้คำถามหรือเกมที่ใช้ ระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้นักเรียนได้ สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครู กำหนดให้อย่างถูกต้อง - การกำหนดสถานการณ์ ควรใช้ถ้อยคำ ที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน - สถานการณ์ที่ใช้ควรเป็นสิ่งใกล้ตัว นักเรียนหรือเป็นการสมมติให้นักเรียน สวมบทบาทนั้นๆ เพื่อให้การเรียนรู้ลึก เข้าถึง ทำท่าย และเห็นความสำคัญของ สถานการณ์ปัญหานั้น และสถานการณ์ ต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
2. ขั้นทำ ความเข้าใจปัญหา	นักเรียนไม่กล้าแสดง ความคิดเห็น หรืออภิปราย ร่วมกันกับสมาชิกภายใน กลุ่ม ทำให้ไม่ทราบถึง ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับ ปัญหาที่กำหนดให้ ว่ามี ความเข้าใจมากน้อย เพียงใด เนื่องจากยัง ปรับตัวกับสมาชิกในกลุ่ม ไม่ได้จึงไม่กล้าแสดง ความคิดเห็น	นักเรียนบางคนไม่ให้ ความร่วมมือใน การอภิปราย สาเหตุอาจมา จากไม่กล้าแสดง ความคิดเห็น หรือไม่อยาก แสดงความคิดเห็น และ บางคนเล่นโทรศัพท์ ทำให้ การอภิปรายดำเนินไปด้วย ความไม่ราบรื่น เพราะ สมาชิกคนอื่นๆ ต้องรอและ อธิบายซ้ำ ทำให้เสียเวลา การอภิปรายจึงไม่สมบูรณ์	นักเรียนบางกลุ่มยึด ความคิดเห็นของคนที่เก่ง ที่สุดในกลุ่ม บางคนก็ไม่ แสดงความคิดเห็นเลย และ บางกลุ่มยังมีเล่นกัน ระหว่างการอภิปราย	- ครูควรให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคย หรือสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิก ภายในกลุ่ม และควรใช้คำถามเป็น ตัวกระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น - การอภิปรายครูควรเข้าไปมีส่วนร่วม หรือให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ นักเรียนมีทิศทางหรือความเข้าใจที่ไปใน แนวเดียวกัน - การอภิปรายควรกำหนดให้นักเรียนทุก คนมีบทบาท เช่น หัวหน้ากลุ่มมีหน้าที่ ในการดำเนินการอภิปรายและตั้งกติกา เลขานุการมีหน้าที่จดบันทึกข้อมูลจาก การอภิปราย เป็นต้น - ควรจัดเวลาในการอภิปรายซักถามให้ มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
3. ขั้นตอนการ ศึกษาค้นคว้าและ รวบรวมข้อมูล	นักเรียนไม่สามารถสืบค้น ข้อมูลได้เนื่องจากไม่มี เครื่องมือในการสืบค้น และ บางกลุ่มข้อมูลที่สืบค้นมา ไม่มีความหลากหลายและ ไม่น่าเชื่อถือ	นักเรียนหาข้อมูลไม่ทันใน เวลาที่กำหนด เนื่องจาก แหล่งข้อมูลไม่เพียงพอต่อ จำนวนนักเรียน แม้จะมี คอมพิวเตอร์เสริมให้แล้วก็ ตาม	-	- การกำหนดประเด็นเนื้อหาที่นำมาใช้ ในการแก้ปัญหา ครูควรให้คำแนะนำ เพื่อให้ นักเรียนมีแนวทางในการสืบค้น และไม่หลุดออกจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับการแก้ปัญหามากเกินไป - การสืบค้นข้อมูล ครูควรแนะนำการหา ข้อมูล แหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ ความหลากหลายของแหล่งข้อมูล และ ควรจัดหาเครื่องมือสำรองในการสืบค้น ข้อมูลให้นักเรียน - ครูควรให้นักเรียนสืบค้นล่วงหน้ามา ก่อน หรือครูหาข้อมูลมาให้นักเรียนใน ส่วนที่ทุกกลุ่มจะต้องมีเหมือนกัน

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
4. ขั้นสังเคราะห์ ความรู้	ข้อมูลที่สืบค้นมาไม่ เกี่ยวข้องกับปัญหาจึงต้อง หาข้อมูลเพิ่มเติมจึงทำให้ ใช้เวลามาก	นักเรียนไม่มีทักษะใน การวิเคราะห์ข้อมูลจึงทำให้ ใช้ระยะเวลาเกินที่กำหนด เนื่องจากหาข้อมูลเกิน ความจำเป็น	นักเรียนไม่ทำตามหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ไม่ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่นๆ	- การสังเคราะห์ข้อมูล ครูควรอภิปราย ร่วมกับนักเรียนก่อนถึงประเด็นต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับปัญหา เพื่อให้ นักเรียนเห็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แยกแยะข้อมูลที่ สามารถนำมาใช้ได้ - การเลือกข้อมูลไปใช้ของนักเรียน ครูควรมีการตั้งคำถามเพื่อสำรวจ กระบวนการตรวจสอบ และเลือกข้อมูล อย่างไร - ในการสังเคราะห์ข้อมูลต้องกำหนดให้ สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วม

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
5. ชื่นวางแผน	การเลือกวัสดุที่ไม่เหมาะสมมาใช้ในการทดลอง เมื่อทดลองผลที่ได้ไม่มีวัสดุใดที่สามารถนำมาใช้ได้เลย ต้องแก้ไขใหม่ ทำให้เสียเวลาในการทดลองมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่ครูไม่เน้นย้ำหรือทบทวนเนื้อหาอีกครั้งก่อนให้นักเรียนหาวัสดุเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง	ชิ้นงานของนักเรียนมีรูปแบบคล้ายกัน ซึ่งคาดการณ์ว่าสาเหตุมาจากการที่ครูให้นักเรียนดูแบบ/ตัวอย่างในการสร้าง ทำให้นักเรียนยึดแบบนั้นเป็นหลัก	นักเรียนมองภาพอุปกรณ์กำจัดการบ่น้ำมันไม่ออกว่าควรเป็นอย่างไร เนื่องจากอุปกรณ์กำจัดการบ่น้ำมันที่นำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนดู นักเรียนไม่เคยเห็นในชีวิตประจำวัน จึงยากแก่การจินตนาการสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา	- ชื่นการวางแผนและออกแบบ ครูควรสอบถามถึงแนวคิดในการออกแบบของนักเรียนเพื่อมองถึงความเป็นไปได้ ก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ - ก่อนให้นักเรียนทำการทดลอง ครูควรวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนก่อน โดยใช้การตั้งคำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเพื่อเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง - การสร้างชิ้นงาน ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่หลากหลาย และควรบอกเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งมั่น สร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
6. ขั้นตอนการ แก้ปัญหา	การสร้างชิ้นงานไม่เป็นไป ตามที่เวลากำหนด ซึ่ง สาเหตุเกิดจากการขาด ความร่วมมือและไม่ รับผิดชอบหน้าที่ของตนเอง ของสมาชิกภายในกลุ่ม และการเลือกใช้วัสดุที่ไม่ เหมาะสมจึงต้องเริ่ม สร้างใหม่	นักเรียนสร้างชิ้นงานไม่ สมบูรณ์ เนื่องจากเตรียม อุปกรณ์ในการสร้างมาไม่ ครบ และสมาชิกภายใน กลุ่มไม่ให้ความร่วมมือ	สืบเนื่องจาก การออกแบบของนักเรียนที่ มองภาพชิ้นงานไม่ออก จึงยากแก่การสร้างชิ้นงาน ชิ้นงานที่สร้างออกมาจึงไม่ ตรงกับวัตถุประสงค์มากนัก เวลาที่ใช้ในการสร้างไม่ เพียงพอ	- การสร้างชิ้นงานครูควรคอยให้ ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนนักเรียนเมื่อมีข้อสงสัย - ครูควรสังเกตและประเมินการทำงาน กลุ่มร่วมกันของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ใน การทำงานกลุ่ม การแบ่งหน้าที่ รับผิดชอบ มีการประเมินระยะเวลาใน การทำงาน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึง ระยะเวลาที่กำหนด - การเตรียมอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน ครูควรแจ้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียม อุปกรณ์สำรองมาเสมอ เพื่อป้องกัน การผิดพลาดจากการสร้างชิ้นงาน - การสร้างชิ้นงานหากเวลาไม่เพียงพอ ควรมีการยืดหยุ่นให้เหมาะสม

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
7. ขั้นทดสอบ ประเมิน และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	การสร้างชิ้นงานบางกลุ่ม ปรับปรุงชิ้นงานไม่สำเร็จ เนื่องจากในการทดสอบ ประเมิน และปรับปรุง ชิ้นงานต้องใช้เวลา พอสมควร เวลาจำกัดจึง ปรับปรุงชิ้นงานไม่ครบถ้วน ตามปัญหาที่พบ และใน การทดสอบและประเมินครู ไม่ได้กำหนดประเด็นที่ ชัดเจน ทำให้ชิ้นงานของแต่ละ กลุ่มมีความแตกต่างกัน มาก และขั้นตอนมีความ ซับซ้อน ส่งผลให้ไม่เข้าใจ ว่าต้องทำอะไรก่อน - หลัง	นักเรียนทดสอบไม่ตรงตาม วัตถุประสงค์ในการสร้าง ชิ้นงาน คือ ขั้นนี้ต้อง ทดสอบความสามารถของ แบบจำลองและขนาดที่ได้ กำหนด แต่นักเรียนบาง กลุ่มยังทดสอบวัสดุที่ใช้ใน การสร้าง	นักเรียนทดสอบไม่ตรงตาม วัตถุประสงค์ เนื่องจาก การกำหนดตัวแปร ผิดพลาด จึงทำให้อุปกรณ์ ที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาไม่ได้ ต้องปรับปรุงหลายจุด หรือ สร้างใหม่ เวลาที่มีไม่ เพียงพอจึงทำให้ชิ้นงาน ออกมาไม่สมบูรณ์	- ก่อนจัดกิจกรรมครูควรมีการทดสอบ เวลาก่อนทำการสอน เพื่อจะได้ กำหนดเวลาที่เหมาะสม - ครูควรมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ใน การประเมินชิ้นงานให้ชัดเจน และแจ้ง ให้นักเรียนทราบก่อน - การทดสอบชิ้นงาน ครูควรตรวจสอบ ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับ วัตถุประสงค์ของการทดสอบชิ้นงาน ก่อน เพื่อให้ นักเรียนทดสอบได้ตรงตาม วัตถุประสงค์ที่กำหนด - หากเวลาที่ให้ไม่เพียงพอ ครูควรให้ เวลานอกเหนือจากคาบเรียน เพื่อให้ นักเรียนสร้างชิ้นงานออกมาได้สมบูรณ์ ที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัด การเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ			แนวทางแก้ไข ในการจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
8. ชี้นำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน	นักเรียนนำเสนอไม่ตรงประเด็นที่ ครูต้องการ ซึ่งอาจเกิดจากการไม่รู้ ว่าต้องนำเสนอประเด็นใดบ้าง เวลาที่กำหนดมีจำกัด ตัวแทนใน การนำเสนอไม่มีการเตรียมพร้อม ไม่มีข้อมูลที่เพียงพอใน การนำเสนอประเด็นต่างๆ	การนำเสนอผ่านทาง วิดีโอ นักเรียนบางคนไม่ มีส่วนร่วมในการ นำเสนอ และบางกลุ่ม ไม่มีการสาธิต การทำงานของชิ้นงาน ทำให้เพื่อนที่เข้ามา รับชมไม่เห็นการทำงานของ ชิ้นงาน และขาด การซักถามแลกเปลี่ยน ร่วมกัน	บางกลุ่มในการสาธิต การทำงานของชิ้นงาน ไม่ชัดเจน มองไม่เห็น การทำงานของชิ้นงาน ทำให้มีผลต่อ การประเมิน	- ก่อนการนำเสนอชิ้นงาน ครูควร ทบทวนประเด็นที่จะให้นักเรียนนำเสนอ - ควรเพิ่มเกณฑ์ด้านการนำเสนอ โดย ต้องกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ฟังที่ดี มี ส่วนร่วมในการนำเสนอ กำหนดให้มี การอภิปรายซักถามเพิ่ม - หากเวลาไม่เพียงพอ ให้นักเรียน นำเสนอและให้ข้อเสนอแนะนอกเวลา เรียนผ่านสื่อโซเชียล เช่น กลุ่มเฟซบุ๊ก - หากนำเสนอชิ้นงานผ่านวิดีโอ ครูควร แจ้งให้นักเรียนทำการสาธิตการใช้งาน หรือการทำงานของชิ้นงานนั้นๆ ให้ ชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการประเมิน ชิ้นงาน

ผลการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ในการศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นก่อน-หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 3 ด้วยแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ แบ่งตามสมรรถนะของกรอบโครงสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 เป็นสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 1 ข้อ เลือกตอบเชิงซ้อน 3 ข้อ และเขียนตอบ 11 ข้อ ซึ่งจากการทดสอบพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 49.13 ($\bar{X} = 7.37$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 56.73 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 51.84 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 37.14 ตามลำดับ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 70.47 ($\bar{X} = 10.57$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 64.90 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.81 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 44.49 ตามลำดับ ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบ
ประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ก่อน-หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สมรรถนะ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้ (คิดเป็นร้อยละ)		เฉลี่ย
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	51.84	60.81	56.33
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	37.14	44.49	40.82
3.สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	56.73	64.90	60.82

2. ผลการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การศึกษาผลการศึกษการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยทำการศึกษาจาก
ใบกิจกรรม โดยการตรวจใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุด
ในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็น
ร้อยละ 77.78 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 66.66 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิด
เป็นร้อยละ 54.36 ตามลำดับดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 จากใบกิจกรรม

สมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	คะแนนแต่ละวงจรปฏิบัติการ (คิดเป็นร้อยละ)			เฉลี่ย
	1	2	3	
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	56.25	47.17	59.67	54.36
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	70.83	63.83	65.33	66.66
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	70.83	76.33	86.17	77.78

จากตาราง 13 แสดงผลคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยใบกิจกรรม จะเห็นว่าผลคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานในการทดลองเกี่ยวกับการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียมได้ สาเหตุเกิดจากนักเรียนขาดทักษะการตั้งสมมติฐาน ครูใช้สถานการณ์/ปัญหาที่ไกลตัวนักเรียนและยากเกินไป และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 คะแนนเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 เนื่องจากมีการฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐานก่อนดำเนินการกิจกรรม

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 เช่นเดียวกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ สาเหตุเกิดจากครูใช้สถานการณ์/ปัญหาที่ไกลตัวนักเรียนและยากเกินไป ครูใช้คำถามกำกวม ไม่ชัดเจน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 คะแนนเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 เนื่องจากครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับก่อนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ แต่คะแนนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ยังคงน้อยกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 เนื่องจากยังมีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดและออกแบบ

แนวทางการสร้างอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันได้ เพราะไม่เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับวัสดุกำจัดคราบน้ำมันและรูปแบบของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน

คะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากใบกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถดึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ได้แก่ เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 56.25 ($\bar{X} = 3.38$) วงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 47.17 ($\bar{X} = 2.83$) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 59.67 ($\bar{X} = 3.58$) จากคะแนนเต็ม

โดยจากการวิเคราะห์นักเรียนมีคะแนนลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งเป็นในส่วนของการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย เนื่องจากสถานการณ์ที่ใช้ใกล้ตัวนักเรียนมากเกินไป จึงทำให้สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนต่ำกว่าสมรรถนะอื่นๆ ดังตัวอย่างคำตอบในภาพ 2 และภาพ 3

การทดสอบวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลองอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียม

สมมติฐานการทดลอง

1. สาเหตุที่ทำให้หินได้เคลื่อนเพราะเคาะตีโศกเกินไป

2. วัสดุที่ใช้เคลื่อนหินได้เคลื่อน

ภาพ 2 แสดงการเสนอสมมติฐาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 (ใบกิจกรรมที่ 2, 1 กุมภาพันธ์ 2562)

การทดสอบวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลองอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียม

สมมติฐานการทดลอง

...เคาะสัดกับอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียมที่มีหลอดที่ไว้ได้เหมือนหลอดเจาะ.....

ปิโตรเลียมของจริง

ภาพ 3 แสดงการเสนอสมมติฐาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 3 (ใบกิจกรรมที่ 2, 1 กุมภาพันธ์ 2562)

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถดึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ได้แก่ สามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบปัญหาโดยใช้

จากภาพ 5 แสดงการเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ซึ่งจะเห็นว่า นักเรียนสามารถออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ โดยมีการวางแผนและเขียนนำเสนอออกมาเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นแนวทางในแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

นักเรียนมีแนวทางการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียมอย่างไร (เขียนตอบเป็นข้อๆ)

1. ทำท่อตัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้ใช้ทำเป็นฐาน
2. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก
3. ทำท่อตัดเป็นรูปลิ่มส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียม
4. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก เพื่อความคงทนของชิ้นส่วนต่างๆ
5. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก เพื่อความคงทนของชิ้นส่วนต่างๆ
6. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก แล้วทำหัวกรรบที่ติดกับท่อ
7. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก แล้วทำหัวกรรบที่ติดกับท่อ
8. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก แล้วทำหัวกรรบที่ติดกับท่อ
9. ทำท่อใส่ท่อต่อกันทำเป็นเสาหลัก แล้วทำหัวกรรบที่ติดกับท่อ

ภาพ 6 แสดงเสนอแนวทางการสร้างชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 6
(ใบกิจกรรมที่ 2, 1 กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพ 6 แสดงการเสนอแนวทางการสร้างชิ้นงาน จะเห็นว่า นักเรียนสามารถแสดงออกถึงการวางแผน และออกแบบแนวทางการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ชุดเจาะปิโตรเลียมได้อย่างละเอียด และเป็นลำดับขั้นตอน

วิธีการทดสอบอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน (เขียนตอบเป็นข้อๆ)

1. ทดสอบการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุ
2. ทดสอบการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุ
3. ทดสอบการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุ
4. ทดสอบการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุ
5. ทดสอบการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุ

ภาพ 7 แสดงการเสนอวิธีการทดสอบชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 8
(ใบกิจกรรมที่ 3, 8 กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพ 7 แสดงการวิธีการทดสอบชิ้นงาน จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวางแผน และ ออกแบบแนวทางการทดสอบอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันได้อย่างละเอียดและเป็นลำดับขั้นตอน

วิธีการประเมินอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน (เขียนตอบเป็นข้อๆ)

1. ทำการ ทำคราบน้ำมันที่ติดอยู่บนผิวของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันในอ่างน้ำ และ นำมาล้าง
2. สังเกตการดูดซับคราบน้ำมันที่ติดอยู่บนผิวของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน
3. หากสามารถดูดซับคราบน้ำมันได้หมด แสดงว่าอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันมีประสิทธิภาพดี

ภาพ 8 แสดงเสนอแนวทางการประเมินชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 6
(ใบกิจกรรมที่ 3, 8 กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพ 8 แสดงเสนอแนวทางการประเมินชิ้นงาน จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถ วางแผน และออกแบบวิธีการประเมินอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันได้อย่างละเอียดและเป็นลำดับ ขั้นตอน

แนวทางการแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน

1. ปรับปรุงให้อุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันมีน้ำหนักเบา และ ใช้วัสดุที่ทนทาน และ ไม่ติดคราบน้ำมัน
2. สังเกตการดูดซับคราบน้ำมันที่ติดอยู่บนผิวของอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน และ นำมาล้าง

ภาพ 9 แสดงการเสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน ของนักเรียนกลุ่มที่ 6
(ใบกิจกรรมที่ 3, 8 กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพ 9 แสดงเสนอแนวทางการปรับปรุงชิ้นงาน จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถ วางแผน และออกแบบแนวทางการแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันได้อย่างละเอียดและ เป็นลำดับขั้นตอน

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถดึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ได้แก่ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบอื่น คิดเป็นร้อยละ 70.83 ($\bar{X} = 4.25$) วงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 76.33 ($\bar{X} = 4.58$) และวงจรปฏิบัติการที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 86.17 ($\bar{X} = 5.17$) ดังตัวอย่างคำตอบในภาพ 10

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ขั้นตอน	ทศปฏิบัติการ	ผลการสังเกตได้
1)	นำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ	นำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ
2)	นำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ	นำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ
3)	นำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ	นำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ แล้วนำใบมะขามเปรี้ยวมาหั่นเป็นชิ้นๆ

ภาพ 10 แสดงการแปลงข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ของนักเรียนกลุ่มที่ 6 (ใบกิจกรรมที่ 3, 8 กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพ 10 แสดงการแปลงข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น นักเรียนสามารถนำผลที่ได้จากการทดลองวัสดุที่จะนำมาสร้างชิ้นงานมานำเสนอในรูปแบบของตารางได้ชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลจากตารางมาเขียนอธิบายให้เห็นถึงความแตกต่าง ข้อดี ข้อด้อย เพื่อนำมาใช้สนับสนุนในการตัดสินใจเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการสร้างชิ้นงาน ดังตัวอย่างในภาพ 11

สรุปผลการทดลอง

[illegible]

~~วัตถุที่เลือกใช้สร้างอุปกรณ์สารพัดการเคลื่อนย้ายของปิโตรเลียมได้แก่~~

เพราะ ใจของเขาน้ำขึ้นได้เยอะ และมีผลมาก จึงควรอยู่ที่นั่นเป็นวัน
กว่าหนึ่งสัปดาห์, ก็รู้ใจเขาน้ำขึ้นได้พอสมควร, กลืนยา ลงอยู่ที่ด้านบนได้
และได้เหนียว จึงกินน้ำขึ้นไปให้ลงขึ้นไปด้วยข้างดี

ภาพ 11 แสดงการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปของนักเรียน
กลุ่มที่ 6 (ใบกิจกรรมที่ 3, 8 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ควรมีลักษณะของขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูกำหนดสถานการณ์ โดยใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน สถานการณ์ที่ใช้ควรเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือเป็นการสมมติให้นักเรียนสวมบทบาทนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนรู้สึกเข้าถึง ทำทนาย และเห็นความสำคัญของสถานการณ์ปัญหานั้น และสถานการณ์ต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ มีการทบทวนความรู้ของนักเรียนหรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการให้คำถามหรือเกมที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้นักเรียนได้สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูใช้คำถามและสร้างบรรยากาศให้ผ่อนคลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เข้าไปมีส่วนร่วมหรือให้คำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนมี

ทิศทางหรือความเข้าใจที่ไปในแนวเดียวกัน และนำไปสู่การแก้ปัญหา กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม และจัดเวลาในการอภิปรายซักถามให้มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนนี้ครูต้องให้คำแนะนำกับนักเรียนระหว่างที่ร่วมกันกำหนดประเด็นเนื้อหาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ให้คำแนะนำวิธีการหาข้อมูล แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การหาข้อมูลให้มีความหลากหลายของแหล่งข้อมูล และจัดหาเครื่องมือสำรองในการสืบค้นข้อมูลให้นักเรียน หรือให้นักเรียนสืบค้นล่วงหน้ามาก่อน เพื่อลดระยะเวลาในการสืบค้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ในขั้นตอนนี้ครูต้องอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับปัญหา เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน มีการตั้งคำถามเพื่อสำรวจว่านักเรียนมีกระบวนการตรวจสอบ และเลือกข้อมูลอย่างไร และกำหนดให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน ในขั้นตอนนี้ครูต้องสอบถามถึงแนวคิดในการออกแบบของนักเรียน เพื่อมองถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ และก่อนนักเรียนทำการทดลอง ครูต้องวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนก่อน โดยใช้การตั้งคำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเพื่อเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง กระตุ้นให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานที่หลากหลาย และบอกเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งมั่น สร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูต้องแจ้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์สำรองมาเสมอ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการสร้างชิ้นงาน คอยให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวก และสนับสนุนนักเรียนเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย สังเกตและประเมินการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ในการทำงานกลุ่ม การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ มีการประเมินระยะเวลาในการทำงาน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงระยะเวลาที่กำหนด ยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม และเชื่อมโยงกับขั้นตอนถัดไป

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ในขั้นตอนนี้ก่อนจัดกิจกรรมครูต้องทดสอบเวลาในการทำกิจกรรมก่อน เพื่อที่จะได้กำหนดเวลาให้เหมาะสม กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินชิ้นงานให้ชัดเจน และแจ้งให้นักเรียนทราบก่อน เพื่อจะได้นำผลจากการทดสอบและประเมินไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานต่อไปให้ตรงตามวัตถุประสงค์

ตามที่ครูกำหนด ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบชิ้นงานก่อน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนทดสอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ หากเวลาที่ไม่เพียงพอ ครูควรให้เวลานอกเหนือจากคาบเรียน เพื่อให้ นักเรียนสร้างชิ้นงานออกมาได้สมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ในขั้นตอนการนำเสนอชิ้นงานครูต้องทบทวนประเด็นที่จะให้นักเรียนนำเสนอ มีเกณฑ์การนำเสนอ โดยต้องกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ฟังที่ดี มีส่วนร่วมในการนำเสนอ และกำหนดให้มี การอภิปรายซักถามเพิ่ม หากเวลาไม่เพียงพอ ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน ให้นักเรียนนำเสนอและให้ข้อเสนอแนะนอกเวลาเรียนผ่านสื่อโซเชียล เช่น กลุ่มเฟสบุ๊ค หรือวิดีโอ

นอกจากนี้ การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยผลจากได้ทำการทดสอบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 49.13 ($\bar{X} = 7.37$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 56.73 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 51.84 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 37.14 ตามลำดับ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 70.47 ($\bar{X} = 10.57$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 64.90 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.81 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 44.49 ตามลำดับ และจากการตรวจใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 77.78 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 66.66 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 54.36

บทที่ 5

บทสรุป

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสามารถสรุปผลได้โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา

ในขั้นนี้ครูกำหนดสถานการณ์ โดยใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อให้ นักเรียนสามารถตีความได้ง่ายขึ้น สถานการณ์ที่ใช้ควรเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือเป็นการสมมติให้ นักเรียนสวมบทบาทนั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนรู้สึกเข้าถึง ทำท่าย และเห็นความสำคัญของสถานการณ์ ปัญหานั้น และสถานการณ์ต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ควรทบทวนความรู้ของนักเรียนที่

ได้จากการอภิปรายเนื้อหาข้างต้นก่อน หรือตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการใช้คำถามหรือเกมที่ใช้ระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้นักเรียนได้สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ในขั้นนี้ครูต้องให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยหรือสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม ควรใช้คำถามและสร้างบรรยากาศให้ผ่อนคลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเข้าไปมีส่วนร่วมหรือให้คำแนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้เขามีทิศทางหรือความเข้าใจที่ไปในแนวเดียวกัน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม เช่น หัวหน้ากลุ่ม มีหน้าที่ในการดำเนินการอภิปรายและตั้งกฎกติกาในการอภิปรายร่วมกัน หรือเลขานุการมีหน้าที่บันทึกข้อมูลจากการอภิปราย เป็นต้น และจัดเวลาในการอภิปรายซักถามให้มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถตีความและทำความเข้าใจกับปัญหา ระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบ และแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ในขั้นนี้ครูต้องให้คำแนะนำกับนักเรียนระหว่างที่นักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นเนื้อหาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการสืบค้นและไม่หลุดออกจากเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามากเกินไป ให้คำแนะนำวิธีการหาข้อมูล แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การหาข้อมูลให้มีความหลากหลายของแหล่งข้อมูล และจัดหาเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูลให้นักเรียนเพื่อลดระยะเวลาในการสืบค้น โดยผู้เรียนจะเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผลฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูลเป็นทีม

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้

ในขั้นนี้ครูต้องอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับปัญหา เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน มีการตั้งคำถามเพื่อสำรวจว่านักเรียนมีกระบวนการตรวจสอบ และเลือกข้อมูลอย่างไร และกำหนดให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน

ในขั้นตอนนี้ครูต้องสอบถามถึงแนวคิดในการออกแบบของนักเรียน เพื่อมองถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ และก่อนนักเรียนทำการทดลอง ครูต้องวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนก่อน โดยใช้การตั้งคำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้

ซักถามข้อสงสัยเพื่อเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง กระตุ้นให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานที่หลากหลาย และบอกเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งมั่น สร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้ มีการวางแผนโดยเขียนประเด็นปัญหา ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาความรู้ ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา แนวทางการสร้างชิ้นงาน แนวทางการทดสอบ ประเมิน และแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานได้

ขั้นที่ 6 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นตอนนี้ครูต้องแจ้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์สารมาเสมอ เพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการสร้างชิ้นงาน คอยให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนนักเรียนเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย สังเกตและประเมินการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ในการทำงานกลุ่ม การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ มีการประเมินระยะเวลาในการทำงาน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงระยะเวลาที่กำหนด ยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมและเชื่อมโยงกับขั้นตอนถัดไป

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นตอนนี้ก่อนจัดกิจกรรมครูต้องทดสอบเวลาในการทำกิจกรรมก่อน เพื่อที่จะได้กำหนดเวลาให้เหมาะสม กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินชิ้นงานให้ชัดเจน และแจ้งให้นักเรียนทราบก่อน เพื่อจะได้นำผลจากการทดสอบและประเมินไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานต่อไปให้ตรงตามวัตถุประสงค์ตามที่ครูกำหนด ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบชิ้นงานก่อน เพื่อให้นักเรียนทุกคนทดสอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ หากเวลาที่ให้ไม่เพียงพอ ครูควรให้เวลานอกเหนือจากคาบเรียน เพื่อให้นักเรียนสร้างชิ้นงานออกมาได้สมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ในขั้นตอนการนำเสนอชิ้นงานครูต้องทบทวนประเด็นที่จะให้นักเรียนนำเสนอ มีเกณฑ์การนำเสนอ โดยต้องกำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ฟังที่ดี มีส่วนร่วมในการนำเสนอ และกำหนดให้มีการอภิปรายซักถามเพิ่ม หากเวลาไม่เพียงพอให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน ให้นักเรียนนำเสนอและให้ข้อเสนอแนะนอกเวลาเรียนผ่านสื่อโซเชียล เช่น กลุ่มเฟสบุ๊ค การนำเสนอชิ้นงานผ่านวิดีโอ ครูต้องแจ้งให้นักเรียนทำการสาธิตการใช้งานหรือการทำงานของชิ้นงานนั้นๆ ให้ชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการประเมินชิ้นงาน

2. ผลการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ในการศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ก่อน - หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อน- หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลจากได้ทำการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 3 ด้วยแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จำนวน 15 ข้อ แบ่งตามสมรรถนะของกรอบโครงสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 เป็นสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 1 ข้อ เลือกตอบเชิงซ้อน 3 ข้อ และเขียนตอบ 11 ข้อ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 49.13 ($\bar{X} = 7.37$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 56.73 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 51.84 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 37.14 ตามลำดับ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 70.47 ($\bar{X} = 10.57$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 64.90 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.81 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 44.49 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในทุกสมรรถนะ

2.2 ผลการศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากการทำใบกิจกรรมในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 พบว่า นักเรียนทำคะแนนได้สูงสุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบอื่น คิดเป็นร้อยละ 77.78 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ คิดเป็นร้อยละ 66.66 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 54.36 คะแนนตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มทักษะต่างๆ ที่ส่งเสริมต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างดำเนินกิจกรรม ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบ แนวทางการแก้ไขปัญหา แนวทางการสร้างชิ้นงาน การออกแบบชิ้นงาน การทดสอบชิ้นงานซึ่งต้องทำการกำหนดตัวแปร ทดลอง สรุปการทดลองเพื่อนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน การประเมินและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ซึ่งสอดคล้องกับ รัชสิริ จิตอารี (2559), Lou, et al. (2011, p.199) และ Tawfik, Trueman and Lorz (2013) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการสืบเสาะและเป็นผู้ลงมือสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง เก็บข้อมูล หาหลักฐานหรือประจักษ์พยาน เพื่อตีความแปลความ นำไปสู่การสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปเป็นความรู้ แนวคิด หรือหลักการ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็นจากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริงมา

กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ คิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ และต้องการสำรวจ ตรวจสอบ หาความรู้มาแก้ปัญหาผ่านการทำงานกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ ในขณะที่ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติของนักเรียน โดยทั้งหมดจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและยั่งยืน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มต้นจากผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ใกล้ตัวนักเรียน และต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นระหว่างทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม ผู้สอนเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย ให้คำแนะนำและทำหน้าที่อำนวยความสะดวก กำหนดเกณฑ์ในการทำกิจกรรมต่างๆ ให้ชัดเจน ยึดหยุ่นเวลาทำกิจกรรมตามความเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ นันทชา อัมฤทธิ์ (2559) กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาควรยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันสามารถบูรณาการความรู้สะเต็มศึกษาได้ อีกทั้งมุ่งเน้นให้นักเรียนอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน ใช้คำถามต่อเนื่องประกอบกับเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายสาเหตุผ่านการอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน นอกจากนี้นักเรียนต้องได้ทบทวนความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ผู้สอนควรตรวจสอบการวางแผนของนักเรียนว่าใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ผู้สอนและนักเรียนควรร่วมกันประเมินแบบจำลองของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ซึ่งเป็นผลจากครูกำหนดสถานการณ์/ปัญหาที่มีความซับซ้อน เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนมากเกินไป นักเรียนขาดทักษะการตั้งสมมติฐาน และครูกำหนดจุดประสงค์ในการทดลองวัสดุเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองไม่ชัดเจน ไม่มีการทบทวนวัตถุประสงค์ของการทดลองสมบัติของวัสดุต่างๆ ก่อนลงมือทำการทดลอง สาเหตุข้างต้นจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ และเสนอสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ควรเป็นสถานการณ์/ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริง ไม่ซับซ้อนจนเกินไป สามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ และครูควรทบทวนเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ก่อนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับ นันทชา อัมฤทธิ์ (2559) และ ไพศาล สุวรรณน้อย (ม.ม.ป.) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น

ฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ควรยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและสามารถบูรณาการความรู้ได้ ซึ่งปัญหาที่ดีจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่แสวงหาความรู้ โดยในการเลือกศึกษาปัญหาที่มีประสิทธิภาพผู้สอนจะต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ความสามารถของผู้เรียน ประสบการณ์ ความสนใจและภูมิหลังของผู้เรียน เพราะคนเรามีแนวโน้มที่จะสนใจเรื่องใกล้ตัวมากกว่าเรื่องไกลตัว สนใจสิ่งที่มีความหมายและมีความสำคัญต่อตนเองและเป็นเรื่องที่ตนเองสนใจใคร่รู้ ดังนั้นการกำหนดปัญหาจึงต้องคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นหลัก นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมนักเรียนต้องได้ทบทวนความรู้หรือทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอวิธีการปฏิบัติและลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1. สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมที่นำมาใช้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ควรเป็นสถานการณ์/ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริง มีความหมายและมีความสำคัญต่อผู้เรียน ไม่ซับซ้อนจนเกินไป สามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ และภาษาที่ใช้ในสถานการณ์/ปัญหาควรมีถ้อยคำที่ชัดเจน เข้าใจง่าย เพราะจะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแก้ไขปัญหามากขึ้น

2. การอภิปรายกลุ่ม ครูควรให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยหรือสร้างความมั่นใจให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม และควรใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ทุกคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็น สร้างบรรยากาศให้ผ่อนคลาย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนกล้าแสดงความคิดเห็น

3. เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ค่อนข้างใช้เวลานาน เวลาในคาบเรียน 4 ชั่วโมงจึงไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมในชั้นการสร้างชิ้นงานและนำเสนอชิ้นงานนอกเวลาเรียน โดยครูต้องทำหน้าที่คอยติดตามและประเมินผลการทำงานของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมนอกเวลาเรียนด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยเน้นสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้อื่นๆ ที่สามารถพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างที่ต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบูรณ์
- กระทรวงพลังงาน. (2558). เอกสารประกอบการสัมมนา “เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ ในการดำเนินงานตามแผนบูรณาการพลังงานระยะยาว ประจำปีงบประมาณ 2559” (Action Plan 2016). สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2561, จาก <http://energy.go.th/tieb2015.html>.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์กลางคึกฤทธิ์.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- โครงการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาพลังงานในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). คู่มือ ครูกิจกรรมพลังงาน. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). ความรู้ และทักษะของเยาวชนไทยสำหรับโลกวันพรุ่งนี้ รายงานสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์
- _____. (2549). การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์
- _____. (2550). บทสรุปเพื่อการบริหาร การรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนนานาชาติวัย 15 ปี. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์
- _____. (2551). ตัวอย่าง การประเมินผลวิทยาสตรนานาชาติ: PISA และTIMSS. กรุงเทพมหานคร:อรุณการพิมพ์
- _____. (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- _____. (2558). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์

- _____. (2560). ประเด็นหลักและนัยทางการศึกษาจาก PISA 2015: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ชัคเชสพับลิเคชั่น จำกัด
- _____. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ชัคเชสพับลิเคชั่น จำกัด
- นันทชา อัมฤทธิ์. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต (สาขาวิชาฟิสิกส์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสาร นักบริหาร, 33 (2), 49-56.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (ม.ม.ป.). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. รองผู้อำนวยการสถาบัน พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (ฝ่ายวิชาการ). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3) ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิชย์
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM education Thailand and STEM ambassadors). นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(185), 14-18.
- รักษศิริ จิตอารี. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้าง ความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). จุดเน้นและแนวการจัดกิจกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม, 320-323.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560ก). กรอบโครงสร้างการประเมินผล นักเรียนโครงการ PISA 2015. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ชัคเชสพับลิเคชั่น จำกัด
- _____. (2560ข). สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ชัคเชสพับลิเคชั่น จำกัด.

- สะเต็มศึกษา ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557), **รู้จักสะเต็ม**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2561, จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558, เมษายน-มิถุนายน). **สะเต็มศึกษา**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(2), 201-207.
- สุนัย คล้ายนิล. (2555). **การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาและภาวะถดถอย**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สมุทรปราการ: บริษัท แอนวาดส์ ฟรินดิง เซอร์วิซ จำกัด
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557, มกราคม-กุมภาพันธ์). **สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 42(186), 3-5.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). **การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (ม.ม.ป.). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2561, จาก <http://www.stemedthailand.org/wpcontent/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf.pdf>.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). **วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**, กรุงเทพฯ: สามลดา
- Barrows HS. (2000). **Problem-Based Learning Applied to Medical Education**. Rev Ed. Southern Illinois University School of Medicine, Springfield, Illinois.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C. and Koehler, C.M. (2012). **What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships**. School Science and Mathematics, 112(1), 3-11
- Bugas, Porter, Rotman, Troute, and Nhia Vang. (2012). **What Can We Learn about the U.S. Education System from International Comparisons? An Analysis of PISA and TIMSS Scores and their Implications for the U.S.** Prepared for the Silicon Valley Education Foundation.
- Bybee, R.W. (1997). **Achieving Scientific Literacy: from purposes to practices**. Heinemann, Portsmouth, NH, United States of America.

- Champagne, A. B. (2009). **A Critical Evaluation of PISA's Assessment of Science Literacy**. Retrieved November 2013 from: https://edsurveys.rti.org/pisa/documents/champagne_final.pdf
- DeBoer, G.E. (1991). **A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice**. New York: Teachers College Press.
- Hobson, A. (2000). **Teaching Relevant Science for Scientific Literacy**. *Journal of College Science Teaching*, 30(4), 238-253.
- Hodson, D. (2008). **Towards Scientific Literacy. A Teachers' Guide to the History, Philosophy and Sociology of Science**. Rotterdam: Sense Publishers.
- Holbrook, J. and Rannikmae, M. (2009). **The Meaning of Scientific Literacy**. *International Journal of Environmental & Science Education* Vol. 4, No. 3, 275-288.
- Hurd, P. D. (1998). **Scientific Literacy: New Minds for a Changing World**. *Science Education*, 82, 407–416.
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (1988). **The action research planer (3rd ed.)**. Victoria: Deakin University.
- Kijkuakul, S. (2015). **STEM Education (Part II): How to integrate STEM Education in classroom teaching**. *Journal of Education Naresuan University*, 17(3), 334-348. [In Thai]
- Koehler, C.M., Faraclas, E., Giblin, D., Moss, D.M. and Kgzerounan, K. (2013). **The nexus between science literacy and technical literacy: A state by state analysis of engineering content in state science standards**. *Journal of STEM Education*, 14(3), 5-12
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996). **Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals**. *Science Education*, 80 (2), 121–143.
- Laugksch, R.C. (2000). **Scientific Literacy: A Conceptual Overview**. *Science Education*, 84, 71-94.

- Lou, S.J., Shih, R.C., Diez, C.R. and Tseng, K.H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school student. *International Journal of Technology and Design Education*, 10798(21), 199.
- Tawfik, A., Trucman, R.J. and Ioriz, M.M. (2013). Engaging non-scientists in STEM Through problem-based learning and service learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 8(2), 75-84.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา พันธุ์เหล็ก อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

1.3 ครูสุมิตรา คำนึ่งครองญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย

2. รายนามผู้เชี่ยวชาญ ในการสังเกตการสอนและบันทึกข้อมูลในการวิจัย

ครูอาจารย์ คำสุวรรณ ครูชำนาญการ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม
2. ใบกิจกรรม
3. แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
4. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชา เชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม (รหัสวิชา ว 23202) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แหล่งปิโตรเลียม ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิต
 ปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ปัญหา
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เวลา 4 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางสาววรรณิสา ร้อยกรอง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
- ตัวชี้วัด ว 8.1 ม.1-3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็น หรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่าง ครอบคลุมและเชื่อถือได้
- ว 8.1 ม.1-3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบ หลาย ๆ วิธี
- ว 8.1 ม.1-3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจ ตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
- ว 8.1 ม.1-3/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล เียงปริมาณและคุณภาพ
- ว 8.1 ม.1-3/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจ ตรวจสอบ
- ว 8.1 ม.1-3/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถบอกแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและประเทศไทยได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางการแก้ไขได้

ด้านทักษะ

3. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากผลกระทบของสถานการณ์น้ำมันรั่วที่กำหนดให้ได้

4. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้วัสดุธรรมชาติที่มีผลในการดูดซับน้ำมันได้

5. นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการสร้างแบบจำลองได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย โดยอาศัยการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

6. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

8. นักเรียนสามารถมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย

3.สาระสำคัญ

แหล่งปิโตรเลียม เป็นบริเวณที่มีแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมอยู่เป็นจำนวนมาก แหล่งปิโตรเลียมที่ค้นพบแล้วทั่วโลกพบกระจายอยู่ทั้งบนบกและในทะเล และในกระบวนการผลิตและการขนส่งปิโตรเลียมจะมีมาตรการควบคุมดูแลด้านความปลอดภัยและการป้องกันแก้ไขผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัดตามมาตรฐานสากล เนื่องจากในกระบวนการสำรวจการผลิตและการขนส่งปิโตรเลียม นั้น บางกระบวนการหรือบางขั้นตอนจะมีการปล่อยสาร เช่น การปล่อยน้ำจากกระบวนการผลิต หรือการรั่วของน้ำมันดิบจากการขนส่ง และการเผาก๊าซต่างๆ เพื่อความปลอดภัยและความจำเป็นทางด้านเทคนิคของกระบวนการผลิต เช่น การเผาก๊าซมีเทน ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารหรือก๊าซที่ปล่อยหรือรั่วไหลออกมาเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อเป็นการลดผลกระทบดังกล่าว หน่วยงานต่างๆ จึงได้ออกมาตรการเพื่อควบคุม ป้องกันและหาแนวทางแก้ไขบรรเทาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4. สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี
- แหล่งปิโตรเลียม - ผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและ	บวก ลบ คูณ หาร จำนวนจริงใน การหาปริมาณ น้ำมัน	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ 1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	เลือกใช้วัสดุ และเครื่องมือที่เหมาะสมกับการสร้างชิ้นงานโดยคำนึงถึง

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี
สิ่งแวดล้อม และ แนวทางแก้ปัญหา อัตราเร็วเฉลี่ย		3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา 5. ทดสอบประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไข การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	ความปลอดภัย

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (4 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา (10 นาที)

1. ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ที่เกาะเสม็ด และวิดีโอเกี่ยวกับวิธีการกำจัดคราบน้ำมันเพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน

2. ครูแสดงสถานการณ์ปัญหาที่เกิดจากการรั่วของน้ำมัน “น้ำมันถือเป็นปิโตรเลียมที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการคมนาคม แต่เมื่อเดือน ก.ค. 2556 มีเหตุการณ์น้ำมันรั่วเกิดขึ้น สำหรับสาเหตุความผิดพลาดของเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลอาจเกิดจากอุปกรณ์ชำรุดซึ่งส่งผลกระทบมาตลอดจนถึงปัจจุบัน โดยนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เปิดเผยว่า สิ่งที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการควบคู่ไปกับการกำจัดคราบน้ำมัน โดยการบอกถึงขั้นตอนการแก้ไขให้สังคมได้รับรู้ เช่น ขั้นตอนและวิธีการป้องกันการกระจายของน้ำมัน ทิศทางการกระจายของน้ำมัน และผลกระทบที่จะตามมา เพื่อให้ทุกฝ่ายช่วยกันเตรียมพร้อมรับมือ ซึ่งรวมถึงประชาชนที่อาจเจอผลกระทบด้วย แม้ล่าสุดจะมีการใช้สารเคมีเพื่อน้ำมันเกาะตัวจมลงสู่ท้องทะเลแล้ว แต่การใช้สารเคมีดังกล่าวก็อาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลด้วยเช่นกัน จึงจำเป็นอย่างมากที่หน่วยงานผู้เกี่ยวข้องต้องบอกต่อสังคมว่า ทำไมถึงเลือกใช้วิธีนี้ และมีผลอย่างไรต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพราะ

การใช้สารเคมีให้น้ำมันเกาะตัวกันควรใช้ในพื้ที่น้ำลึกมากๆ ไม่ใช่ในพื้ที่น้ำลึกเพียง 20 เมตร ควรคิดค้นอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมหรือไม่” (รายงานจากสำนักข่าวโพสต์ทูเดย์ สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2561 จาก <https://www.posttoday.com/politic/report/505670>)

ดังนั้นหากนักเรียนเป็นนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยต้องคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก

3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของผู้เรียนว่า “จากสถานการณ์ดังกล่าวนักเรียนคิดว่า ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร”

4. นักเรียนวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ว่าปัญหาหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมทางทะเลมีอะไรบ้าง

5. ครูสรุปเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นและกำหนดปัญหาให้นักเรียนว่า “หากนักเรียนเป็นนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยต้องคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก”

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (10 นาที)

6. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถเก่ง กลาง อ่อน กลุ่มละ 4-5 คน และให้นักเรียนแต่ละคนอ่านสถานการณ์อีกครั้งและวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร สาเหตุของปัญหาคืออะไร พร้อมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่ม

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและอธิบายถึงลักษณะของปัญหา สาเหตุของปัญหา โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบ ลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล (20 นาที)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดเนื้อหาหรือข้อมูลในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดคราบน้ำมันเพื่อนำมาสู่การแก้ปัญหาหรืออุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน

9. นักเรียนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ โดยใช้ประเด็นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ (10 นาที)

10. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายกันในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน หากไม่เพียงพอให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อมูลเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 ขั้นวางแผน (70 นาที)

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันตามแนวคิดที่ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลมาก่อนหน้านี้ โดยเขียนประเด็นปัญหา การระบุตัวแปรที่

เกี่ยวข้องกับปัญหา ความรู้ เนื้อหาสาระ ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา แนวทางการสร้างแบบจำลอง การทดลองเพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมในการสร้างอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน แนวทางการทดสอบ ประเมิน และแก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน ผลการใช้ชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนแนวทางการทำงานและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาหรือแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันที่เป็นไปได้ โดยต้องคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการทดลองวัสดุที่จะนำมาใช้ในการกำจัดน้ำมัน ดังนั้นในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องทำการตรวจสอบวัสดุที่ใช้หรือเสนอวิธีการตรวจสอบการกำจัดคราบน้ำมัน หรือประเมินวิธีการกำจัดคราบน้ำมัน

ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการแก้ปัญหา (70 นาที)

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนด

14. ครูคอยทำหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางการปฏิบัติของนักเรียน หากนักเรียนพบปัญหาระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 7 ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (30 นาที)

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบ แบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันที่สร้างขึ้น โดยการนำไปทดลองว่ามีการดูดซับหรือกำจัดคราบน้ำมันได้มากน้อยเพียงใด

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันที่สร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์ตามที่ครูกำหนดให้

17. เมื่อทำการทดสอบ และประเมินผลที่เกิดขึ้น หากพบว่าแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันของตนเองให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (20 นาที)

18. ครูนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันที่ใช้ในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยใช้ผลการทดลองและแบบจำลองอุปกรณ์มาเป็นหลักฐานในการอธิบายเหตุผลการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งในการนำเสนอครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มถ่ายวิดีโอนำเสนอและโพสต์ลงในกลุ่มเฟสบุ๊ค เพื่อให้ครูและเพื่อนได้ให้ข้อเสนอแนะ และเลือกกลุ่มที่ตนเองมีความเห็นว่าทำชิ้นงานออกมาได้เหมาะสมโดยคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก

6. สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเชื้อเพลิงเพื่อการคมนาคม
2. ใบกิจกรรม เรื่อง อุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน
3. ชื่อน้ำมันรั่ว สำนักข่าวโพสต์ทูเดย์ จาก <https://www.posttoday.com/politic/report/505670>
4. วิดีโอเกี่ยวกับน้ำมันรั่วที่เกาะเสม็ด จาก <https://www.youtube.com/watch?v=oanYz2k4u40>
5. วิดีโอเกี่ยวกับอุปกรณ์และวิธีการกำจัดคราบน้ำมัน จาก <https://www.youtube.com/watch?v=CbPHIeKdAs0> และ <https://www.youtube.com/watch?v=mfNSbuP-rh4>

7. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมิน
ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถบอกแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและประเทศไทยได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม และแนวทางการแก้ไขได้	- ตรวจใบกิจกรรม	- แบบประเมินใบกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะ 3. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากผลกระทบของสถานการณ์น้ำมันรั่วที่กำหนดให้ได้ 4. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้วัสดุ	- ตรวจใบกิจกรรม - ประเมินชิ้นงาน	- แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์	วิธีการวัดและ ประเมินผล	เครื่องมือวัดและ ประเมินผล	เกณฑ์การวัด และประเมิน
ธรรมชาติที่มีผลในการดูดซับน้ำมันได้ 5. นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการสร้างแบบจำลองได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย โดยอาศัยการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 6. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันได้			
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 7. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ 8. นักเรียนสามารถมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	- สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	- ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาที่พบจากการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ครูผู้สอน
(นางสาววรรณิศา ร้อยกรอง)

ใบกิจกรรม เรื่อง อุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันจากวัสดุจากธรรมชาติ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1

กลุ่มที่.....ประกอบด้วยสมาชิก.....คน

1.....2.....
3.....4.....
5.....6.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ต่อไปนี้ จากนั้นตอบคำถามที่กำหนดให้
สถานการณ์น้ำมันรั่ว



“น้ำมันถือเป็นปิโตรเลียมที่สำคัญอย่างยิ่งต่อภาคคมนาคม แต่เมื่อเดือน ก.ค. 2556 มีเหตุการณ์น้ำมันรั่วเกิดขึ้น สำหรับสาเหตุความผิดพลาดของเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลอาจเกิดจากอุปกรณ์ชำรุดซึ่งส่งผลกระทบต่อจนถึงปัจจุบัน โดยนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เปิดเผยว่าสิ่งที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการควบคู่ไปกับการกำจัดคราบน้ำมัน โดยการบอกถึงขั้นตอนการแก้ไขให้สังคมได้รับรู้ เช่น ขั้นตอนและวิธีการป้องกันการกระจายของน้ำมัน ทิศทางการกระจายของน้ำมัน และผลกระทบที่จะตามมา เพื่อให้ทุกฝ่ายช่วยกันเตรียมพร้อมรับมือ ซึ่งรวมถึงประชาชนที่อาจเจอผลกระทบด้วย แม้ล่าสุดจะมีการใช้สารเคมีเพื่อนำน้ำมันเกาะตัวจมลงสู่ท้องทะเลแล้ว แต่การใช้สารเคมีดังกล่าวก็อาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลด้วยเช่นกัน จึงจำเป็นอย่างมากที่หน่วยงานผู้เกี่ยวข้องต้องบอกต่อสังคมว่า ทำไมถึงเลือกใช้วิธีนี้ และมีผลอย่างไรต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพราะการใช้สารเคมีให้น้ำมันเกาะตัวกันควรใช้ในพื้นที่น้ำลึกมากๆ ไม่ใช่ในพื้นที่น้ำลึกเพียง 20 เมตร” (รายงานจากสำนักข่าวโพสต์ทูเดย์ สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2561 จาก <https://www.posttoday.com/politic/report/505670>) ดังนั้นหากนักเรียนเป็นนักวิชาการทรัพยากรทางทะเล เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใดในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยต้องคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก

จากสถานการณ์นักเรียนมีขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร (เขียนตอบเป็นข้อๆ)

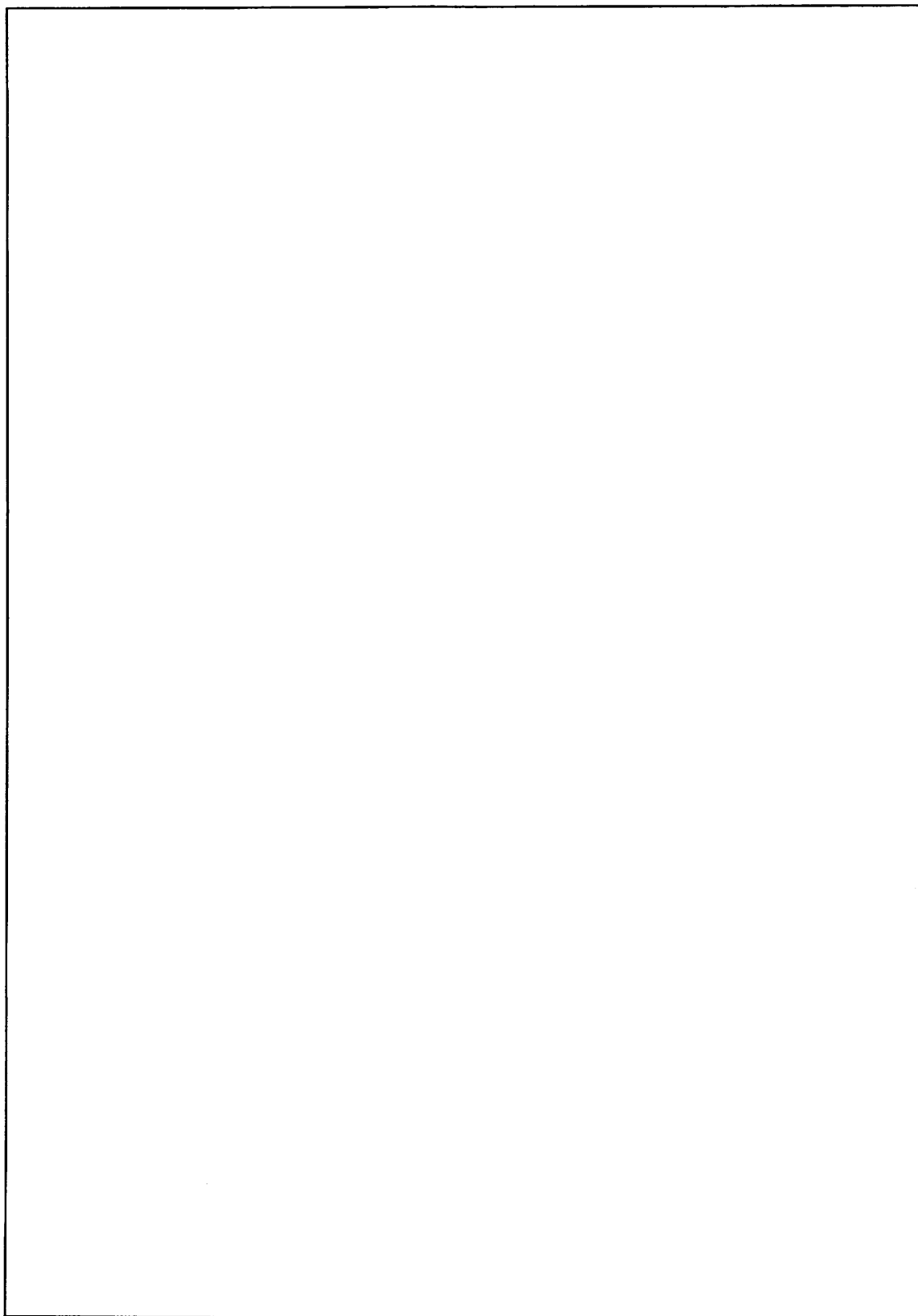
This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

นักเรียนมีแนวทางการสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมันอย่างไร (เขียนตอบเป็นข้อๆ)

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ภาพร่างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน

(พร้อมเขียนขนาด และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละส่วนของแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน)



การทดสอบวัสดุที่ใช้สร้างอุปกรณ์กำจัดคราบน้ำมัน

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

.....

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

[illegible]

ตารางบันทึกผลการทดลอง

[illegible]

2. จงบอกแนวทางแก้ไขปัญหาหรือผลกระทบของการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อ
สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบสังเกตพฤติกรรม

คำชี้แจง ให้ผู้สังเกตทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็นของตน

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

- 3 = แสดงออกพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ
 2 = แสดงออกพฤติกรรมบ่อยครั้ง
 1 = แสดงออกพฤติกรรมบางครั้ง

พฤติกรรม เลขที่	ทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			นักเรียนสามารถ ทำงานร่วมกับ ผู้อื่นได้			ทำกิจกรรมตาม ขั้นตอนอย่าง ถูกต้อง			รวม	หมายเหตุ
	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

คุณภาพ

- 8 - 9 คะแนน ดีมาก
 6 - 7 คะแนน ดี
 5 - 4 คะแนน พอใช้
 3 - 1 คะแนน ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

...../...../.....

แบบประเมินใบกิจกรรม

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็นของตน

พฤติกรรม	อธิบายสาเหตุของผลกระทบต่อล้างมือได้			สามารถระบุปัญหาที่ได้			สามารถตั้งสมมติฐานได้			สามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม			สามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองได้			รวม
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

คุณภาพ

- 12 - 15 คะแนน ดีมาก
 8 - 11 คะแนน ดี
 4 - 7 คะแนน พอใช้
 1 - 3 คะแนน ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. นักเรียนสามารถบอกแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและประเทศไทยได้	บอกแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและประเทศไทยได้ถูกต้อง 3 แหล่ง	บอกแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและประเทศไทยได้ถูกต้อง 2 แหล่ง	บอกแหล่งปิโตรเลียมที่สำคัญของโลกและประเทศไทยได้ถูกต้อง 1 แหล่ง
2. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตได้	สามารถอธิบายสาเหตุของผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์	สามารถอธิบายสาเหตุของผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง	สามารถอธิบายสาเหตุของผลกระทบที่เกิดจากการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมต่อสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้องบางส่วน
3. นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการตรวจสอบจากผลกระทบของสถานการณ์น้ำมันรั่วที่กำหนดให้ได้	สามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากผลกระทบของสถานการณ์น้ำมันรั่วที่กำหนดให้ได้ ถูกต้อง ชัดเจน	สามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากผลกระทบของสถานการณ์น้ำมันรั่วที่กำหนดให้ได้ ถูกต้อง	สามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากผลกระทบของสถานการณ์น้ำมันรั่วที่กำหนดให้ได้ ถูกต้องบางส่วน
4. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้วัสดุธรรมชาติที่มีผลในการดูดซับน้ำมันได้	สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้วัสดุธรรมชาติที่มีผลในการดูดซับน้ำมันได้ ถูกต้อง เหมาะสม	สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้วัสดุธรรมชาติที่มีผลในการดูดซับน้ำมันได้ ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้วัสดุธรรมชาติที่มีผลในการดูดซับน้ำมันได้
5. นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการสร้างแบบจำลองได้อย่าง	สามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการสร้างแบบจำลองได้อย่าง	สามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการสร้างแบบจำลองได้อย่าง	ไม่สามารถตัดสินใจเลือกใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการสร้างแบบจำลองได้อย่าง

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
ได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย โดยอาศัยการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เหมาะสมและปลอดภัย โดยอาศัยการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เหมาะสม โดยอาศัยการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เหมาะสมและปลอดภัย โดยอาศัยการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดการปนเปื้อนน้ำมันได้	สามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดการปนเปื้อนน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	สามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดการปนเปื้อนน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ	สามารถออกแบบและสร้างแบบจำลองอุปกรณ์กำจัดการปนเปื้อนน้ำมันได้

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็นของตน

รายการ กลุ่มที่	วัสดุที่ใช้ในการ ผลิตเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม			ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ แปลกใหม่			การใช้งาน ประโยชน์ใช้สอย			การนำเสนอ ผลงานชิ้นงาน			รวม
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

คุณภาพ

10 - 12	คะแนน	ดีมาก
7 - 9	คะแนน	ดี
4 - 6	คะแนน	พอใช้
1 - 3	คะแนน	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	วัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งหมด	วัสดุที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่เป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	วัสดุที่ใช้ในการผลิตบางส่วนเป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แปลกใหม่	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำหรือเลียนแบบผู้อื่น	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่จากการพัฒนาจากแนวคิดของผู้อื่น	ชิ้นงานสร้างโดยเลียนแบบชิ้นงานของผู้อื่น
3. การใช้งานประโยชน์ใช้สอย	ชิ้นงานสามารถกำจัดการบ่น้ำมันได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ	ชิ้นงานสามารถกำจัดการบ่น้ำมันได้จริง	ชิ้นงานไม่สามารถกำจัดการบ่น้ำมันได้
4. การนำเสนอผลงาน/ชิ้นงาน	สามารถนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหากระบวนการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ผลการทดลองและแบบจำลองเป็นหลักฐานในการอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจนถูกต้อง	สามารถนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหากระบวนการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ผลการทดลองและแบบจำลองเป็นหลักฐานในการอธิบายเหตุผลได้	สามารถนำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหากระบวนการสร้างแบบจำลอง แต่ไม่มีหลักฐานในการอธิบายเหตุผล

แบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

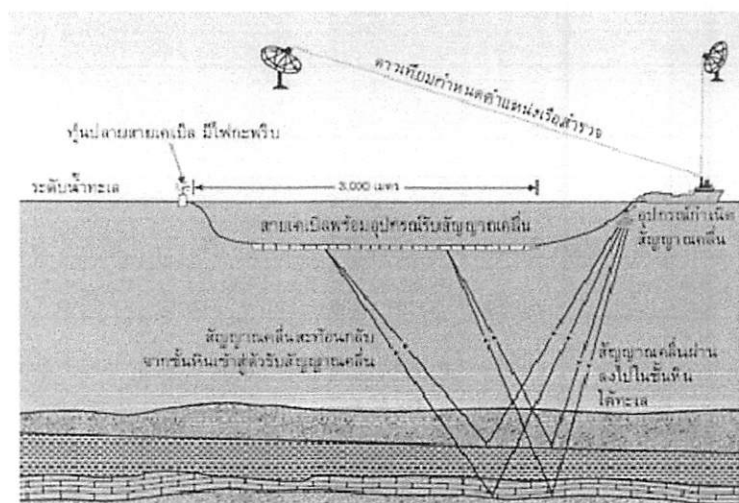
ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ตอบคำถามโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ โดยการกากบาทตัวเลือก และ/หรือ เขียนคำตอบลงในช่องว่าง

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-2

อุปกรณ์ต้นกำเนิดสัญญาณคลื่น (Air Gun)

อุปกรณ์ต้นกำเนิดสัญญาณคลื่น เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งในการสำรวจหาปิโตรเลียมด้วยการวัดคลื่นไหวสะเทือนในทะเล อุปกรณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ใช้อัดอากาศให้มีความดันประมาณ 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วปล่อยอากาศมาทำให้เกิดสัญญาณคลื่น คลื่นดังกล่าวจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นหินใต้ผิวโลกและสะท้อนกลับขึ้นมามาบนผิวโลกผ่านตัวรับสัญญาณคลื่น



ภาพแสดง อุปกรณ์การวัดการสั่นสะเทือนในทะเล

ที่มา <https://sites.google.com/site/pornchitakusaram/cheux-pheling-pheux-kar-khmnakhm/kar-sarwc-laea-kar-phlit-pitorleiym/1-3kar-sarwc-pitorleiym>

คำถามข้อที่ 1 เมื่อปล่อยอากาศที่มีความดันสูงออกมาในระยะเวลาติดต่อกันนานๆ จะเกิดผลอย่างไร เพราะเหตุใด (เลือกคำตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ก. สัตว์น้ำที่อยู่บริเวณนั้นตายเป็นจำนวนมากหรือมีการอพยพ เนื่องจากความดันสูงส่งผลต่อการหายใจของสัตว์น้ำ

ข. สัตว์น้ำที่อยู่บริเวณนั้นตายเป็นจำนวนมากหรือมีการอพยพ เนื่องจากความดันสูงส่งผลต่อการไหลเวียนเลือดของสัตว์น้ำ

ค. ชาวประมงขาดรายได้ในการดำรงชีวิต เนื่องจากปลาและสิ่งมีชีวิตบริเวณดังกล่าวตาย
ย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยชั่วคราว

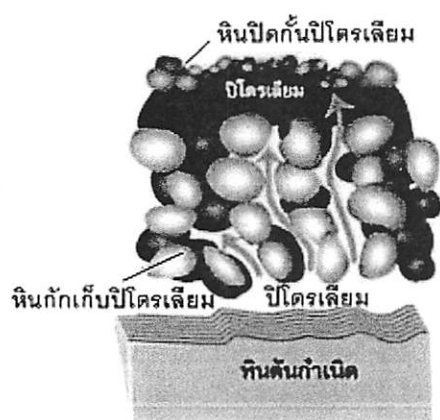
ง. ชาวประมงขาดรายได้ในการดำรงชีวิต เนื่องจากไม่สามารถลงไปบริเวณดังกล่าวได้ เพราะอากาศที่มีความดันสูงจะทำให้ปวดกล้ามเนื้อ และไอ

คำถามข้อที่ 2 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยอากาศที่มีความดันสูงออกมาในระยะเวลาติดต่อกันนานๆ หากนักเรียนอยู่ในสถานการณ์นี้ นักเรียนมีแนวทางหรือวิธีการแก้ไขปัญหาลักษณะใด เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

[illegible]

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3

หินกักเก็บปิโตรเลียม



ในธรรมชาติเมื่อมีแรงมากกระทำกับหินต้นกำเนิด เช่น แรงที่เกิดจากการไหวตัวของเปลือกโลก จะทำให้ปิโตรเลียมเคลื่อนย้ายไปยังหินกักเก็บปิโตรเลียมหรือหินอุ้มปิโตรเลียม ซึ่งเป็นหินที่มีรูพรุนหรือมีช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ และรูพรุนหรือช่องว่างดังกล่าวต้องมีลักษณะเชื่อมโยงกัน จึงทำให้หินสามารถกักเก็บปิโตรเลียมไว้ได้ ดังนั้นเมื่อต้องการทราบว่าหินชนิดใดเป็นหินกักเก็บปิโตรเลียมจึงต้องทำการทดสอบคุณสมบัติของหินชนิดนั้นก่อน

ตารางบันทึกผลการทดลองการหยदन้ำมันพืชบนหินชนิดต่างๆ

ชนิดของหิน	ลักษณะเนื้อหิน	การเปลี่ยนแปลงหลังหยदन้ำมันพืช
หินกรวดมน	เป็นหินเนื้อหยาบเกิดจากตะกอนซึ่งเป็นหินกรวด ทราย	น้ำมันพืชซึมหายไปเนื้อหิน
หินบะซอลต์	เนื้อหินแน่นละเอียด ไม่มีความแวววาว มีความแข็งและทนทาน	น้ำมันพืชซึมหายไปเนื้อหิน
หินดินดาน	มีลักษณะเป็นชั้นบางๆ เนื้อหินละเอียดมาก	น้ำมันพืชยังปรากฏอยู่ที่ผิวหน้าของหิน

คำถามข้อที่ 3 จากผลการทดลองหินกักเก็บปิโตรเลียมคือหินชนิดใด

.....

.....

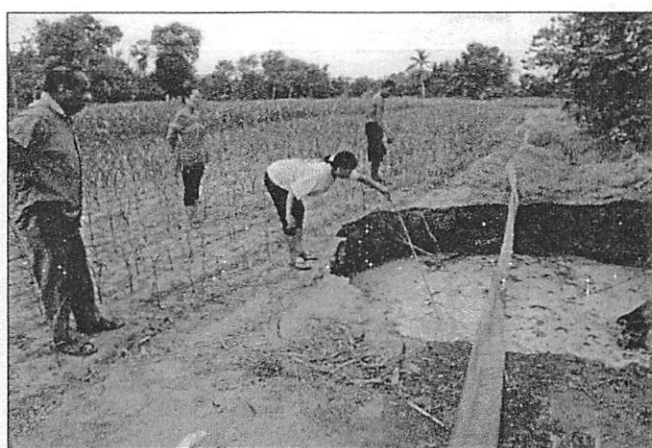
.....

.....

จึงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้เป็นคำตอบข้อ 4-5

หลุมยุบตัว

เมื่อไม่นานได้เกิดปรากฏการณ์แผ่นดินยุบที่บริเวณไร่ข้าวโพด และบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่ใกล้กับแหล่งผลิตปิโตรเลียม โดยตลอดทั้งวันหลังจากชาวบ้านทราบข่าวการเกิดหลุมยุบที่ไร่ต่างพากันมาเพื่อดูไม่ขาดสายตลอดวัน หลายคนจุดธูปบอกเจ้าที่เจ้าทาง เนื่องจากช่วงนี้สภาพพื้นที่โดยทั่วไปอยู่ในสภาพแห้งแล้ง น้ำในคลองหรือในบ่อบาดาลมีน้อยมาก หลายคนเชื่อว่า น้ำที่ผุดขึ้นมาน่าจะมาจากแหล่งใต้ดิน เนื่องจากจุดหินยุบอยู่ห่างจากแนวเทือกเขาหินปูนเพียง 500 เมตร แต่สาเหตุที่เกิดเป็นหลุมยุบดังกล่าวยังไม่มีใครสามารถให้คำตอบได้ชัดเจน



ที่มา : <https://www.posttoday.com/social/local/374762>

คำถามข้อที่ 4 จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดที่ทำให้เกิดการหลุมยุบ

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 5 จากสถานการณ์นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาหรือป้องกันการเกิดหลุมยุบในอนาคตทั้งในทางตรงและทางอ้อมอย่างไร

.....

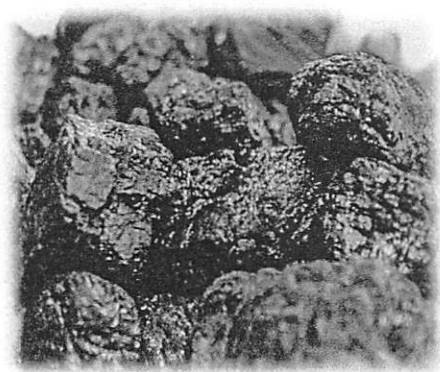
.....

.....

.....

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-8

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์



เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดได้จากการแปรสภาพของซากสิ่งมีชีวิตที่มีการทับถมกันมาเป็นเวลานานอยู่ในชั้นตะกอนใต้ผิวโลก และเป็นที่มาของก๊าซ หรือเชื้อเพลิงที่เราเติมกันในถังน้ำมันรถยนต์ของเรา โดยเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม ซึ่งแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป

ตารางแสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์แต่ละประเภท

ประเภทที่	การเกิด	ชนิดของหินหรือสารประกอบ	สี
1	ซากพืช ซากสัตว์	สารประกอบไฮโดรคาร์บอน	ดำ
2	ซากพืช	หินตะกอน	ดำ
3	ซากพืช ซากสัตว์	หินตะกอน	น้ำตาลเข้ม

คำถามข้อที่ 6 ซากสิ่งมีชีวิตที่มีการทับถมกัน หากมีระยะเวลาไม่เพียงพอ มีอุณหภูมิและแรงดันไม่เหมาะสมจะมีการแปรสภาพหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 7 ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์แต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน

.....

.....

คำถามข้อที่ 8 จากคุณสมบัติของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในตาราง

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ประเภทที่ 1 คือ

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ประเภทที่ 2 คือ

เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ประเภทที่ 3 คือ

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9



ถ่านหิน

ถ่านหิน (coal) เป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติ เกิดจากการสะสมตัวตามธรรมชาติของซากพืชในแอ่งตะกอนน้ำตื้น ถ่านหินเป็นหินตะกอนชนิดหนึ่งซึ่งสามารถติดไฟได้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ สารประกอบของคาร์บอน ซึ่งจะมีอยู่ประมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยปริมาณ ถ่านหินมีกำเนิดมาจากการเปลี่ยนแปลง

ตามธรรมชาติของพืชพันธุ์ไม้ต่างๆ ที่สลายตัวและสะสมอยู่ในลุ่มน้ำหรือแอ่งน้ำต่างๆ นับเป็นเวลาหลายร้อยล้านปี เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของโลก ซากพืชเหล่านั้นก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นถ่านหินชนิดต่างๆ

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านหินแต่ละประเภท

ประเภทถ่านหิน	ค่าความร้อน	ปริมาณกำมะถัน
1	ต่ำ - ปานกลาง	ต่ำ - สูง
2	ปานกลาง - สูง	ปานกลาง
3	สูง	ต่ำ
4	สูงมาก	ต่ำมาก

คำถามข้อที่ 9 นอกเหนือจากค่าความร้อนและปริมาณกำมะถัน หากนักเรียนต้องการศึกษาว่าอะไรที่ทำให้เกิดการแปรสภาพเป็นถ่านหินประเภทต่างๆ นักเรียนจะระบุประเด็นใดในการศึกษาเพื่อนำมาเป็นหลักฐานสนับสนุนการแปรสภาพของถ่านหิน

.....

.....

.....

.....

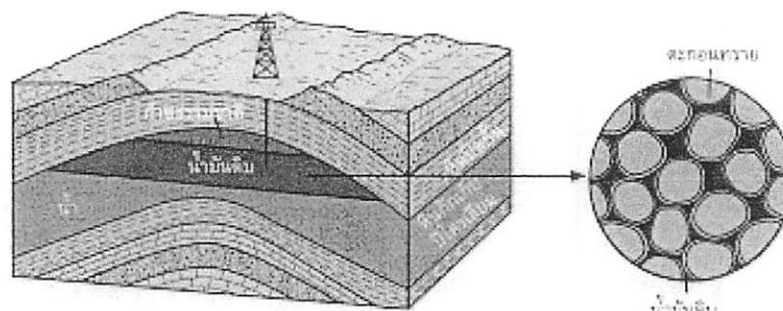
.....

.....

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10-11

แหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

ปิโตรเลียม จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อมีปัจจัยต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยหินต้นกำเนิด เมื่อถูกกดทับมากๆ จนเนื้อหินแน่นขึ้นจะบีบให้ปิโตรเลียมหนีขึ้นสู่ด้านบนไปสะสมอยู่ในหินอุ้มปิโตรเลียม จากปิโตรเลียมในหินอุ้มนี้นี้หากไม่มีสิ่งใดกีดขวางก็จะซึมเล็ดลอดขึ้นสู่พื้นผิวและระเหยหายไปในที่สุด ดังนั้นการเกิดปิโตรเลียมต้องมีหินปิดกั้นปิโตรเลียมมาปิดกั้นไว้ จนเกินเป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมขึ้น



คำถามข้อที่ 10 ตัวแปรใด ที่ทำให้ในแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมมีปิโตรเลียมอยู่แยกกันเป็นชั้น และมีการจัดชั้นจากชั้นบนสุดจนถึงล่างสุดเป็น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ ถ่านหิน

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 11 จากภาพข้างต้นเป็นแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมแบบใด และเกิดขึ้นได้อย่างไร

- ก. แบบโครงสร้างรูปรอยเลื่อน เกิดจากการเคลื่อนตัวของชั้นหิน
- ข. แบบโครงสร้างรูปรอยเลื่อน เกิดจากการเคลื่อนตัวของพื้นโลก
- ค. แบบโครงสร้างรูปโค้งประทุนคำ เกิดจากการเคลื่อนที่ของเนื้อโลก
- ง. แบบโครงสร้างรูปโค้งประทุนคำ เกิดจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 12

การสำรวจและผลิตปิโตรเลียม

ปัจจุบันในการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมนั้น บังคับให้มีการจัดทำแผนรับมือในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ไม่คาดฝันที่อาจจะส่งผลกระทบต่อชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงได้ โดยแผนรับมือนั้น จะต้องมีการจัดเตรียมและซักซ้อมอยู่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เตรียมพร้อมรับมือหากเกิดเหตุการณ์ไม่คาดฝันได้อย่างทัน่วงทีและเต็มที่ 100 %



ที่มา : <https://www2.pttep.com/energyliteracy/PTTEP/issue.aspx?id=30>

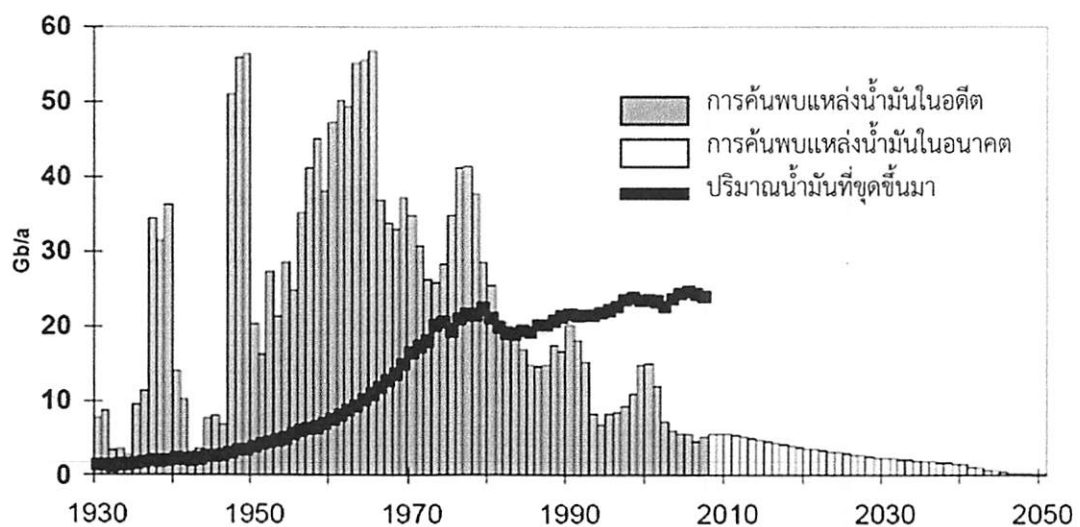
คำถามข้อที่ 12 ข้อใดเป็นเหตุการณ์ไม่คาดฝันที่อาจจะส่งผลกระทบต่อชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมจากการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

1. การรั่วไหลของน้ำมัน	ใช่ / ไม่ใช่
2. เพลิงไหม้แท่นเจาะ	ใช่ / ไม่ใช่
3. การรั่วไหลของน้ำมันสู่ทะเล	ใช่ / ไม่ใช่
4. การยุบตัวของแท่นเจาะ	ใช่ / ไม่ใช่

จงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 13

ทรัพยากรน้ำมันกำลังจะหมดโลกแล้วจริงหรือ

ในปัจจุบันเมื่อเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ พัฒนาขึ้น ทั้งระบบอุตสาหกรรมและระดับความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ทั้งสองล้วนเพิ่มการใช้พลังงาน ซึ่งโดยส่วนมากก็คือน้ำมัน ดังนั้นประเทศที่มีเศรษฐกิจที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว เช่น ประเทศจีน และอินเดีย ก็กำลังกลายมาเป็นผู้บริโภคน้ำมันรายใหญ่ออย่างรวดเร็ว จากการคาดการณ์การค้นพบแหล่งน้ำมันและระดับการผลิตในอดีต พร้อมกับการพยากรณ์แนวโน้มการค้นพบแหล่งผลิตในอนาคต ดร. ฮับเบิร์ต ได้เสนอทฤษฎีจุดสูงสุดฮับเบิร์ต คือแบบจำลองทางสถิติ เพื่อพยากรณ์ระดับการผลิตน้ำมัน ส่งผลให้บรรดานักวิทยาศาสตร์ต่างเห็นว่า หากน้ำมันหมดโลกจริงๆ คงจะสร้างความสับสนวุ่นวายต่อระบบเศรษฐกิจโลกและเสถียรภาพทางการเมืองของประเทศต่างๆ อย่างใหญ่หลวง



Source: ASPO Newsletter No. 96 – December 2008

กราฟดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการสร้างทฤษฎีจุดสูงสุดของฮับเบิร์ต

คำถามข้อที่ 13 ข้อมูลใดบ้างจากกราฟที่สนับสนุนแนวคิดทรัพยากรน้ำมันกำลังจะหมดโลกในไม่ช้าและสนับสนุนอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

จึงใช้สถานการณ์ต่อไปนี้เป็นคำตอบข้อ 14-15

สถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้าของไทย ในช่วง 8 เดือนแรกของปี 2561

ในช่วง 8 เดือนแรกของปี 2561 การใช้น้ำมันเบนซินและดีเซลเพิ่มขึ้น 3.1% และ 1.7% ตามลำดับ จากการใช้ในภาคขนส่งทางบกที่มากขึ้น ประกอบกับจำนวนรถเบนซินและดีเซลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยเพิ่มขึ้น 2.4% ตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธุรกิจท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวต่างชาติเพิ่มขึ้นถึง 9.9% และการส่งออกที่ขยายตัวต่อเนื่อง ทั้งนี้จากสภาพอากาศที่ไม่ร้อนจัดและมีฝนตกนอกฤดูกาลส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าไม่สูงมากนัก

ชนิดน้ำมัน	ปริมาณการใช้เฉลี่ย						ราคาขายปลีกเฉลี่ย			
	จำนวนลิตร/วัน				2561 (ม.ค.-ส.ค.)		บาท/ลิตร			
	2558	2559	2560	2561 (ม.ค.-ส.ค.)	growth (%) YoY	share (%)	2558	2559	2560	2561 (ม.ค.-ส.ค.)
ดีเซล	60.12	61.94	63.77	65.26	1.7	100	24.54	23.26	25.64	28.10
กลุ่มเบนซิน	26.39	28.98	30.06	30.92	3.1	100	27.04	24.09	26.66	28.13
เบนซิน 95	1.37	1.34	1.23	1.12	-10.8	4	34.34	31.80	34.54	36.06
แก๊สโซฮอล์	25.01	27.65	28.83	29.80	3.7	96	26.65	23.71	26.33	27.83
• 91 (E10)	11.01	11.13	10.64	10.10	-6.2	32.7	26.76	24.13	26.88	28.46
• 95 (E10)	9.00	10.84	11.92	12.84	9.0	41.5	27.60	24.50	27.15	28.73
• 95 (E20)	4.14	4.79	5.21	5.69	10.6	18.4	25.20	21.98	24.64	26.13
• 95 (E85)	0.87	0.89	1.05	1.16	11.8	3.7	21.98	18.14	19.97	20.82

ตารางแสดงปริมาณการใช้และราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและกลุ่มเบนซิน

ที่มา : กระทรวงพลังงาน [http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/situation-oil-electric?orders\[publishUp\]=publishUp&issearch=1](http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/situation-oil-electric?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1)

คำถามข้อที่ 14 จากตารางแสดงปริมาณการใช้และราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและกลุ่มเบนซิน ข้อใดกล่าวถูกต้อง จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

1. น้ำมันดีเซลในปี 2561 มีปริมาณการใช้มากกว่าเบนซิน	ใช่ / ไม่ใช่
2. น้ำมันเบนซิน 95 และแก๊สโซฮอล์ จัดอยู่ในกลุ่มเบนซินเหมือนกัน	ใช่ / ไม่ใช่
3. แก๊สโซฮอล์ในอนาคตมีแนวโน้มราคาจะลดลง	ใช่ / ไม่ใช่
4. การใช้น้ำมันกลุ่มเบนซินทั้งหมดในปี 2561 มีการใช้เฉลี่ยลดลง 10.8 %	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามข้อที่ 15 จากตารางแสดงปริมาณการใช้และราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลและกลุ่มเบนซิน
ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน 95 ตั้งแต่ปี 2558-2561 มีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
(สำหรับครูผู้สอนและผู้สังเกตการสอน)

ผู้บันทึก.....ตำแหน่ง.....
 วันเดือนปี ที่บันทึก.....ถึง.....เวลาเริ่มต้น.....เวลาสิ้นสุด.....
 หน่วยการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้ผู้บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้

1.1 นักเรียนเรียนรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ อย่างไร

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

1.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องและส่งเสริมจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

[illegible]

ปัญหา อุปสรรคและสาเหตุของปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม

[illegible]

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อใช้สอนในครั้งต่อไป

[illegible]

1.3.2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา และนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายองค์ประกอบสำคัญของปัญหามา

จุดเด่นของชั้นการจัดกิจกรรมนี้

[illegible]

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อให้อสอนในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3.3 **ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล** เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องกำหนด
 สิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้า และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา
 โดยใช้ประเด็นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

จุดเด่นของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดด้อยของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมอื่นๆ

ปัญหา อุปสรรคและสาเหตุของปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อใช้สอนในครั้งต่อไป

1.3.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามา แลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงาน หากไม่พอให้นักเรียนหาข้อมูลเพิ่มเติม

จุดเด่นของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดด้อยของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา อุปสรรคและสาเหตุของปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อใช้สอนในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3.5 **ชั้นวางแผน** เป็นชั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนในการสร้างแบบจำลอง/
ชิ้นงาน รวมถึงวางแผนการทำงานและพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

จุดเด่นของชั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อใช้สอนในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3.6 **ขั้นตอนการแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่นักเรียนเริ่มสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานของตนเอง เพื่อแก้ปัญหาตามแผนที่กำหนด นอกจากนี้ นักเรียนต้องอธิบายถึงองค์ประกอบของแบบจำลอง/ชิ้นงานได้

จุดเด่นของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดด้อยของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา อุปสรรคและสาเหตุของปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อให้อสอนในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.1.7 **ขั้นทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดสอบ ประเมินแบบจำลอง/ชิ้นงานที่สร้างขึ้น และหากพบว่าแบบจำลอง/ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง/ชิ้นงาน

จุดเด่นของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดด้อยของขั้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา อุปสรรคและสาเหตุของปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเพื่อใช้สอนในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4.8 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นชั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดวิธีการ
แก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลอง/ชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาคู่บุคคลอื่น
จุดเด่นของชิ้นการจัดกิจกรรมนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[illegible]

1.7 ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

[illegible]

ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือ

1. ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective Congruence) จุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective Congruence) สมรรถนะการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์กับแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. ผลการประเมินใบกิจกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5. ผลการประเมินแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 14 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	ระดับคุณภาพ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์						
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้	4	4	4	4	0	ดี
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านทักษะ	4	3	5	4	1	ดี
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมพฤติกรรมความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	3	1	5	3	2	ปานกลาง
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุถึงพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
รวม	3.8	3	4.6	3.8	0.8	ดี
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 สารการเรียนรู้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.2 เนื้อหามีความถูกต้อง เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	3	4	5	4	1	ดี
รวม	3.5	4	5	4.17	0.76	ดี

รายการ	ระดับคุณภาพ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
3. ด้านกิจกรรม						
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	3	4	3.67	0.57	ปานกลาง
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	5	4	1	ดี
3.3 การออกแบบกิจกรรม						
3.3.1 ขั้นกำหนดปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3.3.2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	3	3	4	3.33	0.58	ปานกลาง
3.3.3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล	4	2	5	3.67	1.53	ปานกลาง
3.3.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล	3	2	5	3.33	1.53	ปานกลาง
3.3.5 ขั้นวางแผน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้	4	2	5	3.67	1.53	ปานกลาง

รายการ	ระดับคุณภาพ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
3.3.6 ขั้นตอนการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	2	4	3.33	1.15	ปานกลาง
3.3.7 ขั้นตอนทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3.3.8 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา						
3.4.1 ขั้นกำหนดปัญหา	4	3	5	4	1	ดี
3.4.2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	4	3	5	4	1	ดี
3.4.3 ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล	4	3	5	4	1	ดี
3.4.4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3.4.5 ขั้นวางแผน	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3.4.6 ขั้นตอนการแก้ปัญหา	3	3	4	3.33	0.58	ปานกลาง

รายการ	ระดับคุณภาพ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
3.4.7 ขั้นตอนทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3.4.8 ขั้นตอนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	4	2	4	3.33	1.15	ปานกลาง
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4	3	5	4	1	ดี
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4	3	5	4	1	ดี
3.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4	3	5	4	1	ดี
รวม	3.9	2.8	4.5	3.73	0.87	ปานกลาง
4. ด้านการวัดและประเมินผล						
4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
4.2 วิธีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล	4	3	5	4	1	ดี
4.3 ระบุเกณฑ์การวัดและประเมินผลอย่างชัดเจน	4	3	5	4	1	ดี
4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
รวม	4	3	4.5	3.83	0.76	ปานกลาง

รายการ	ระดับคุณภาพ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
5. ด้านสื่อ						
5.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	3	5	4	1	ดี
5.2 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและระดับชั้นของผู้เรียน	4	3	5	4	1	ดี
5.3 สื่อการเรียนรู้มีคุณภาพ ช่วยส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการวัด	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
5.4 สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ ทันทมัย กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และเข้าร่วมกิจกรรม	4	3	5	4	1	ดี
รวม	4	3	4.8	3.93	0.88	ดี

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective Congruence)

จุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและ
การผลิตปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
2	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
3	0	1	1	2	0.67	สอดคล้องกับจุดประสงค์
4	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
5	1	0	1	2	0.67	สอดคล้องกับจุดประสงค์
6	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
7	1	0	1	2	0.67	สอดคล้องกับจุดประสงค์
8	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
9	0	0	0	0	0	ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
10	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
11	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
12	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
13	1	1	1	3	1	สอดคล้องกับจุดประสงค์
14	0	1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
15	1	1	0	2	0.67	สอดคล้องกับจุดประสงค์
16	0	0	1	1	0.33	ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
17	1	0	1	2	0.67	สอดคล้องกับจุดประสงค์
18	-1	1	1	1	0.33	ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
19	0	0	1	1	0.33	ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
20	1	0	1	2	0.67	สอดคล้องกับจุดประสงค์

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of objective Congruence)

สมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์กับแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย
ผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	การแปลความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
7	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
8	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
9	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
10	0	0	1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
12	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
13	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
14	0	0	0	0	0.33	ไม่สอดคล้อง
15	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
16	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18	0	0	1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินใบกิจกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3			
1. คำชี้แจงในทางปฏิบัติ	4	3	5	4	1	ดี
2. รูปแบบชิ้นงาน	4	3	5	4	1	ดี
3. ภาษาที่ใช้	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
4. เนื้อหา	3	3	5	3.67	1.15	ปานกลาง
5. ความชัดเจนของข้อคำถาม	4	4	4	4	0	ดี
รวม	3.8	3.2	4.6	3.87	0.70	ดี

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด
 สะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง
 วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3			
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2. รูปแบบและโครงสร้างครบถ้วน และมี จัดเรียงลำดับที่เหมาะสม	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
3. มีคำชี้แจงแนวทางการสะท้อนผลที่ ชัดเจน	4	3	4	3.67	0.58	ปานกลาง
4. ประเด็นคำถามครอบคลุมสำหรับ การเก็บข้อมูลในการนำมาพัฒนาแผน การจัดการเรียนรู้และการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์	4	4	4	4	0	ดี
5. ข้อคำถามมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	3	4	5	4	1	ดี
6. มีการแยกและอธิบายขั้นตอนการจัด การเรียนรู้ในการสะท้อนผลที่ชัดเจน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
รวม	3.83	3.67	4.5	4	0.44	ดี

ภาคผนวก ง ผลคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

1. คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
2. ความถี่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ตาราง 19 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

คนที่	คะแนนเต็ม 15 คะแนน		คนที่	คะแนนเต็ม 15 คะแนน		คนที่	คะแนนเต็ม 15 คะแนน	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน		ก่อน เรียน	หลัง เรียน		ก่อน เรียน	หลัง เรียน
1	6	10	21	6	10	41	8	10
2	9	12	22	6	9	42	8	11
3	9	11	23	8	11	43	9	12
4	7	10	24	6	10	44	9	11
5	7	10	25	9	12	45	4	9
6	8	12	26	11	13	46	7	10
7	8	11	27	8	11	47	8	10
8	8	11	28	7	11	48	8	11
9	6	10	29	7	10	49	7	10
10	5	10	30	8	10	เฉลี่ย	7.37	10.57
11	8	10	31	9	11			
12	4	9	32	8	10			
13	7	10	33	10	12			
14	6	10	34	6	10			
15	9	12	35	6	9			
16	11	13	36	10	11			
17	8	11	37	3	8			
18	5	11	38	5	9			
19	6	11	39	5	10			
20	9	11	40	9	12			

ตาราง 20 แสดงความถี่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ข้อ ที่	สมรรถนะของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	19	25
2	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	19	24
3	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	3	7
4	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	13
5	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	7	10
6	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	36	41
7	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	44	47
8	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	36	38
9	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	12	15
10	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	33	38
11	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	38	41
12	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1	4
13	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	31	33
14	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	33	39
15	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์	36	42

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	วรรณิสา ร้อยกรอง
วัน เดือน ปี เกิด	7 พฤษภาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	54/1 หมู่ 3 ตำบลวัดเกาะ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย 64120
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2554	กศ.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร