



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการ
ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ
เปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1



ญาดา มาบุญฉื้อ

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการ
ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ
เปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E
ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมิน
และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลม
ฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1"

ของ ญาดา มาบุญฉือ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา ศรีพันธ์)

หัวหน้าภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	ญาดา มาบุญธื้อ
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2567
คำสำคัญ	สะเต็มศึกษา, สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา จำนวน 34 คน ที่ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จำนวน 2 แผน ใช้เวลาสอน 11 ชั่วโมง 2) แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-test for dependent samples)

ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา ขั้นที่ 2

ชั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง ชั้นที่ 3 ชั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง ชั้นที่ 4 ชั้นสร้างชิ้นงาน ชั้นที่ 5 ชั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ ชั้นที่ 6 ชั้นนำความรู้ไปใช้ และชั้นที่ 7 ชั้นสะท้อนผล และเมื่อนำไปทดลองใช้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5992 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น 0.5992 คิดเป็นร้อยละ 59.922 2) สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด



Title	A DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITES BASED ON INQUIRY PROCESS (5E) WITH ENGINEERING DESIGN PROCESS BASED ON STEAM EDUCATION TO PROMOTE SCIENTIFIC INQUIRY PROCESS EVALUATING EVALUATION AND DESIGN COMPETENCY ABOUT THE PROCESS OF CHANGING WEATHER FOR MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS.
Author	Yada Maboonlue
Advisor	Assistant Professor Chamnan Panawong, Ed.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Educational Research and Evaluation - (Plan B), Naresuan University, 2024
Keywords	STEAM Education, Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency, Engineering Design Process

ABSTRACT

This objective of this researching was to 1) to create and find the effectiveness index of learning activites based on inquiry process (5E) with Engineering Design Process based on STEAM Education to Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency about the process of changing weather for Mathayomsuksa 1 students. 2) to study the effects of using learning activities, and 3) to examine the satisfaction of First-year secondary school students towards these learning activities. The sample in this researching consists of Mathayomsuksa 1 students .In the First-year at Fakhawitthaya School, there were 34 students selected through purposive sampling. The researching tools included: 1) learning activities based on the (5E) with Engineering Design Process based on STEAM Education to Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency about the process of changing weather, consisting of 2 lesson plans and taking 11 hours of instruction; 2) a competency assessment tool for evaluating and designing the inquiry process in science; and 3) a students satisfaction assessment form. Data were analyzed using statistics, including mean, standard deviation, and non- independent variable t-test

statistics. (t-test for dependent samples)

The results of the study were as follows: 1) the learning activities based on inquiry process (5E) with Engineering Design Process based on STEAM Education to Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency about the process of changing weather , consist of 7 learning steps: Step 1 is to create a situation and identify the problem, Step 2 Step of exploration, Inquiry process, and connection. Step 3 Design, plan, and create a model. Step 4 Create the workpiece. Step 5 Summarize lessons, evaluate, and present results. Step 6 Apply the knowledge. Step 7 Reflection and when applied, the effectiveness index is 0.5992, indicating that the learning activities created by the researcher have led to a 0.5992 increase in students learning progress, which is equivalent to 59.92%. 2) The competency in assessing and designing the inquiry-based learning process in science for Mathayomsuksa 1 students secondary school students after learning through the 5E inquiry-based learning activities combined with the Engineering Design Process based on the STEAM Education concept regarding weather change processes was statistically higher than before learning at the .05 level. 3) The satisfaction with the learning management using the (5E) inquiry-based learning activities combined with the Engineering Design Process based on the STEAM Education concept regarding weather change processes shows that students are highly satisfied overall.

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าอิสระด้วยความกรุณาและความเอาใจใส่เสมอ มา อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอี่ยมพร หลินเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉันทบุรณ์ ถาวรวรรณ อาจารย์ ดร.บรรจง เชื้อเมืองพาน นางจันทนา ถิ่นจอม และ นายกิตติพิชญ์ สภานุชาต ที่ท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนพากท่าวิทยา อำเภอพากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นอย่างดี ทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และครูอาจารย์ในทุกระดับ การศึกษาทุกท่าน หากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ประการใด ขอมอบสิ่งดีงาม เหล่านั้นให้แก่ท่านผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ได้กล่าวมา ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าอิสระ ฉบับนี้

ญาติ มาบุญถือ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฒ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง.....	14
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	19
การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.....	31
การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา.....	33
การวัดความพึงพอใจ.....	42

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45
กรอบแนวคิดการวิจัย	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	50
ตอนที่ 1 สร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	51
ตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	69
ตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	72
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	79
ตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	80

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมิน และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 1	88
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรม การเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมิน และออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	102
บทที่ 5 บทสรุป.....	105
สรุปผลการวิจัย.....	105
อภิปรายผล	111
ข้อเสนอแนะ	115
บรรณานุกรม.....	116
ภาคผนวก.....	122
ประวัติผู้วิจัย	253

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว 2.2 มาตรฐาน ว 2.3 และมาตรฐาน ว 3.2 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	15
ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว21102 ที่เกี่ยวกับเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	18
ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง เวลา และน้ำหนักคะแนน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ.....	19
ตาราง 4 แสดงบริบทสำหรับการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2022.....	21
ตาราง 5 แสดงความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ PISA 2022	26
ตาราง 6 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	37
ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ หัวข้อ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	53
ตาราง 8 แสดงขอบข่ายของเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	56

ตาราง 9 แสดงการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ
คณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E
ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....58

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ
ลักษณะของข้อสอบ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 163

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็ม
ศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 182

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปี
ที่ 184

ตาราง 13 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบ
เสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อ
ส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับ
กลุ่มตัวอย่าง (Try out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา จำนวน 30 คน
.....87

ตาราง 14 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตาม
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตาม

แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	89
ตาราง 15 แสดงผลการศึกษาคความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1	103
ตาราง 16 แสดงข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 วัน ระหว่างวันที่ 1 - 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2567	141
ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสมรรถนะการออกแบบและประเมินทางวิทยาศาสตร์ของแบบวัดสมรรถนะการออกแบบและประเมินทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 186	
ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	189
ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บุรณการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ).....	192
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา	

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บุรณาการสะสมเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกในอนาคต).....	195
ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามแบบประเมินความพึงพอใจ ของนักเรียนกับนิยามศัพท์เฉพาะด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา และด้านครูผู้สอน	197
ตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) รายชื่อของ แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด	200
ตาราง 23 แสดงผลการทดสอบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน	201

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2022.....	20
ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย	49
ภาพ 3 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มในชั้นสร้างสถานการณ์และระบุ ปัญหา ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วม ฉับพลัน.....	91
ภาพ 4 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มในชั้นสร้างสถานการณ์และระบุ ปัญหา ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บูรณาการสะเต็มรับมือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โลก.....	92
ภาพ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มในชั้นสำรวจ สืบค้น และเชื่อมโยง	94
ภาพ 6 ตัวอย่างการออกแบบวิธีการตรวจสอบจากสถานการณ์ที่กำหนด.....	95
ภาพ 7 ตัวอย่างการออกแบบและสร้างแบบจำลองนวัตกรรมเพื่อเฝ้าระวังและป้องกัน ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด.....	96
ภาพ 8 การสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	97
ภาพ 9 ตัวอย่างการนำชิ้นงานไปเก็บข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเป็นเวลา 6 วัน ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	98
ภาพ 10 ตัวอย่างการนำชิ้นงานไปเก็บข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเป็นเวลา 6 วัน ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	99
ภาพ 11 ตัวอย่างนักเรียนร่วมกันสังเกตวิดีโอที่ค้นและร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการนำ ความรู้ ไปใช้	100
ภาพ 12 นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินวนเพื่อคัดเลือกและร่วมกันประเมินชิ้นงาน ตามเกณฑ์การ ประเมินที่ครูกำหนดให้	101

ภาพ 13 ตัวอย่างแบบประเมินกิจกรรมบูรณาการสะเต็มโดยนักเรียน..... 102

ภาพ 14 กิจกรรมการทดลองการเคลื่อนที่ของอากาศ 135

ภาพ 15 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศในเขตเมืองและชนบท ในช่วงเวลา
กลางวันและกลางคืน..... 146



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 30) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2560)

ปัจจุบันมีการทดสอบเพื่อประเมินผู้เรียนทั้งในระดับชาติและนานาชาติ นอกเหนือจากการทดสอบแห่งชาติ ได้แก่ โครงการประเมินผลนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Students Assessment) เป็นโครงการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนนานาชาติที่สำคัญ เน้นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัย 15 ปี ที่จะจบการศึกษาภาคบังคับว่าได้รับความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เพียงพอสำหรับการใช้ชีวิต สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล หรือ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) PISA จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน คือ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทาง PISA ประเมินด้านวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) และสำหรับการทดสอบ PISA 2025 จะเน้นการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลักและมีการประเมินเพิ่มเติมด้านการเรียนรู้ในโลกดิจิทัล (Learning in the Digital World) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) จากการรายงานผลประเมินคุณภาพทางการศึกษานานาชาติขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) หรือ The Organization for Economic Cooperation and Development ในโครงการประเมินผลนานาชาติ หรือ PISA ระหว่างปี 2015 - 2022 ผลการประเมินพบว่า ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ OECD คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยเป็น 409 และค่าเฉลี่ย OECD ที่คะแนนเฉลี่ยมาตรฐานอยู่ที่ 485 (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567, น. 9) ทั้งนี้ทางโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากลและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA-Like ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นข้อสอบที่สอดคล้องกับกรอบการประเมินของ PISA สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์เน้นการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งมีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558) จากผลการทดสอบความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนพากท่าวิทยาผ่านระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA-Like นี้พบว่า ด้านสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนน้อยที่สุด และจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนพากท่าวิทยา นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้กับสถานการณ์จริงที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาที่สามารถนำไปสู่การออกแบบการทดลองอย่างง่ายได้ ไม่สามารถเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยอ้างอิงเหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนไม่เป็นไปตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน และการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ในสภาพปัจจุบันการ

จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในบางเนื้อหายังเป็นลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง เช่นในกิจกรรมการทดลอง บริบททางโรงเรียนมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ ครูจึงต้องจัดการเรียนรู้ในรูปแบบครูเป็นผู้สาธิตให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลมากกว่าจะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ลดลงโดยเฉพาะสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในปัจจุบัน โดยผู้คนในสังคมปัจจุบันต้องมีความสามารถในการระบุและประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน รวมถึงให้ความสำคัญในการตั้งข้อสงสัยในข้อค้นพบจากแหล่งข้อมูลและสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย โดยนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการออกแบบและวางแผนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และหาคำตอบจากประเด็นปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2565 หน้า 4) เมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA ในปี ค.ศ. 2015-2022 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตัวบ่งชี้และรายละเอียดของสมรรถนะ แต่มีความคล้ายคลึงกับ ค.ศ. โดยสมรรถนะดังกล่าวประกอบด้วยตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ และ 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอให้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่จากการสืบค้น สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม อีกทั้งเป็นการพัฒนาทักษะและสมรรถนะแก่ผู้เรียน ผู้เรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในรูปแบบต่าง ๆ ที่ตอบสนองความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องเลือกใช้รูปแบบการสอน วิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมหลากหลายประกอบกัน เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะเนื้อหาที่มี

เนื้อหาที่อาศัยการทดลอง ปฏิบัติจริง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ แต่การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในบางกิจกรรมต้องใช้ระยะเวลาในบางกิจกรรมทำให้นักเรียนไม่ได้เนื้อหาครบตามที่กำหนด อีกทั้งหากสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูสร้างขึ้นไม่น่าสนใจนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจ ส่งผลให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง จากข้อจำกัดดังกล่าวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา สามารถช่วยลดข้อจำกัดนั้นได้ เนื่องจากสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ใน 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะศาสตร์ (Art) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการสร้างนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงหรือบูรณาการ 5 สาขาวิชากับชีวิตจริงและการทำงาน ผ่านการปฏิบัติควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม สืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สะเต็มศึกษา สสวท., 2559)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา นำมาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ในหัวข้อวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านการสืบเสาะหาความรู้และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมพร้อมทั้งประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในศิลปศาสตร์เข้ามามีส่วนช่วยในการเสริมสร้างสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของตนเองได้

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ได้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตของการวิจัย

ตอนที่ 1 สร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตด้านเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา ได้แก่

1. บุรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ จำนวน 6 ชั่วโมง
2. บุรณาการสะเต็มเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในโลกอนาคต จำนวน 5 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยตอนที่ 1 ได้แก่

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สติมิศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านความตรงของเนื้อหาประกอบด้วย

1.1 อาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา จำนวน 1 คน

1.2 อาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 2 คน

1.3 ครู ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

1.4 ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ มีประสบการณ์ในการนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ จำนวน 1 คน

2. ผู้ให้ข้อมูลในการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน สำหรับใช้ในการทดลองนำร่องและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสติมิศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตด้านเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา ได้แก่

1. บูรณาการสติมิกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ จำนวน 6 ชั่วโมง

2. บูรณาการสติมิเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในโลกอนาคต จำนวน 5 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยตอนที่ 2 ได้แก่

ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน ที่ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา และด้านครูผู้สอน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยตอนที่ 3 ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพาท้าววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน ที่ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนำสาระและทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิชาศิลปะ และวิชาคณิตศาสตร์ มาบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนแสดงถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกันผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์ เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา

1.2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและนำสาระ ทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิชาศิลปะ และวิชาคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ

1.3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกัน

สร้างแบบจำลองเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้

1.4 ขั้นสร้างชิ้นงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบชิ้นงานจากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้

1.5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ หากชิ้นงานที่สร้างขึ้นผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมมือกัน ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพและมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอนถึงแนวทางในการนำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป

1.6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้อย่างเต็มที่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร

1.7 ขั้นสะท้อนผล เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและถามคำถามปลายเปิด

2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยคะแนนจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมาะสมของแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย

3. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่แสดงถึงความสามารถในการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาใช้กับสถานการณ์จริงที่พบเจอในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยความสามารถของนักเรียนที่จะสามารถระบุประเด็นปัญหาที่สามารถนำไปสู่การออกแบบการทดลองอย่างง่ายได้ โดยระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ ที่กำหนดให้จากสถานการณ์อย่างง่าย เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน รวมทั้งอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจ เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นในทางบวกหรือในทางที่ดีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต โดยวัดความพึงพอใจได้จากแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

5.1 ประเมินด้านการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย สื่อและอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมมีความหลากหลายน่าสนใจ ระยะเวลาเพียงพอในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2 ประเมินด้านเนื้อหา หมายถึง การประเมินเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเนื้อหาที่ครบถ้วน กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและหลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับการส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.3 ประเมินด้านครูผู้สอน หมายถึง การประเมินเกี่ยวกับผลผลิตที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถบูรณาการความรู้นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยสามารถวัดได้จากแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้เสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 1.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 1.2 โครงสร้างรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 กรอบการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method)
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
 - 3.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.1 ความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
5. การวัดความพึงพอใจ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตามที่คุณศึกษาได้จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น

ว 3.2 ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 3.2 ม.1/3 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุ ฝนฟ้าคะนองและพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย

ว 3.2 ม.1/4 อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 3.2 ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ

ว 3.2 ม.1/6 อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 3.2 ม.1/7 ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ
มาตรฐาน ว 2.2 มาตรฐาน ว 2.3 และมาตรฐาน ว 3.2 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 2.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	<p>1. เมื่อวัตถุอยู่ในอากาศจะมีแรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทาง แรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของวัตถุนั้นแรงที่อากาศกระทำตั้งฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันอากาศ</p> <p>2. ความดันอากาศมีความสัมพันธ์กับความสูงจากพื้นโลก โดยบริเวณที่สูงจากพื้นโลกขึ้นไป อากาศเบาบางลง มวลอากาศน้อยลง ความดันลดลง</p>
ว 3.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น	<p>1. โลกมีบรรยากาศห่อหุ้ม นักวิทยาศาสตร์ใช้สมบัติและองค์ประกอบของบรรยากาศในการแบ่งบรรยากาศของโลกออกเป็นชั้น ซึ่งแบ่งได้หลายรูปแบบตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปนักวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูงแบ่งบรรยากาศได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นโทรโพสเฟียร์ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ชั้นมีโซสเฟียร์ ชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และชั้นเอกโซสเฟียร์</p> <p>2. บรรยากาศแต่ละชั้นมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน โดยชั้นโทรโพสเฟียร์มีปรากฏการณ์ ลมฟ้าอากาศที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ชั้นสตราโตสเฟียร์ช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ไม่ให้มายังโลกมากเกินไป ชั้นมีโซสเฟียร์ช่วยชะลอวัตถุนอกโลกที่ผ่านเข้ามาให้เกิดการเผาไหม้กลายเป็นวัตถุขนาดเล็ก ลดโอกาสที่จะทำความเสียหายแก่สิ่งมีชีวิตบนโลก ชั้นเทอร์โมสเฟียร์สามารถสะท้อนคลื่นวิทยุ และชั้นเอกโซสเฟียร์เหมาะสำหรับการโคจรของดาวเทียมรอบโลกในระดับต่ำ</p>

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 3.2 ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>1. ลมฟ้าอากาศ เป็นสภาวะของอากาศในเวลาหนึ่งของพื้นที่หนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ ลม ความชื้น เมฆ และหยาดน้ำฟ้า โดยหยาดน้ำฟ้าที่พบบ่อยในประเทศไทย ได้แก่ ฝน องค์ประกอบลมฟ้าอากาศ เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์และลักษณะพื้นผิวโลกส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศและปริมาณไอน้ำส่งผลต่อความชื้น ความกดอากาศส่งผลต่อลม ความชื้นและลมส่งผลต่อเมฆ</p>
<p>ว 3.2 ม.1/3 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุ ฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย</p>	<p>1. พายุฝนฟ้าคะนอง เกิดจากการที่อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเคลื่อนที่ขึ้นสู่ระดับความสูง ที่มีอุณหภูมิต่ำลงจนกระทั่งไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นละอองน้ำและเกิดต่อเนื่องเป็นเมฆขนาดใหญ่ พายุฝนฟ้าคะนองทำให้เกิดฝนตกหนัก ลมกรรโชกแรง ฟ้าแลบฟ้าผ่า ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน</p> <p>2. พายุหมุนเขตร้อนเกิดเหนือนมหาสมุทรหรือทะเล ที่น้ำมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 26-27 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทำให้อากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงบริเวณนั้นเคลื่อนที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นบริเวณกว้าง อากาศจากบริเวณอื่นเคลื่อนเข้ามาแทนที่และพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางของพายุ ยิ่งใกล้ศูนย์กลาง อากาศจะเคลื่อนที่พัดเวียนเกือบเป็นวงกลมและมีอัตราเร็วสูงที่สุด พายุหมุนเขตร้อนทำให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง ฝนตกหนักซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงควรปฏิบัติตนให้ปลอดภัยโดยติดตามข่าวสาร การพยากรณ์อากาศและไม่เข้าไปอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย</p>
<p>ว 3.2 ม.1/4 อธิบายการการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์</p>	<p>1. การพยากรณ์อากาศ เป็นการคาดการณ์ลมฟ้าอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยมีการตรวจวัดองค์ประกอบ</p>

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>ลมฟ้าอากาศ การสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศระหว่างพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างคำพยากรณ์อากาศ</p>
<p>ว 3.2 ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ</p>	<p>1. การพยากรณ์อากาศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่นการใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคม การเกษตร การป้องกัน และเฝ้าระวังภัยพิบัติทางธรรมชาติ</p>
<p>ว 3.2 ม.1/6 อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>1. ภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยปัจจัยทางธรรมชาติ แต่ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่บรรยากาศ แก๊สเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุด ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรคาร์บอน</p>
<p>ว 3.2 ม.1/7 ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก</p>	<p>1. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกที่เกิดขึ้น ส่งผลจากการกระทำของมนุษย์ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มนุษย์จึงต้องหาแนวทางในการปฏิบัติตนและแก้ไขจากผลกระทบที่เกิดขึ้น</p>

2. โครงสร้างรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว21102

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา ว21102 ที่เกี่ยวกับเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
6	กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ				
6.1	บรรยากาศของเรา	ว 2.2 ม.1/1 ว 3.2 ม.1/1	- องค์ประกอบของ อากาศ - ชั้นบรรยากาศ	3	5
	อุณหภูมิกอากาศ	ว 3.2 ม.1/2	- อุณหภูมิกอากาศ	3	2
	ความกดอากาศ และลม		- ความกดอากาศ - การเกิดลม	4	3
	ความชื้นในอากาศ		- ความชื้นสัมบูรณ์ - ความชื้นสัมพัทธ์	3	2
	เมฆและฝน	ว 3.2 ม.1/2	- การเกิดเมฆและฝน	3	3
	การพยากรณ์ อากาศ	ว 3.2 ม.1/4 ว 3.2 ม.1/5	- การพยากรณ์อากาศ - แผนที่อากาศ	3	5
	พายุ	ว 3.2 ม.1/3	- พายุฝนฟ้าคะนอง - พายุหมุนเขตร้อน	3	5
	การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	ว 3.2 ม.1/6 ว 3.2 ม.1/7	- การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก - ผลกระทบ	3	5
รวมหน่วยการเรียนรู้ที่ 6				25	

ทั้งนี้จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการในหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ร่วมกับแนวคิดสะเต็ม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 แผน รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง เวลา และ น้ำหนักคะแนน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

หน่วยการเรียนรู้	ลำดับ แผนที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
การเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ	1	บูรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและ สถานการณ์เปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ	6
	2	บูรณาการสะเต็มเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกในอนาคต	5
รวม			11

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ดังนี้ 1) องค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศ และ 2) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคต จากนั้นนำไปจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน เป็นระยะ 4 สัปดาห์ จำนวน 11 ชั่วโมง ประกอบด้วย

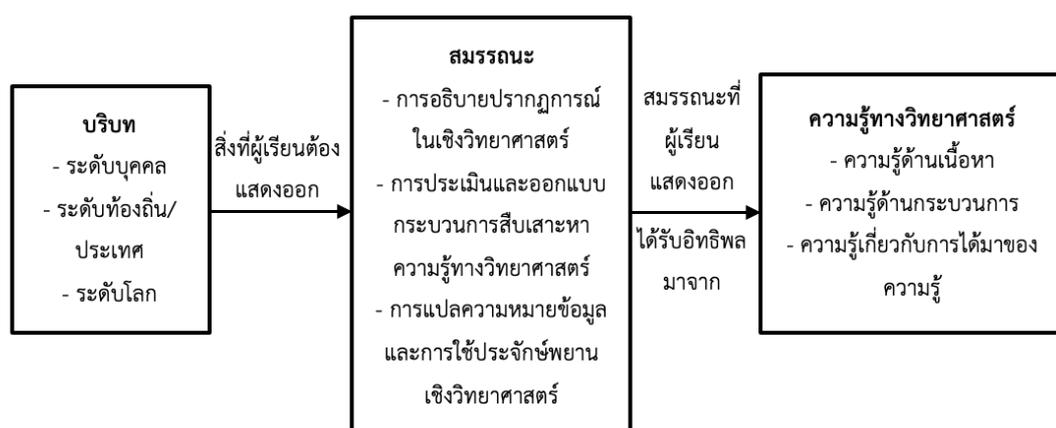
1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บูรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์เปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ จำนวน 6 ชั่วโมง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บูรณาการสะเต็มเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคต จำนวน 5 ชั่วโมง

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกล่าวถึง การรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 11) เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนทุกคนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งรวมถึง ความรู้มิติต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา กระบวนการ แสวงหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีด้วย ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ PISA ต้องการหาตัวชี้วัดว่านักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิด พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มากน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหา ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ทั้งนี้ เพื่อหาคำตอบให้กับระดับนโยบายและระดับปฏิบัติในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประเด็นหลักที่ PISA ให้ความสำคัญในการประเมินผลวิทยาศาสตร์ คือ การประเมินผลต้องให้ความชัดเจนกับสมรรถนะที่เหมาะสมกับนักเรียน 15 ปีว่า ควรจะรู้อะไร ทำอะไรได้ และให้คุณค่ากับอะไรบ้าง ภายในขอบเขตของบริบทส่วนตัว บริบทของสังคม และบริบทของโลก ซึ่งประเด็นนี้อาจแตกต่างจากการเรียน การสอนและการประเมินผลตามปกติในโรงเรียน นิยามของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ PISA 2022 ให้นิยามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย บริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันเนื่องจากแบบวัดของ PISA 2022 อยู่ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต สถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก โดยผู้เรียนต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองนี้ขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้



ภาพ 1 แสดงกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2022

1.1 สถานการณ์และบริบทของวิทยาศาสตร์

การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA 2022 ให้ความสำคัญในการประเมิน คือ การใช้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่ใ้มีมากขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้น ปัญหาแบบเดียวกันแต่ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ต่างกัน วิธีการที่เลือกใช้ก็จะต่างกัน ดังนั้นในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จึงมีการจัดสถานการณ์หรือจำกัดบริบทของภารกิจในการประเมินสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากหลักสูตรเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามเรื่องวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งสถานการณ์และบริบทในการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1.1.1 ระดับบุคคล คือ วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ครอบครัวหรือเพื่อน

1.1.2 ระดับท้องถิ่น/ประเทศ คือ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับประเด็นกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์

1.1.3 ระดับโลก คือ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบสืบเนื่องถึงสังคมโลกหรือต่อโลกอนาคต

ซึ่งสถานการณ์ในการประเมินมีความเกี่ยวข้องและเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตจริงของนักเรียน ไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวเอง ครอบครัว ชุมชนหรือสถานการณ์ของโลก แบ่งบริบทในการประเมินออกเป็น 5 เรื่อง ได้แก่ สุขภาพและโรคภัย ทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม ภัยอันตราย และความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

ตาราง 4 แสดงบริบทสำหรับการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2022

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ประเทศ	ระดับโลก
สุขภาพและโรคภัย	การดูแลรักษาสุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	การควบคุมโรค การแพร่ เชื้อในสังคม การเลือก อาหาร สุขภาพชุมชน	การระบาดของโรคที่ แพร่กระจายไปทั่วโลก
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้วัสดุต่าง ๆ และ พลังงาน	การควบคุมขนาด ประชากรมนุษย์ คุณภาพ ชีวิต ความมั่นคง การผลิต และการกระจายอาหาร	แหล่งพลังงาน หมุนเวียนและ พลังงานที่ใช้แล้วหมด ไป การเติบโตของ

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ประเทศ	ระดับโลก
		การจัดหาพลังงาน	ประชากร การใช้ ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ชนิดต่าง ๆ อย่าง ยั่งยืน
คุณภาพ สิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม การใช้และ การกำจัดวัสดุและ อุปกรณ์	การกระจายของประชากร การจัดการกับขยะ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ความหลากหลายทาง ชีวภาพ ความยั่งยืน ของระบบนิเวศ การ ควบคุมมลพิษ การ เกิดและการสูญเสียดิน/มวลชีวภาพ
ภัยอันตราย	การประเมินความเสี่ยง ในการเลือกดำเนินชีวิต	การประเมินความเสี่ยง จากการเปลี่ยนแปลง กะทันหัน (แผ่นดินไหว สภาพอากาศเลวร้าย) การเปลี่ยนแปลงอย่าง ช้า ๆ และต่อเนื่อง (การ กัดเซาะชายฝั่ง การเกิด ตะกอน)	การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ผลกระทบ จากการติดต่อสื่อสาร ยุคใหม่
ความก้าวหน้าของ วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	แง่มุมทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานอดิเรก เทคโนโลยีที่ใช้ส่วนบุคคล กิจกรรมทาง ดนตรีและกีฬา	วัสดุ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การตัด แปรรูปนวัตกรรม เทคโนโลยี เกี่ยวกับสุขภาพ การ คมนาคมขนส่ง	การสูญพันธุ์ของ สิ่งมีชีวิต การสำรวจ อวกาศ จุดกำเนิด โครงสร้างของเอกภพ

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้บริบทอย่างหลากหลายที่มีความเชื่อมโยงกับเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ซึ่งเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและมีความ

สอดคล้องกับสถานการณ์ในบริบทของ PISA 2022 เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยการกระตุ้นความสนใจและตระหนักถึงคุณค่าของบริบทจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำความรู้มาใช้ในการออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

1.2 การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์และการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ

PISA

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2566, น. 124) ได้ร่วมมือกับองค์การเพื่อความร่วมมือ ทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ดำเนินโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียนหรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) การประเมินนักเรียนจะวัดทั้ง 3 ด้าน ดังกล่าวไปพร้อมกัน แต่จะเน้นหนักในด้านใดด้านหนึ่งในแต่ละรอบการประเมิน ซึ่งความฉลาดรู้ทั้งสามด้านนี้ ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมี เพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ สำหรับรอบการประเมิน PISA 2025 เน้นด้านวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินหลักครั้งที่สามถัดจาก PISA 2015 และ PISA 2012 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป

การประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025 มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการวัดความสามารถของนักเรียนในการมีส่วนร่วมกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ในฐานะพลเมืองที่รู้จักไตร่ตรอง การมีส่วนร่วมในการสนทนาอภิปรายอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ที่ดีในเรื่องของข้อเท็จจริงและทฤษฎี ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังต้องมีความรู้ในเรื่องขั้นตอนและวิธีการ มาตรฐานที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ด้านความเป็นเหตุเป็นผลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพิสูจน์ค่ากล่าวอ้างเพื่อ

ประเมิน (หรือออกแบบ) การสืบค้นทางวิทยาศาสตร์และการตีความหลักฐานหรือประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเรื่องการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์และการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ PISA สรุปได้ว่า การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดย PISA ได้กำหนดขอบข่ายความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ที่รวมทั้งบริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ให้ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ได้กล่าวว่า PISA ประเมินด้านวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้

2.2.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึงมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 2) ระบุใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 3) สร้างและตรวจสอบความถูกต้องของการทำนายผลทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล
- 4) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 5) อธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อ

ประโยชน์ของสังคม

2.2.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- 1) ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

2.2.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- 1) แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น
- 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์อินเทอร์เน็ต และวารสาร

จากการศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะตามกรอบการประเมิน PISA 2022 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่มีความสำคัญมีความสำคัญในปัจจุบัน โดยผู้คนในสังคมปัจจุบันต้องมีความสามารถในระบุและประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน รวมถึงให้ความสำคัญในการตั้งข้อสงสัยในข้อค้นพบจากแหล่งข้อมูลและสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่าย

โดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย โดยนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการออกแบบและวางแผนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และหาคำตอบจากประเด็นปัญหา (OECD, 2013, pp. 14-17)

2.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2022 แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดย PISA เลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ทั้งนี้มีเกณฑ์การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

- 1) เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง
- 2) แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งถูกสร้างและใช้ได้อย่างยาวนาน
- 3) เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนอายุ 15 ปี

ตาราง 5 แสดงความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ PISA 2022

ระบบทางกายภาพ

1. โครงสร้างของสสาร (เช่น แบบจำลองอนุภาค และพันธะ)
2. สมบัติของสสาร (เช่น การเปลี่ยนสถานะ การนำความร้อนและการนำไฟฟ้า)
3. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร (เช่น ปฏิกิริยาเคมี การถ่ายโอนพลังงาน กรด/เบส)
4. การเคลื่อนที่และแรง (เช่น ความเร็ว ความเสียดทาน) และแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยส่งผลของแรงมาจากระยะไกล (เช่น แรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า)
5. พลังงานและการเปลี่ยนรูปของพลังงาน (เช่น การอนุรักษ์พลังงาน การสูญเสียพลังงาน ปฏิกิริยาเคมี)
6. อันตรกิริยาระหว่างพลังงานและสสาร (เช่น คลื่นแสงและคลื่นวิทยุ คลื่นเสียงและคลื่นไหวสะเทือน)

ระบบสิ่งมีชีวิต

1. เซลล์ (เช่น โครงสร้างและหน้าที่ DNA เซลล์พืชและเซลล์สัตว์)
 2. แนวความคิดเรื่องสิ่งมีชีวิต (เช่น สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์)
มนุษย์ (เช่น สุขภาพ โภชนาการ ระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ซึ่งรวมทั้งการย่อย การหายใจ การหมุนเวียนเลือด การขับถ่าย การสืบพันธุ์ ความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ)
 3. ประชากร (เช่น สายพันธุ์ การวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ ความแปรผันทางพันธุกรรม)
 4. ระบบนิเวศ (เช่น โข่อาหาร การถ่ายทอดสารและพลังงาน)
 5. ไบโอสเฟียร์ (เช่น ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ ความยั่งยืนของระบบนิเวศ)ระบบของโลกและอวกาศ (Earth and Space Systems)
-

ระบบของโลกและอวกาศ

1. โครงสร้างของระบบโลก (เช่น พื้นดิน พื้นน้ำ บรรยากาศ)
2. พลังงานในระบบโลก (เช่น แหล่งพลังงาน ภูมิอากาศของโลก)

ระบบของโลกและอวกาศ

3. การเปลี่ยนแปลงในระบบโลก (เช่น การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี วัฏจักรธรณีเคมี แรงแดึงและแรงอัด)
 4. ประวัติศาสตร์ของโลก (เช่น ซากดึกดำบรรพ์ กำเนิดและวิวัฒนาการของโลก)
 5. โลกในอวกาศ (เช่น ความโน้มถ่วง ระบบสุริยะ กาแล็กซี)
 6. ประวัติศาสตร์และขนาดของจักรวาล (เช่น ปีแสง ทฤษฎีบิกแบง)
-

2.4 ความรู้ด้านกระบวนการ

เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้เช่น การตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดและลดความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปร และการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสารข้อมูล ซึ่งลักษณะทั่วไปของความรู้ด้านกระบวนการที่จะทดสอบนักเรียน ครอบคลุมถึง

2.4.1 แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

2.4.2 แนวคิดเรื่องการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ (การใช้เครื่องมือวัด) การวัดเชิงคุณภาพ (การสังเกต) การใช้มาตรวัด และการวัดตัวแปรเชิงกลุ่มและตัวแปรต่อเนื่อง

2.4.3 วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การทำซ้ำและการหาค่าเฉลี่ยจากการวัด

2.4.4 กลไกที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการทำซ้ำและความถูกต้องของข้อมูล

2.4.5 การสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง กราฟ และแผนภูมิอย่างเหมาะสม

2.4.6 วิธีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และบทบาทของตัวแปรในการออกแบบการทดลอง

2.4.7 ลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองการสำรวจตรวจสอบภาคสนาม หรือการสืบค้นข้อสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ

2.5 ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้

เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถามการสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่จำเป็นต่อความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

2.5.1 การสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึงประเด็นดังนี้

1) ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2) วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งต่างจาก วัตถุประสงค์และเป้าหมายของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสร้างวิธีแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ให้มากที่สุด จึงต้องพิจารณาถึงคำถามและข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี

3) คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น ความมุ่งมั่นในการตีพิมพ์ผลงาน การไม่เอาเรื่องส่วนตัวมาเกี่ยวข้องและการขจัดอคติ

4) ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอนุมาน การอุปมาน การลงข้อสรุปเพื่อหาคำอธิบายที่ดีที่สุด การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง การใช้แบบจำลอง

2.5.2 ลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึงประเด็นดังนี้

1) คำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

2) บทบาทของการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้หลากหลายรูปแบบ ในการสร้างความรู้ กำหนดเป้าหมาย (เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและระบุรูปแบบ) และการออกแบบ (การสังเกต การควบคุมการทดลอง การวิจัยเชิงความสัมพันธ์)

3) ความผิดพลาดในการตรวจวัดส่งผลต่อความเชื่อมั่นในความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4) การใช้ บทบาท และข้อจำกัดของแบบจำลองที่เป็นรูปธรรม แบบจำลองที่เป็นระบบและแบบจำลองที่เป็นนามธรรม

5) บทบาทของการทำงานแบบร่วมมือกัน การวิพากษ์วิจารณ์ และการตรวจสอบคุณภาพจากผู้อื่นในการสร้างความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์

6) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการระบุถึงปัญหาทางสังคมและเทคโนโลยี

3. การสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาข้อสอบตามแนวทางของ PISA ในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยพัฒนาข้อสอบของ PISA ประกอบด้วย ข้อสอบเลือกตอบ ข้อสอบเขียน โดยมีการศึกษารูปแบบข้อสอบดังนี้

รูปแบบของข้อสอบ

ตามที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 21-22) ได้กล่าวถึงข้อสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า ข้อสอบแต่ละหน่วยประกอบด้วยสถานการณ์ ของข้อสอบ ซึ่งอาจจะเป็นในรูปของข้อเขียนสั้น ๆ หรือเนื้อความที่มีตาราง แผนภาพ หรือกราฟ ประกอบ หรือตัวข้อสอบหรือคำถาม แต่ละหน่วยข้อสอบหรือคำถามอาจมี 4 ข้อ ที่ประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ หรือความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเกือบทุกหน่วยจะประเมินมากกว่าหนึ่งสมรรถนะ และความรู้มากกว่าหนึ่งอย่าง

แบบของข้อสอบมีสามแบบด้วยกันดังนี้

1. ข้อสอบที่มีตัวเลือกตอบ มีประมาณหนึ่งในสามของข้อสอบทั้งหมดให้นักเรียนเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก

2. อีกหนึ่งในสามส่วนมีทั้งส่วนที่นักเรียนต้องเขียนตอบ อาจเป็นเขียนตอบสั้น ๆ หรือเลือกตอบเชิงซ้อน

3. ส่วนที่สามเป็นข้อสอบแบบเปิดที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบอย่างอิสระ

การตรวจให้คะแนน

แม้ข้อสอบปกติจะเป็นการให้คะแนนอย่างไรก็ตาม คือ มีคะแนนกับไม่มีคะแนนแต่ข้อสอบประเภทเลือกตอบเชิงซ้อน หรือตอบอิสระจะมีคะแนนบางส่วน ให้ด้วยสำหรับการตอบที่มีส่วนถูกบ้าง หรือมีการให้เหตุผลบางอย่างที่สอดคล้องกับคำอธิบาย แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด คู่มือการตรวจให้คะแนนข้อสอบประเภทนี้ จะแยกคำตอบของนักเรียนออกจากกันตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ สามอย่างด้วยกัน คือ คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน และไม่มีคะแนน

การให้คะแนนเต็มนักเรียนบางครั้งอาจจะไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามเนื้อหาวิชาที่เดียวแต่นักเรียนได้แสดงว่ามีความรู้ความเข้าใจ สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงว่าเป็นผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับของเด็กอายุ 15 ปี บางครั้งแม้คำตอบอาจจะไม่เหมือนกัน ก็อาจมีคะแนนเต็มเท่ากัน ถ้านักเรียนแสดงออกให้เห็นว่ามีความเข้าใจในเรื่องราว มีการใช้เหตุผลได้สอดคล้อง ส่วนคำตอบที่ความถูกต้องลดลง ก็จะได้ คะแนนบางส่วน ส่วนคำตอบที่มีคะแนน เป็นคำตอบที่ไม่ได้ตอบคำถามที่โจทย์ต้องการ ไม่สมเหตุสมผล อาจตอบถูกแต่ไม่มีคำอธิบายหรืออธิบายผิด ให้เหตุผลผิด หรือ บางครั้งดูเหมือนคำตอบถูกแต่นักเรียนลอกข้อความจากตัวคำถามมาตอบ พวกนี้จะไม่ให้คะแนนให้

ในทางปฏิบัติจริง ๆ การตรวจให้คะแนน PISA ไม่ได้ให้เป็นคะแนน แต่ให้เป็นรหัสคะแนนเป็นการตรวจที่ให้วิธีให้รหัสคำตอบ โดยคู่มือการให้รหัสคำตอบจะกำหนดรหัสเป็น คะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน หรือไม่มีคะแนน และทุกข้อจะมีเกณฑ์การตอบและตัวอย่างที่จะได้ รหัสในกลุ่มแล้วรหัสจะถูกนำไปเปลี่ยนเป็นคะแนนภายหลัง และข้อสอบแต่ละข้อก็อาจกำหนด รหัสต่างกัน การให้รหัสสำหรับคะแนนเต็มหรือคะแนนบางส่วนมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์ การเรียนรู้ของนักเรียน หรือจุดอ่อนที่ครูสามารถให้ข้อมูลกลับได้ เพราะบางครั้งนักเรียนอาจได้ คะแนนเต็มเหมือนกันแต่ใช้เหตุผลต่างกัน หรือไม่ได้คะแนนเหมือนกันแต่ผิดด้วยสาเหตุต่างกัน การให้รหัสคะแนนทำให้ครูทราบว่านักเรียนส่วนใหญ่ผิดหรือถูกอย่างไร

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ตามที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการ เปลี่ยนแปลงของโลก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ออกเป็นข้อสอบเลือกตอบ ข้อสอบตอบ แบบเชิงซ้อน ข้อสอบแบบเปิด (เขียนตอบอิสระ)

1. กำหนดเกณฑ์การพิจารณาในการให้คะแนนของข้อสอบเลือกตอบอิสระ ดังนี้
 - 1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง
 - 0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

ดังนี้

2. กำหนดเกณฑ์การพิจารณาในการให้คะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามผิด

3. กำหนดเกณฑ์การพิจารณาในการให้คะแนนของข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนเขียนตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วน

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงกับคำถาม หรือ

ไม่ได้ตอบคำถาม

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)

ทิตนา แคมมณี (2562, น. 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นการสืบสอบ (Inquiry-Based Instruction) หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ประเวศ เวชชะ และคณะ (2566) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการสอนที่ดึงดูดผู้เรียนอย่างกระตือรือร้นในกระบวนการสร้างความรู้ผ่านการสร้างคำถามที่ตอบได้ แนวทางนี้เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาและแบบโครงงาน ซึ่งผู้เรียนจะใช้แนวคิดในการสอบถามในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งหรือในการพัฒนาและทำโครงการให้เสร็จสิ้นด้วยชุดคำตอบที่ค่อนข้างปลายเปิด การแสวงหาดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้ภายในบริบทของการมอบหมายงานระยะสั้นหรืองานระยะยาว สถานการณ์การเรียนรู้ดังกล่าวอาจมีโครงสร้างเป็นทางการหรือไม่เป็นทางการและใช้รูปแบบมากมาย

กมลฉัตร กล่อมอิม (2562) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลสามารถนำองค์ความรู้ที่นำมาแก้ปัญหาได้โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการตั้งคำถาม ประสบการณ์หรือความรู้เดิม และลงมือสืบเสาะหาความรู้เพื่อค้นหาคำตอบหรือข้อสรุปของผู้เรียนด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาจากกลุ่ม BSC (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวัฏจักร: รูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม ซึ่งเป็นความรู้แนวคิดของผู้เรียนเอง (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2562, น. 129-130) ซึ่งการจัดการเรียนรู้จะมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ เรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียนโดยจุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้คือการทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียนนี้ ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับ ปัจจุบันเข้าด้วยกันซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอดกระบวนการ หรือทักษะและเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอดกระบวนการหรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ผู้เรียน มีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอดกระบวนการและทักษะ โดยจะต้องมีการให้เวลาและให้โอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหา สิ่งผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคนหลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอดกระบวนการและทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจค้นหาซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนา ความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหาโดยผู้สอนนั้น ควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะหรือพฤติกรรม การเรียนรู้พวกอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมในผู้สอนควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบาย รายละเอียดแต่จะต้องเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางผู้เรียนจะได้พัฒนาความสามารถ ในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเองบทบาทของผู้สอนเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจนใน

ที่สุดผู้เรียนจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจโดยเชื่อมโยง ประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่ผู้เรียนรู้อีกด้วยกัน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางลึกซึ้งยิ่งขึ้นอีกทั้งยัง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการในกรณีและผู้เรียน ไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจ และค้นหาเท่านั้นดังนั้นควรจะมีการให้ประสบการณ์ใหม่เพื่อผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้นโดยมีเป้าหมายที่สำคัญ ของท่านนี้คือผู้สอนควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้ ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดกระบวนการและทักษะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ เกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเองระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ ของรูปแบบการสอนผู้สอนจะกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของตนเองและผู้สอนยังสามารถประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนได้อีกด้วย

การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษา

Yakman (2014) กล่าวถึงความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เดิมซึ่งเป็นการบูรณาการหลายกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (S: Science), เทคโนโลยี (T: Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering), ศิลปะศาสตร์ (A: Art) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวกันทางการสอน โดยการเพิ่มศิลปะศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงโดยเน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM ประกอบไปด้วยศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความเป็นวิชาการสูง เน้นตรรกะการคำนวณทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เน้นการใช้สมองซีกซ้ายมาก ดังนั้นจึงมีการนำศิลปะศาสตร์เข้ามาผสมผสานความคิดสร้างสรรค์หรือการประดิษฐ์ผลงานออกมาโดยการนำศิลปะศาสตร์เข้าไปผสมผสาน เป็นการลดความเป็นวิชาการให้สมองซีกขวาได้ทำงานด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสมองซีกซ้ายและซีกขวา

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM หมายถึงการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ซึ่งประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ รวมกันอย่างลงตัว

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ว่าสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการหลายกลุ่มสาระวิชาที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบ STEM โดยมีการบูรณาการในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์รวมกันอย่างลงตัว

2. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา

Yakman (2014) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือพีระมิต STEAM ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้ ได้ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็น การศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับขั้นของปิรามิต

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้แบ่งตามศาสตร์ (Decapitnes Specific) เป็นการศึกษาขั้น ตริจะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสมสำหรับช่วงขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะ เป็นการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่ มุ่งเน้น วิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่าง ชัดเจนหรือ เป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มีจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/หรือโปรเจ็ค ซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับขั้นเหมาะกับเด็กระดับขั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการ เนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่น้อยไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็น ภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุก เพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในโรงเรียนทั่วโลกโดยได้มีการใช้อย่าง แพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบ ความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แนวสะเต็มศึกษา เป็นอย่างดี ที่ผู้เรียนได้ เรียนรู้จากการทำงาน ในบริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียนเป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่ หลากหลาย สามารถ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธีมุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิต ควบคู่กันไปในความ เป็นมาตรฐาน การเรียนรู้จากของจริง การค้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อม และส่งใกล้ ตัวใน ประเทศสหรัฐอเมริกา “สะเต็มศึกษา” (สะเต็มศึกษา) กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ไม่เพียง แค่นำสาระวิชาวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนด้วยกันทั้งนั้นแต่กำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ว่า เพื่อใช้ ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถความเชื่อมั่นและความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มาก

ยิ่งขึ้นจึงสร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียนที่อยากจะ ประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า ปัจจัยพื้นฐานของสติมคือการออกแบบสร้างสรรค์และการสร้างความจับใจโดยที่จัดประสบการณ์ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอยู่บนพื้นฐานความรู้ กระบวนการ ธรรมชาติที่หลากหลายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมูลนิธิแห่งประเทศไทย ภาหสิเพื่อควมก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์ได้นำเสนอแนวทางการนำสตรึมศึกษา นำไป ประยุกต์ใช้โดยมีปัจจัยสำคัญหลักในการนำแนวคิดสติม ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้แก่ บริบท การออกแบบและการสร้างความจับใจตั้งแผนภาพการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนว สติม มี 3 ชั้นหลักดังนี้ชั้นแรกการนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่ เป็นปัญหา ปัจจุบันมีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียนหรือที่เกิดขึ้นบนโลกเพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการ คิดขั้นตอน เช่นเข้าใจหรือวิเคราะห์มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทาง พัฒนาหรือ แก้ไขปัญหาหรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์ชั้นที่ 2 การออกแบบ สร้างสรรค์เพื่อแก้ไข ปัญหาตามสถานการณ์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างมีอิสระโดยมุ่ง จุดหมายสำคัญไม่เพียงแต่ จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แต่อย่างมุ่งเน้นทักษะการสื่อสารการเรียนรู้ ร่วมการแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นของกันและกันกระบวนการออกแบบสร้างสรรค์หรือแนวทางการ แก้ไขปัญหาเริ่มจากผู้เรียน ตัดสินใจในความเป็นจริงคุณค่าและความต้องการจำเป็นในสถานการณ์ นั้น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ ผู้เรียน จะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองขั้นสุดท้ายการสร้างความรู้สึกรักจับใจอัน นับเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำ ที่ผ่านประสบการณ์ในการ ค้นหาค้นหาจากการที่นักเรียนได้ มาการรับรู้ทางแสดงอ เรียนรู้ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ทาง แสดงการเห็นอกเห็นใจผู้อื่นซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้การค้นห อาจเล่นเสริมให้ผู้เรียนมี ความสนใจในวิทยาศาสตร์ อีกทางหนึ่งการนำสตรึมไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ใน หลากหลายประเทศจะขอ ยกตัวอย่างการใช้สตรึมที่ประเทศสหรัฐสังคมนิยมเกาหลีเป็นการนำการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐานเพราะเป็นฐานในการเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้ นักเรียนเห็นและทำความเข้าใจปัญหาในสังคมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดนำความเข้าใจปัญหา และ การคิดการหาวิธีการ แก้ไขปัญหา รวมทั้งการมีส่วนร่วมให้เกิด การอยากค้นหำนำไปสู่การสร้างสรรคและ แนวทางในการแก้ไข ปัญหาโดยนำการบูรณาการสาระวิชาที่ครอบคลุม Stem และศิลปะ ที่เน้นการ สร้างแรงจูงใจด้วยการลงมือปฏิบัติกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กมลฉัตร กล่อมอิม (2562) กล่าวว่า จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการ เรียนรู้แบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความ เข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมี โอกาสนำความรู้มา

ออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือ แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012, หน้า 20-25) หากพิจารณาถึงกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่ปัญหา ในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อ แก้ปัญหาดังกล่าวนั้น 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวม ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสม 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามust กำหนดขั้นตอนย่อย ในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลา ในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึง ออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ ในการแก้ปัญหา 4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอน ทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น และ 5) การนำเสนอ ผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมิน วิธีการแก้ปัญหาหรือ ผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอ ผลลัพธ์ต่อสาธารณชนโดยต้อง ออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจอีกด้วย

จุดเด่นอีกข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กล่าวคือ การบูรณาการเพื่อช่วยผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชา กับชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพทั้งนี้ระดับการบูรณาการอาจเกิดขึ้นภายในชั้น เรียนสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) 2) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) 3) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และ 4) การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Trans disciplinary Integration)

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) และ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดแนวคิดสะเต็มศึกษา แล้วผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
1) การสร้างความสนใจ (Engagement)		1) ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2) การสำรวจและค้นหา (Exploration)	1) การระบุปัญหา		1) สามารถระบุประเด็นปัญหาที่สามารถนำไปสู่การออกแบบการทดลองอย่างง่ายได้ โดยระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
	2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2) ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่าน	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ

<p>ขั้นการจัดกิจกรรม</p> <p>การเรียนรู้แบบ</p> <p>กระบวนการสืบ</p> <p>เสาะหาความรู้</p> <p>(5E)</p>	<p>กระบวนการ</p> <p>ออกแบบเชิง</p> <p>วิศวกรรมตาม</p> <p>แนวคิด สะเต็ม</p> <p>ศึกษา</p>	<p>ขั้นการจัดการเรียนรู้โดย</p> <p>กระบวนการสืบเสาะหา</p> <p>ความรู้ (5E) และ</p> <p>กระบวนการออกแบบเชิง</p> <p>วิศวกรรมตามแนวคิดแนวคิด</p> <p>สะเต็มศึกษา</p>	<p>สมรรถนะการ</p> <p>ประเมินและ</p> <p>ออกแบบ</p> <p>กระบวนการสืบ</p> <p>เสาะหาความรู้ทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์</p>
		<p>กิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหา</p> <p>วิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจาก</p> <p>การสืบค้นข้อมูลจากแหล่ง</p> <p>เรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปราย</p> <p>เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่</p> <p>เหมาะสมที่สุดและนำเสนอ</p> <p>ทักษะกระบวนการของ 5</p> <p>สาขาวิชา ได้แก่ วิชา</p> <p>วิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี</p> <p>วิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิชา</p> <p>ศิลปะ และวิชาคณิตศาสตร์</p> <p>มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการ</p> <p>ออกแบบและสร้างชิ้นงาน</p> <p>เกี่ยวกับกระบวนการ</p> <p>เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ</p>	<p>เสาะหาความรู้ทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์</p> <p>2) แยกแยะปัญหา</p> <p>อย่างง่ายที่กำหนดให้</p> <p>ได้ว่าประเด็นได้เป็น</p> <p>ปัญหาหรือคำถามที่</p> <p>สามารถตรวจสอบได้</p> <p>ด้วยวิธีการทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์</p> <p>3) เสนอวิธีสำรวจ</p> <p>ตรวจสอบปัญหาทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์ที่</p> <p>กำหนดให้จาก</p> <p>สถานการณ์อย่างง่าย</p> <p>4) เลือกวิธีการ</p> <p>สำรวจตรวจสอบจาก</p> <p>ข้อมูลที่กำหนดให้ใน</p> <p>สถานการณ์อย่างง่าย</p> <p>โดยให้เหตุผลด้าน</p> <p>ความรู้และวิธีการ</p> <p>ทางวิทยาศาสตร์มา</p> <p>สนับสนุน</p>
<p>3) ออกแบบวิธีการ</p> <p>แก้ปัญหา</p>	<p>3) ขั้นตอนออกแบบ วางแผนและ</p> <p>สร้างแบบจำลอง</p>		<p>สมรรถนะการ</p> <p>ประเมินและ</p>

ขั้นการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมตาม แนวคิด สะเต็ม ศึกษา	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดย กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ (5E) และ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมตามแนวคิดแนวคิด สะเต็มศึกษา	สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์
		<p>เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันนำ ความรู้ที่ได้รวบรวมมา ประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของ วิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำ ความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มา ประเมิน ตัดสินใจ วางแผน เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลอง เกี่ยวกับกระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ ได้</p>	<p>ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ 3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย 4) เลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบจาก ข้อมูลที่กำหนดให้ใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้าน ความรู้และวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์มา สนับสนุน</p>
4) การวางแผน และดำเนินการ แก้ปัญหา		<p>4) ขั้นสร้างชิ้นงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม จะต้องร่วมกันออกแบบชิ้นงาน จากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้</p>	<p>สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์</p>

ขั้นการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ (5E)	กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมตาม แนวคิด สะเต็ม ศึกษา	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดย กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ (5E) และ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมตามแนวคิดแนวคิด สะเต็มศึกษา	สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์
		<p>ออกแบบไว้</p>	<p>3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย</p> <p>4) เลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบจาก ข้อมูลที่กำหนดให้ใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้าน ความรู้และวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์มา สนับสนุน</p>
<p>3) การอธิบายและ ลงข้อสรุป (Explanation)</p>	<p>5) การทดสอบ และประเมินผล</p> <p>6) การนำเสนอ ผลลัพธ์</p>	<p>5) ขั้นสรุปทบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอ ผลลัพธ์</p> <p>เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิง ประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้าง ขึ้นมาทดสอบว่ามี ประสิทธิภาพหรือสามารถ แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ กำหนดให้ได้หรือไม่ หาก</p>	<p>สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์</p> <p>5) อธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยแสดงถึงเหตุผล</p>

<p>ขั้นการจัดกิจกรรม</p> <p>การเรียนรู้แบบ</p> <p>กระบวนการสืบ</p> <p>เสาะหาความรู้</p> <p>(5E)</p>	<p>กระบวนการ</p> <p>ออกแบบเชิง</p> <p>วิศวกรรมตาม</p> <p>แนวคิด สะเต็ม</p> <p>ศึกษา</p>	<p>ขั้นการจัดการเรียนรู้โดย</p> <p>กระบวนการสืบเสาะหา</p> <p>ความรู้ (5E) และ</p> <p>กระบวนการออกแบบเชิง</p> <p>วิศวกรรมตามแนวคิดแนวคิด</p> <p>สะเต็มศึกษา</p>	<p>สมรรถนะการ</p> <p>ประเมินและ</p> <p>ออกแบบ</p> <p>กระบวนการสืบ</p> <p>เสาะหาความรู้ทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์</p>
		<p>ชิ้นงานที่สร้างขึ้นผลการ</p> <p>ทดสอบไม่เป็นไปตาม</p> <p>เป้าหมายที่ตั้งไว้ผู้เรียนแต่ละ</p> <p>กลุ่มต้องร่วมมือกัน ปรับปรุง</p> <p>แก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มี</p> <p>ประสิทธิภาพและมี</p> <p>ข้อบกพร่องน้อยที่สุด และ</p> <p>นำเสนอผลการทดสอบ</p> <p>ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่</p> <p>สร้างขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ</p> <p>ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการ</p> <p>ซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจาก</p> <p>เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอน</p> <p>ถึงแนวทางในการนำไป</p> <p>ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป</p>	<p>ตามกระบวนการทาง</p> <p>วิทยาศาสตร์</p>
<p>4) การขยายความรู้</p> <p>(Elaboration)</p>		<p>6) ขั้่นนำความรู้ไปใช้</p> <p>โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้</p> <p>ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่</p> <p>เรียนรู้รวมทั้งชิ้นงานมาแล้ว</p> <p>ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่</p> <p>ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้</p> <p>หรือขยายความรู้และทักษะใน</p> <p>สถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียน</p> <p>อธิบายอย่างมีความหมาย ให้</p>	

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	ขั้นการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดแนวคิดสะเต็มศึกษา	สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
		ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดง หลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร	
5) การประเมินผล (Evaluation)		7) ชั้นสะท้อนผล เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและถามคำถามปลายเปิด	

การวัดความพึงพอใจ

พิชิต ฤทธิจรูญ (2550) ได้อธิบายไว้ว่า มาตรฐานประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดคุณลักษณะนิสัยหรือลักษณะจิตวิทยา เช่นความคิดเห็น ค่านิยม ความสนใจ การปรับตัว เป็นต้น รูปแบบมาตรฐานประมาณค่านี้หากเป็นความรู้สึก ความคิดเห็น เจตคติหรือพฤติกรรมในเชิงสนับสนุนข้อความนั้น กำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ เป็นการประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert) หากกำหนดคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้ามโดยมีคำหรือตัวเลขแสดงระดับพฤติกรรมตั้งแต่ต่ำสุดไป จนถึงสูงสุดเป็นการประมาณค่าของออสกู๊ด (Osgood)

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า แบบสอบถาม (Questionnaire) หมายถึงชุดของคำถามเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น บุคลิกภาพ และความสนใจต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบสอบถามปลายเปิด และแบบสอบถามปลายปิด โดยทั่วไปแบบสอบถามปลายปิดจะมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบคำถามโดด และแบบคำตอบร่วม แบบคำถามโดดเป็นรูปแบบที่คำถามและคำตอบของแต่ละข้อแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด แบบคำตอบร่วมจะใช้คำตอบชุดเดียวกันสำหรับคำถามหลาย ๆ ข้อ โดยแบบสอบถามจะมีคำตอบให้ผู้ตอบพิจารณา พร้อมทั้งมีคำตอบที่แสดงความเข้มของความคิดเห็นในเรื่องนั้น ซึ่งระดับความคิดเห็นจะเป็นเลขคี่ คือ 3, 5, 7, 9 หรือ 11 ระดับก็ได้ แต่ที่นิยมมากที่สุด คือ 3 หรือ 5 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย หรือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด เป็นต้น แบบสอบถามชนิดนี้เรียกว่า มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนมากจะใช้วัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย ได้แก่ มาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลข มาตรฐานประมาณค่าแบบบรรยาย มาตรฐานประมาณค่าแบบกราฟ โครงสร้างของแบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ คำชี้แจง ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการศึกษา

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้กล่าวไว้ว่า แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดข้อความที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยกาเครื่องหมายหรือเขียนตอบ หรือกรณีที่กลุ่มตัวอย่างอ่านหนังสือไม่ได้หรืออ่านยาก อาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม นิยมถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดเห็นของบุคคล แบบสอบถามโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างหรือส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ คำชี้แจงในการตอบ สถานภาพส่วนตัวผู้ตอบ ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจมีลักษณะเป็นปลายเปิดหรือปลายปิด แบบสอบถามฉบับหนึ่งอาจเป็นแบบสอบถามปลายเปิดทั้งหมดหรือแบบผสมก็ได้ ข้อคำถามแบบปลายปิดมีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบให้เลือกคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ แบบให้เลือกคำตอบเดียว จากหลายคำตอบ แบบให้เลือกได้หลายคำตอบ แบบมาตรฐานประมาณค่า แบบผสม แบบให้เรียงอันดับความสำคัญ และแบบเติมคำสั้น ๆ ในช่องว่าง มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นมาตรวัดชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม แบบวัดด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบตามระดับความคิดเห็นของตน

อนูวัติ คุณแก้ว (2555) ได้กล่าวไว้ว่า มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือ ที่ใช้ในการประเมิน โดยอาจจะให้ผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินหรือนักเรียนเป็นผู้ประเมินตามความรู้สึกหรือความคิดเห็นของตนเอง ลักษณะของเครื่องมือประกอบด้วยข้อความที่จะประเมิน และระดับความรู้สึกมีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบตัวเลข แบบบรรยาย แบบกราฟ แบบใช้สัญลักษณ์แบบจัดลำดับที่

เมษา นวลศรี (2556) ได้กล่าวถึงมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ไว้ว่า แบบสอบถาม ลักษณะนี้ มุ่งให้ผู้ตอบประเมินข้อความที่ถามออกมาเป็นระดับ มาตราส่วนประมาณค่า อาจมีระดับ ตั้งแต่ 3, 5, 7, 9 หรือ 11 ระดับ เป็นการสร้างรายการพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับ คุณลักษณะค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ต้องการ มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบบรรยายแบบตัวเลข แบบเส้น หรือกราฟ แบบใช้สัญลักษณ์ แบบให้จัดลำดับแบบออสกูด

จากแนวคิดและทฤษฎีการวัดความพึงพอใจสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจของนักเรียน สามารถวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นในทางบวกหรือในทางที่ดีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต โดยวัดความพึงพอใจได้จากแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

1. ด้านการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย สื่อและอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมมีความหลากหลายน่าสนใจ ระยะเวลาเพียงพอในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ด้านเนื้อหา หมายถึง การประเมินเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเนื้อหาที่ครบถ้วน กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและหลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และได้รับการส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านครูผู้สอน หมายถึง การประเมินเกี่ยวกับผลผลิตที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสามารถบูรณาการความรู้นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยสามารถวัดได้จากแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

วรรณิสา ร้อยกรอง (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาการรับรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ประจำปีการศึกษา 2561 จำนวน 49 คน จากผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริงจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และใกล้ตัวนักเรียน และผลจากการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน (ร้อยละ 70.47) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 49.13) จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

มธุละดา วีระพันธ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การตอบสนองของพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน ปีการศึกษา 2563 จากผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่าน

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ควรเน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันระบุปัญหา สืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา ร่วมกันวางแผนออกแบบและสร้างขึ้น อภิปรายและสะท้อนผลร่วมกันในทุกขั้นตอน และสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้นทุกสมรรถนะ

ธีรสิทธิ์ ดิสกุล (2565) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด เบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด เบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 26 คน ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดกำแพงเพชร จากผลการวิจัยพบว่า พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.04 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

นิภาพร เพ็ญจันทร์ (2565) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงสถานการณ์ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และศึกษาพัฒนาการทางสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน ผู้วิจัยทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วยวงจรร PAOR ต่อเนื่อง 3 วงจร โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติผ่านการทำกิจกรรมกลุ่มโดยมีสถานการณ์ปัญหาและเงื่อนไขที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน และสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่พัฒนามากที่สุดไปหาน้อยสุด ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม และการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ปฏิมา ชุมร่า (2565) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและศึกษาพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 43 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จากผลการวิจัยพบว่า ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาได้ คือ การกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การกำหนดภาระงานที่ทำภายในชั้นเรียน ได้แก่ การสร้างชิ้นงาน การทดสอบผลการแก้ปัญหา และการกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียนจากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้พฤติกรรมขั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนสามารถแสดงทักษะออกมาได้สูงที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Ahn, Jaehong et al. (2011) ได้ศึกษาแนวคิดในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่สามารถส่งเสริมความสนใจของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์และการคิดสร้างสรรค์ โดยพัฒนาโปรแกรมโรงเรียนผู้นำสะเต็มและสมาคมครูสะเต็มเพื่อการวิจัย ทำการวิเคราะห์ความถี่ของการเชื่อมโยงของแต่ละสาขาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะและคณิตศาสตร์ ที่มีกับการรับรู้ของครู ผลการศึกษาพบว่าความถี่ของการเชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ต่ำกว่าสาขาศิลปะและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา แต่มีความถี่สูงกว่าในโรงเรียนมัธยมศึกษา สำหรับเนื้อหาในเทคโนโลยีและกิจกรรมงานฝีมือในสาขาวิศวกรรมศาสตร์เป็นกลยุทธ์การสอนและการเรียนรู้ที่ใช้มากที่สุดในการศึกษาสะเต็ม ถึงแม้กิจกรรมงานฝีมือจะเป็นวิธีการเรียนรู้หลักของวิศวกรรมศาสตร์ แต่การศึกษาด้านสะเต็มศึกษาแต่ละสาขาวิชา มีธรรมชาติและผลกระทบต่อการศึกษาเฉพาะตัว ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจึงต้องพิจารณาถึงกลยุทธ์การสอนและการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

Chih-Chao Chung et al. (2020) ศึกษาเรื่อง การใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิด iSTEAM โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนมัธยมปลายสาขาเทคโนโลยี: การออกแบบ การพัฒนา และการประเมิน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดสร้างสรรค์บูรณาการจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาชุดสวไมส์ของสัตว์เลี้ยงสำหรับนักเรียนมัธยมปลายที่ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ โดยมีแบบแผนการวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียน 40 คน ในปีี่สามของหลักสูตรหัวข้อพิเศษในวิทยาศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้านเทคโนโลยีเป็นวิชาการวิจัย ทำการสุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งหมด 18 สัปดาห์ วิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามและเอกสารเพื่อดำเนินการประเมินนักเรียน มีการ

ทดสอบก่อนและทดสอบหลัง แบบสำรวจรายงานตนเองของนักเรียนเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติและหาประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของงานของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกปานกลางและสัมพันธ์ทางบวกสูงตามลำดับ ด้วยการประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของนักเรียนจากแง่มุมต่าง ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ iSTEAM ซึ่งสามารถเสริมสร้างจินตนาการ ความสามารถ STEAM และความพึงพอใจในประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้อย่างมาก รูปแบบการสอนของ iSTEAM สามารถช่วยให้นักการศึกษาด้านวิศวกรรมในการพัฒนาและประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ iSTEAM และกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ให้การสนับสนุนใหม่ ๆ และทิศทางการวิจัยสำหรับสะเต็มศึกษา

Fridolin Wild, & Yann Deval (2020) ศึกษาเรื่อง กรณีศึกษาการจัดการเรียนรู้รูปแบบเชิงรุก (Active Learning) ร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมโลกแห่งความจริง (AR) สำหรับสะเต็มศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการสอนในรูปแบบเชิงรุก (Active Learning) สำหรับการสอนวิชา STEAM โดยใช้รูปแบบที่นักเรียนได้รับมอบหมายให้สร้างแอปพลิเคชัน AR ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ ประเมินจากการนำ วิธีการสอนรูปแบบเชิงรุก (Active Learning) ไปใช้กับวิชา STEAM ด้วยแนวทางกรณีศึกษาเชิงคุณภาพ โดยใช้รูปแบบการประชุมเชิงปฏิบัติการเป็นกิจกรรมนอกหลักสูตรในการทำงานของเรากับนักเรียนจากโรงเรียนมัธยมหลายแห่งในอ็อกซ์ฟอร์ด ผลการวิจัยพบว่าวิธีการสอนรูปแบบเชิงรุก (Active Learning) เป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะของนักเรียน โดยมีกรณีศึกษาเป็นหลักฐานการเรียนรู้การเขียนโค้ด การทำงานกับเครื่องมือจำลองทางฟิสิกส์ การติดตามรังสี และเรขาคณิต การเรียนรู้วิถีจัดการทีมและโต้ตอบกับนักเรียนคนอื่น ๆ และผู้สอน และพัฒนาต้นแบบการทำงานของเกม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้แย้งว่าการรวมวิชาสะเต็มศึกษาและศิลปะโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่เสนอจะสามารถให้การศึกษาแบบองค์รวมและมีส่วนร่วมมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 สร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1 สร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

แหล่งข้อมูล

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 แหล่งข้อมูลประกอบด้วย

1. ผู้ให้ข้อมูลในการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ รองศาสตราจารย์สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.2 อาจารย์ ดร.บรรจง เชื้อเมืองพาน ประธานหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนยบุรณ ถาวรธรรม ประธานสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

1.4 นางจันทนา ถิ่นจอม ครู ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก

1.5 นายกิตติพิชญ์ สภาอนุชาต ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ มีประสบการณ์ในการนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์

2. ผู้ให้ข้อมูลในการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

การพัฒนาเครื่องมือ

1. การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการศึกษาเอกสารมาตรฐาน ตัวชี้วัดจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพากท่าวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัด สารระการเรียนรู้ หัวข้อ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สารระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของ แรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำ ต่อวัตถุ ลักษณะการ เคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	ว 2.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่ อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความดัน อากาศกับความสูงจาก พื้นโลก	1. ความดันอากาศ 2. ความสัมพันธ์ของความดัน อากาศและความสูง	4
มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของ ระบบโลก กระบวนการ เปลี่ยนแปลงภายใน โลกและบนผิวโลก	ว 3.2 ม.1/1 สร้างแบบจำลองที่ อธิบายการแบ่งชั้น บรรยากาศและ เปรียบเทียบประโยชน์ ของบรรยากาศแต่ละ ชั้น	1. องค์ประกอบของบรรยากาศ 2. เกณฑ์การแบ่งชั้นบรรยากาศ 3. ชั้นบรรยากาศ 4. ประโยชน์ของชั้นบรรยากาศ	3
ธรณีพิบัติภัย กระบวนการ กระบวนการ เปลี่ยนแปลงทางลม ฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม	ว 3.2 ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบของลม ฟ้าอากาศ จากข้อมูล ที่รวบรวมได้	1. องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ 2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ	11
	ว 3.2 ม.1/3 เปรียบเทียบ กระบวนการเกิดพายุ	1. กระบวนการเกิดพายุฝนฟ้า คะนอง 2. กระบวนการเกิดพายุหมุนเขตร้อน	3

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ฝนฟ้าคะนอง และ พายุหมุนเขตร้อน และ ผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนว ทางการปฏิบัติตนให้ เหมาะสมและ ปลอดภัย	ร้อน 3. ผลจากการเกิดพายุฝนฟ้า คะนอง และพายุหมุนเขตร้อน 4. การปฏิบัติตน	
	ว 3.2 ม.1/4 อธิบาย การพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศ อย่างง่ายจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	1. การพยากรณ์อากาศ	1
	ว 3.2 ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่า ของการพยากรณ์ อากาศโดยนำเสนอ แนวทางการปฏิบัติ ตนและการใช้ ประโยชน์จากคำ พยากรณ์อากาศ	1. การพยากรณ์อากาศ 2. การปฏิบัติตนและการใช้ ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ	2
	ว 3.2 ม.1/6 อธิบายสถานการณ์ และผลกระทบการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้	1. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก 2. ผลกระทบการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	2

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ว 3.2 ม.1/7	1. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	1
	ตระหนักถึง ผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกโดย นำเสนอแนวทางการ ปฏิบัติตนภายใต้การ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	2. การปฏิบัติตนภายใต้ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	
		รวม	27

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ และการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.3 กำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 11 ชั่วโมง

ตาราง 8 แสดงขอบข่ายของเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	เนื้อหาสาระ	เวลา (ชั่วโมง)
ว 3.2 ม.1/2 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่ได้รับรวมได้	1. องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ 2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ 3. การพยากรณ์อากาศ	6
ว 3.2 ม.1/4 อธิบายการพยากรณ์อากาศและพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่ได้รับรวมได้	4. การปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ	
ว 3.2 ม.1/5 ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ		
ว 3.2 ม.1/6 อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่ได้รับรวมได้	1. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก 2. ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก 3. การปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	5
ว 3.2 ม.1/7 ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก		
	รวม	11

1.4 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการวัดและประเมินผล โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้ เนื้อหาในแต่ละหัวข้อ และสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 2 กิจกรรม คือ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 บูรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ เรื่อง องค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศ ซึ่งผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์และวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ เพื่อเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ที่กำหนด

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 บูรณาการสะเต็มเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในโลกอนาคต เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยเน้นให้ผู้เรียนออกแบบและสร้างนวัตกรรมเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคตจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

โดยบูรณาการเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

หัวข้อ	กิจกรรม การเรียนรู้	วิทยา- ศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม- ศาสตร์	ศิลปะ	คณิตศาสตร์	การวัดและ ประเมินผล
1. การ พยากรณ์ อากาศและ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลง ลมฟ้า อากาศ	1. บูรณาการ สะท้อนกับการ พยากรณ์ อากาศและ สถานการณ์ การ เปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ	1.องค์ประ กอบทางลม ฟ้าอากาศ 2. การ พยากรณ์ อากาศ	ใช้เทคโนโลยี ในการ สืบค้น ข้อมูลและ เลือกใช้ ข้อมูลที่ เป็น ประโยชน์	กระบวนการ การออกแบบ เชิงวิศวกรรม ในการ แก้ปัญหาและ สร้างชิ้นงาน	ออกแบบ นำเสนอ และ ประเมิน ชิ้นงาน	1. วัดค่าของ องค์ประกอบ ทางลมฟ้า อากาศจาก เครื่องมือ 2. คำนวณ งบประมาณ ที่ใช้ในการ สร้างชิ้นงาน	- แบบประเมิน ใบกิจกรรม บูรณาการ สะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและ ป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน
2. สถานการณ์ และ ผลกระทบการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก	2. บูรณาการ สะท้อนเพื่อ รับมือกับการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศใน โลกอนาคต	1. สถาน การณ์และ ผลกระทบ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ โลก 2. แนวทางการ ปฏิบัติตน ภายใต้อการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ โลก	ใช้เทคโนโลยี ในการ สืบค้น ข้อมูลและ เลือกใช้ ข้อมูล ที่เป็น ประโยชน์	กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมใน การแก้ปัญหา และสร้าง ชิ้นงาน	ออกแบบ นำเสนอ และ ประเมิน ชิ้นงาน	คำนวณ งบประมาณ ที่ใช้ในการ สร้างชิ้นงาน	- แบบประเมินที่ก กิจกรรม สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ - แบบประเมิน ใบกิจกรรม บูรณาการ สะเต็มที่ 2 เรื่อง บูรณา การสะเต็ม เพื่อรับมือ กับการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ

1.5 กำหนดกรอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557) ได้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่

1.5.1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าเป็นปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา

1.5.2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอ ทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิชาศิลปะ และวิชาคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

1.5.3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้

1.5.4 ขั้นสร้างชิ้นงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบชิ้นงานจากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้

1.5.5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ หากชิ้นงานที่สร้างขึ้นผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมมือกัน ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพและมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอนถึงแนวทางในการนำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป

1.5.6 ชี้นำความรู้ไปใช้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร

1.5.7 ชี้นสะท้อนผล เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและถามคำถามปลายเปิด

1.6 ดำเนินการสร้างแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 แผน 11 ชั่วโมง ตามขอบข่ายเนื้อหาในตารางที่ 4 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บุรณการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จำนวน 6 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บุรณการสะเต็มเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในโลกอนาคต จำนวน 5 ชั่วโมง

1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.8 จากนั้นนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

1.9 นำผลที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.10 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท้าววิทยา ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน จำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง รวม 11 ชั่วโมง ใช้เวลา 4 สัปดาห์

1.11 วิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สูตร

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

2. การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาแนวทางและวิธีการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 กำหนดประเด็นที่ต้องการประเมินและสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับร่าง โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) แบ่งระดับความเหมาะสมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมมาก

3 คะแนน หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 คะแนน หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2.3 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2.5 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การยอมรับโดยที่ $\bar{X} \geq 3.50$ และ $S.D. \leq 1.00$

2.6 ปรับปรุงเนื้อหาแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญและนำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปใช้

3. แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาตัวบ่งชี้ของสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2022

3.3 ศึกษาโครงสร้างแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2006, 2009, 2012, 2015 และ 2022

3.4 กำหนดรูปแบบของแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมี 2 รูปแบบ ดังนี้

3.4.1 เลือกตอบเชิงซ้อน

3.4.2 เขียนตอบแบบอิสระ

3.5 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความสอดคล้องของจุดประสงค์สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และลักษณะของข้อสอบ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง/สาระสำคัญ	สมรรถนะการประเมินและออกแบบ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)/ลักษณะข้อสอบ				
		กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	เลือกตอบ	เขียนตอบ	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
			เชิงซ้อน	อิสระ		
ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.1/2	1. ความสามารถของนักเรียนที่จะสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	4	5	2	
อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกาเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ จากข้อมูล	2. ความสามารถของนักเรียนที่จะแยกแยะปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นได้เป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	3	-	3	2	
ที่รวบรวมได้	3. ความสามารถของนักเรียนที่จะเสนอวิธีนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย	2	4	6	3	

เรื่อง/สาระสำคัญ	สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)/ ลักษณะข้อสอบ			
		เลือกตอบ เชิงซ้อน	เขียนตอบ อิสระ	จำนวน ข้อสอบ ที่ออก	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
	กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2	3	5	2
ว 3.2 ม.1/4	4. ความสามารถของ นักเรียนที่จะเลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบจาก ข้อมูลที่กำหนดไว้ใน สถานการณ์อย่างง่าย อธิบายการ พยากรณ์อากาศ และพยากรณ์ อากาศอย่างง่าย จากข้อมูล ที่รวบรวมได้				
	ข้อมูลที่กำหนดไว้ใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้ และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน				
	5. ความสามารถ ของนักเรียนที่จะอธิบาย เกณฑ์การตัดสินใจ เลือก วิธีการสำรวจตรวจสอบ ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	2	2	4	2
ว 3.2 ม.1/5	เกณฑ์การตัดสินใจ เลือก วิธีการสำรวจตรวจสอบ ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์				
	โดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์				
ว 3.2 ม.1/6	อธิบายสถานการณ์ และผลกระทบการ เปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้				

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้อนั้นวัดตรงกรอบการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้อนั้นวัดไม่ตรงกรอบการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.8 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ และแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะให้สมบูรณ์

3.9 นำแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพาทักษิณวิทยา ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน

3.10 นำผลที่ได้จากการทำแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน และนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00

3.11 คัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพ และครอบคลุมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 3 สถานการณ์ รวม 12 ข้อ

3.12 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับที่ผ่านการปรับแก้ไขแล้ว โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha coefficient) (รัตนะ บัวสนธิ์, 2565, น. 77 อ้างอิงจาก Cornbach, 1951) โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับควรมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.751

3.13 ดำเนินการจัดพิมพ์แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วิเคราะห์และสังเคราะห์หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) พร้อมให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4. นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่จัดทำแล้วดำเนินการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ลักษณะแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จากนั้นนำผลการประเมินที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายของข้อมูล

5. สร้างและหาคุณภาพของแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

6. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

6.1 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปทดสอบก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา ปีการศึกษา 2567 จำนวน 30 คน

6.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง

6.3 หลังดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปทดสอบหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยาศึกษา 2567 จำนวน 30 คน

6.4 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้จากการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ นำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลการประเมินตามเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด. 2560) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับดี
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สูตรการหาประสิทธิผล ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน } x \text{ คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

โดยเกณฑ์ที่ยอมรับว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตั้งแต่ 0.50 หรือมีร้อยละ 50 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบแผนการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยประเภท One Group Pretest Posttest Design ดังตาราง

ทดสอบก่อนเรียน	การจัดกิจกรรม	ทดสอบหลังเรียน
O ₁	X	O ₂

โดย O₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดสมรรถนะ (Pretest)
 X หมายถึง การเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
 O₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดสมรรถนะ (Posttest)

แหล่งข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนพาท้าววิทยา ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือ

1. กิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 สถานการณ์ แบ่งออกเป็นแบบแบบวัดลักษณะเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ และแบบเขียนตอบอิสระ จำนวน 7 ข้อ รวมทั้งหมด 12 ข้อ

3. แบบบันทึกภาคสนามประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

การพัฒนาเครื่องมือ

แบบบันทึกภาคสนามประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบบันทึกภาคสนามประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. สร้างแบบบันทึกภาคสนามตามแบบรัตนะ บัวสนธ์ (2556. หน้า 157) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. กำหนดประเด็นและขอบข่ายของพฤติกรรมในการสังเกตที่แสดงถึงสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ เพื่อนำไปบันทึกลงแบบบันทึกภาคสนามที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา 2) ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง 3) ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง 4) ขั้นสร้างชิ้นงาน 5) ขั้นสรุปทบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ 6) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และ 7) ขั้นสะท้อนผล เพื่อให้สอดคล้องกับประเด็นที่จะศึกษา

4. กำหนดรูปแบบของแบบบันทึกภาคสนามออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนที่ 1 บ่งบอกวัน เวลา สถานที่ ช่วงเวลาและที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ส่วนที่ 2 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสาระที่สำคัญในเชิงพรรณนาหรือบรรยาย และส่วนบันทึกทบทวน

5. นำแบบบันทึกภาคสนามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบประเด็นความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและจัดพิมพ์แบบบันทึกภาคสนามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เตรียมกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนพากท่าวิทยapak ทาวิทยapak ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน ทำแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 สถานการณ์ รวม 12 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จำนวน 2 แผน ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 11 ชั่วโมง

3. ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการบันทึกเหตุการณ์และพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแบบบันทึกภาคสนาม

4. หลังจากทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แล้ว กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 สถานการณ์ รวม 12 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที

5. นำข้อมูลที่ได้จากการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลหาค่าสถิติ โดยทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลจากการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent)

ตอนที่ 3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ประกอบด้วย

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ รองศาสตราจารย์สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.2 อาจารย์ ดร.บรรจง เชื้อเมืองพาน ประธานหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรณัฐ ธีรณัฐ ประธานสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

1.4 นางจันทนา ถิ่นจอม ครู ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก

1.5 นายกิตติพิชญ์ สภานุชาต ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ มีประสบการณ์ในการนิเทศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนพาทวิทยา ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือ

1. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

การพัฒนาเครื่องมือ

ในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)
2. กำหนดประเด็นที่ต้องการประเมินความพึงพอใจและสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ มีข้อคำถามด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ข้อ ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ข้อ และด้านครูผู้สอน จำนวน 5 ข้อ มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) แบ่งระดับความเหมาะสมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 3 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษา แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบ

เชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาความเหมาะสมของภาษา และประเมินความสอดคล้องของข้อความคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา และด้านครูผู้สอน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

4. จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อความที่มีค่า 0.50 ขึ้นไป ถ้าข้อใดได้ค่า IOC ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญหรือตัดทิ้ง

5. ปรับปรุงเนื้อหาแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปใช้ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. หลังจากทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างแล้ว นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สร้างขึ้น ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำการประเมินความพึงพอใจหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. จากนั้นนำผลการประเมินที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายของข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลจากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา จากแบบประเมินความพึงพอใจลักษณะแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ นำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลการประเมินตามเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) (ยูภาติ ปณราช, 2564, น. 65)

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

เมื่อ	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ยูภาติ ปณราช (2564, น. 87)

$$\text{สูตร } S.D. = \frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n-1}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	ค่าของข้อมูลแต่ละตัว
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	f	แทน	ความถี่ของข้อมูลแต่ละค่า
	n	แทน	จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ประสิทธิภาพ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 77) ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน } X \text{ คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

2.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สถิติ IOC (รัตนะ บัวสนธ์, 2565, น. 64) ดังนี้

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

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

2.3 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ดังนี้

2.3.1 สูตรค่าความยากง่าย (p) แบบอิงกลุ่ม ของข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยตอบ ถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน (ศิริชัย กาญจนวสี, 2552, น. 227 อ้างถึงใน พจิพร ศรีแก้ว, 2560) ดังนี้

$$\text{สูตร } P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ
 R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3.2 สูตรค่าอำนาจจำแนก (r) แบบอิงกลุ่ม ของข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยตอบ ถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน (ศิริชัย กาญจนวสี, 2552, น. 227 อ้างถึงใน พจิพร ศรีแก้ว, 2560) ดังนี้

$$\text{สูตร } r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ or } N_L}$$

เมื่อ	r	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	R_H	แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	N_L	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3.3 สูตรค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R_i) แบบอิงกลุ่ม ของข้อสอบแบบเขียนตอบ (ศิริชัย กาญจนวสี, 2552, น. 242 อ้างถึงใน พจิพร ศรีแก้ว, 2560) ดังนี้

สูตร
$$P = \frac{R_H + R_L}{2}$$

และ
$$R_i = R_H - R_L$$

เมื่อ	P	แทน ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ
	R_i	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	R_H	แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

2.3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha coefficient) ของ Cronbach. (1951 อ้างถึงใน รัตนะ บัวสนธ์, 2565, น. 77)

สูตร
$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน ค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์อัลฟา
	k	แทน จำนวนข้อคำถาม
	S_i^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อคำถาม
	S_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนน

Σ แทน ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

2.1 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-test dependent) (รัตน์ะ บัวสนธ์, 2565, น. 94) ดังนี้

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

หลังเรียน

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนที่ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน

D^2 แทน กำลังของผลต่างระหว่างคะแนนที่ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบ

n แทน จำนวนคนที่สอบทั้งหมด

df แทน องศาหรือชั้นความเป็นอิสระ

Σ แทน ผลรวม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีขั้นตอนและผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการสร้างและหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ผลการหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็ม

ศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการสร้างและหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์ เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอสาระ ทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิชาศิลปะ และวิชา

คณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างชิ้นงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบชิ้นงานจากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปทบทวน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ หากชิ้นงานที่สร้างขึ้นผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมมือกัน ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพและมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอนถึงแนวทางในการนำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป

ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร

ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและถามคำถามปลายเปิด

จากผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	(n = 5)		ระดับความเหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา</p> <p>เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา</p>	4.80	0.45	มากที่สุด
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง</p> <p>ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอสาระ ทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ</p>	5.00	0.00	มากที่สุด
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง</p> <p>ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมินตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลอง ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้</p>	4.60	0.55	มากที่สุด

รายการประเมิน	(n = 5)		ระดับความ
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างชิ้นงาน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกัน ออกแบบชิ้นงานจากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียน แต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้</p>	4.60	0.55	มากที่สุด
<p>ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอ</p> <p>ผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุป ความรู้ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่ สร้างขึ้นมาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ แต่ละกลุ่มต้อง ร่วมมือกันปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพ และมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจาก เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอนถึงแนวทางในการนำไป ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป</p>	5.00	0.00	มากที่สุด
<p>ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้</p> <p>โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้ มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไป ประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูล ที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้ เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร</p>	5.00	0.00	มากที่สุด
<p>ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้ ผ่านการ ประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและถามคำถาม ปลายเปิด</p>	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.86	0.22	มากที่สุด

จากตาราง 11 พบว่า ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.86 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.22

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	(n = 5)		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้			
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้	4.80	0.42	มากที่สุด
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะและกระบวนการได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	4.80	0.42	มากที่สุด
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.80	0.42	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.88	0.33	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	(n = 5)		ระดับ
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	4.50	0.85	มาก
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.90	0.32	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	4.70	0.67	มากที่สุด
2.5 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.70	0.67	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.76	0.59	มากที่สุด
3. สื่อการจัดการเรียนรู้			
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.80	0.42	มากที่สุด
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน	4.80	0.42	มากที่สุด
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.90	0.32	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.90	0.30	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.62	0.52	มากที่สุด

รายการประเมิน	(n = 5)		ระดับ
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.87	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.85	0.30	มากที่สุด

จากตาราง 12 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.30 โดยเมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.30 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมรองลงมา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 และด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59

2. ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 13 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง (Try out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพากท่าวิทยา จำนวน 30 คน

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล E.I.
		ทดสอบก่อน	ทดสอบหลัง	
30	40	222	808	0.5992

จากตาราง 13 พบว่า ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง (Try out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนพากท่าวิทยา จำนวน 30 คน มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5992 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น 0.5992 คิดเป็นร้อยละ 59.92

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนพากท่าวิทยา อำเภอพากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก อุตรดิตถ์ โดยเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการวิจัย ประเภท One Group Pretest Posttest Design ใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) โดยใช้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 14 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	N	\bar{x}	S.D.	Mean Difference	t	Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน	34	6.82	1.961	12.412	16.279*	.00
หลังเรียน	34	19.24	4.075			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 พบว่า สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 6.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.961 และคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 19.24 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.075 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา

ขั้นนี้ผู้เรียนทำการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนทำกิจกรรม จากนั้นครูชี้แจงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ผู้เรียนต้องนำความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงและนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านสถานการณ์ที่กำหนด

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ครูยกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ คือ น้ำท่วมฉับพลันในเขตอำเภอปากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งนักเรียนในเขตพื้นที่เป็นผู้ประสบภัยเกือบทุกคน โดยเฉพาะบริเวณบ้านปากท่า บ้านนาไพร และบ้านกกตอง เนื่องจากจากฝนตกหนักและต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวัน ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก และยกตัวอย่างสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกผ่านการสังเกตจากวิดีโอทัศน์และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาและหาแนวทางการป้องกันและเฝ้าระวังจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศฉับพลัน จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ทั้งหมด 5 กลุ่ม โดยลดความสามารถในการเรียนของนักเรียน (เก่ง ปานกลาง และอ่อน) และร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศระดับภูมิอากาศโลก

จากการสังเกต พบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-2 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหานี้ นักเรียนให้ความสนใจมีปฏิสัมพันธ์ในการตอบคำถามกับครู และเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนด เมื่อแบ่งกลุ่มแบบลดความสามารถในกลุ่มเดียวกัน พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการศึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม มีการช่วยเหลือกันและกัน เนื่องจากสถานการณ์ดังกล่าวเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนให้ความสนใจในการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น

ตัวอย่าง การสร้างสถานการณ์และระบุปัญหาจากกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม

หน่วยการเรียนรู้กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม
 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน (2)

แบบบันทึกกิจกรรม

ตอนที่ 1 : ประเมินสถานการณ์

1. ระบุปัญหาที่ได้จากสถานการณ์
 ตอบ ปัญหาจากฝนตกต่อเนื่องหลายวัน ส่งผลให้น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน น้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมบริเวณ เขตพื้นที่ทางเกษตร ทำไร่ปรังหารนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้รับผลกระทบ และความเสียหายของทรัพย์สิน
2. จากประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ได้ ประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
 ตอบ 1) ปัญหาจากฝนตกต่อเนื่องหลายวัน สามารถตรวจสอบได้ด้วยการตรวจสอบสภาพน้ำท่วมฉับพลัน น้ำล้นตลิ่งน้ำในทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ และระดับน้ำในแม่น้ำลำคลอง เช่น การทำเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน หรือ เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม
 2) ปัญหาคลื่นสึนามิ เนื่องจากเกิดจากแผ่นดินไหว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยวัดความถี่ของคลื่น
3. ระบุปัญหาที่นักเรียนเลือกในการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
 ตอบ 1) ปัญหาจากฝนตกต่อเนื่องหลายวัน สามารถตรวจสอบได้ด้วยการตรวจสอบสภาพน้ำท่วมฉับพลัน น้ำล้นตลิ่งน้ำในทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ และระดับน้ำในแม่น้ำลำคลอง
4. ระบุข้อมูลที่สนใจในการสำรวจตรวจสอบ
 ตอบ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม ทิศทางลม ศักยภาพของน้ำตกที่ การขยายตัวของน้ำ

ภาพ 3 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มในขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน

หน้างานวิจัยบูรณาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 2
เรื่อง บูรณาการสะเต็มรับมือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (2)

แบบบันทึกกิจกรรม

ตอนที่ 1 : ประเมินสถานการณ์

1.1 ระบุปัญหาหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์
 ตอบ ปัญหาที่มีประชาชนวิตกกังวลขึ้นจนแทบทุกคนเห็นพ้อง สันนิษฐานว่าคนในสังคม
 ทั้งชั้นประถมศึกษาและทางหน่วยงานความมั่นคงทั้งในและต่างประเทศ ได้จริงมีผลกระทบ
 สูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศโลก และสิ่งมีชีวิตบนพื้นผิวดินของทุกชนิด

1.2 จากประเด็นปัญหาที่ได้ ประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการศึกษา
 ทางวิทยาศาสตร์
 ตอบ การเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจก , ศึกษาก๊าซเรือนกระจก
 ศึกษามลพิษโลกที่สูงขึ้น

1.3 ระบุปัญหาที่นักเรียนเลือกในการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
 ตอบ การเพิ่มขึ้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจก

1.4 ระบุข้อมูลที่ต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ
 ตอบ 1. แหล่งที่มาของแก๊สเรือนกระจก
 2. อัตราการปล่อยแก๊สเรือนกระจก
 3. ประโยชน์จากเทคโนโลยีแก๊สเรือนกระจก

ภาพ 4 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มในชั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา
 ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บูรณาการสะเต็มรับมือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้น และเชื่อมโยง

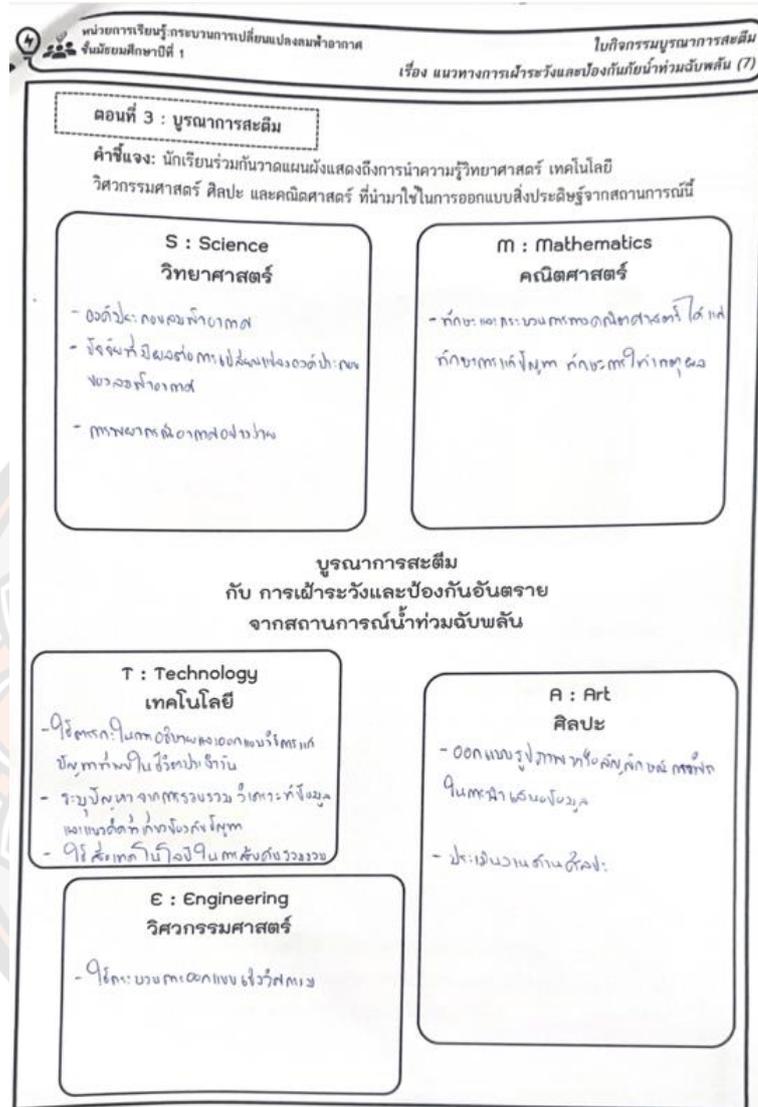
จากขั้นที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสำรวจและสืบค้นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวางแผนการทำกิจกรรม ผ่านการศึกษาและสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีโทรศัพท์หรืออินเทอร์เน็ต ในบางกลุ่มจึงมีนักเรียนที่สามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้แค่ 1 คน ซึ่งทำให้การทำงานเกิดความล่าช้ากว่ากลุ่มอื่น โดยในแต่ละกลุ่มมีการแบ่ง

หน้าที่การทำงานที่ดี ครูมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนและปรับปรุงการดำเนินกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ พบว่า

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนบางส่วนสามารถตอบคำถามได้ค่อนข้างถูกต้อง และบางส่วนที่ยังไม่สามารถสรุปความรู้ในการเชื่อมโยงที่ได้ ดังนั้น สภาพลมฟ้าอากาศมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ในการใช้ชีวิตประจำวันเราควรมีความรู้หรือทักษะในการพยากรณ์อากาศ เพื่อช่วยให้การดำรงชีวิตประจำวันง่ายขึ้น ซึ่งการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยามีความซับซ้อนมาก โดยทั่วไปการพยากรณ์อากาศประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ตรวจสอบอากาศเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศปัจจุบัน 2) สื่อสารเพื่อรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ 3) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศและสร้างคำพยากรณ์อากาศ ซึ่งอาจเกิดจากเวลาในการทำกิจกรรมที่จำกัดและอุปกรณ์ในการสืบค้นไม่เพียงพอต่อการทำงานกลุ่ม และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยงสาเหตุการเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงได้เนื่องจากสถานการณ์ตัวอย่างเป็นสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีการสืบค้นข้อมูลเพียงพอสำหรับการออกแบบวางแผนและสร้างแบบจำลองในชั้นถัดไปได้

ในการเชื่อมโยง 5 สาขาวิชาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ทั้ง 2 กิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงในสาระวิทยาศาสตร์ได้ ครูคอยให้คำแนะนำโดยเสนอชิ้นงานสะเต็มเป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้สืบค้นเพิ่มเติม โดยครูนำตัวอย่างการเชื่อมโยงสะเต็มศึกษา และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยงสะเต็มศึกษาชิ้นงานของแต่ละกลุ่มลงในใบกิจกรรม

ตัวอย่าง การสร้างเชื่อมโยงบูรณาการสะเต็ม



ภาพ 5 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มในชั้นสำรวจ สืบค้น และเชื่อมโยง

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง

ขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทบทวนสถานการณ์ในกิจกรรมและตรวจสอบปัญหา และสาเหตุที่ระบุไว้ โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกันเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันจากสถานการณ์ จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดจากแนวคิดของแต่ละคนและวางแผนการทำงาน โดยสามารถนำความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศและกิจกรรมการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายมาใช้และวาดแบบจำลองสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุ

อุปกรณ์ที่มีและการใช้เครื่องมือออกมานำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินการออกแบบระหว่างกลุ่ม เพื่อให้แต่ละกลุ่มนำไปปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเครื่องมือก่อนสร้างชิ้นงาน จากการให้ประเมินระหว่างกลุ่ม พบว่า นักเรียนร่วมให้ข้อเสนอแนะกับเพื่อนต่างกลุ่มเป็นอย่างดี และนักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเครื่องมือออกมาในรูปแบบที่หลากหลาย จากการสังเกต พบว่าในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 ยังพบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบได้สมบูรณ์ เนื่องจากมีอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูลไม่เพียงพอและทำงานล่าช้า

ตัวอย่าง การออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง

หน่วยการเรียนรู้กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใบบันทึกการบูรณาการสาระคณิต ๔ เรื่อง บูรณาการประเมินรับมือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (3)

ตอนที่ 2 : ออกแบบการตรวจสอบ

2.1 ชื่อการตรวจสอบ หรือ การทดลอง
 ตอบ Metallic Trees ต้นไม้ที่มีอุณหภูมิเท่ากับตัวกักเก็บความร้อน

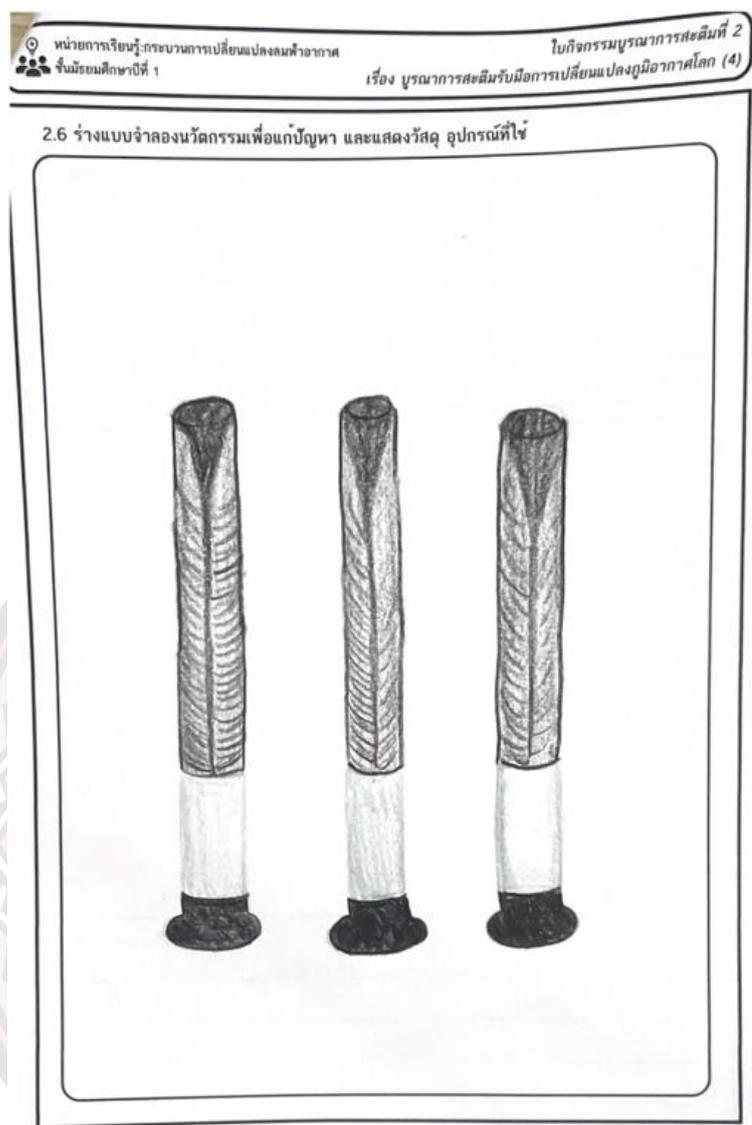
2.2 วัตถุประสงค์
 ตอบ 1. เพื่อลดปริมาณแก๊สเรือนกระจก
 2. เพื่อลดอุณหภูมิของโลก
 3. เพื่อกักเก็บความร้อนโดยปราศให้หลุดลงไปได้ในวันเวลาที่

2.3 หลักการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
 ตอบ 1. กระบวนการกักเก็บความร้อนแล้วแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 หนึ่งน้ำกลั่นมาใช้ใหม่

2.4 สมมุติฐาน
 ตอบ ได้แก่กระบวนการ Metallic Trees ต้นไม้ที่มีอุณหภูมิ ซึ่งลดปริมาณแก๊สเรือนกระจก กักเก็บความร้อนแล้วแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนที่น้ำกลั่นมาใช้ใหม่

2.5 ออกแบบวิธีการใช้นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา (เขียนเป็นขั้นตอนพอสังเขป)
 ตอบ 1) ใช้น้ำแข็งเก็บรวบรวมแล้วกักเก็บความร้อนเอาไว้จนกระทั่งวันหนึ่ง
 ซึ่งต้นไม้จะรวบรวมความร้อนไว้วันหนึ่งประมาณ 30 นาที
 2) ทำแผ่นให้แสงส่องลงไปบนภาชนะที่บรรจุน้ำกลั่น
 ภาชนะดังกล่าวจะส่งความร้อนกับต้นไม้เอาไว้แล้วแปรเปลี่ยนเป็นพลังงาน
 ความร้อนหนึ่งน้ำกลั่นมาใช้ใหม่

ภาพ 6 ตัวอย่างการออกแบบวิธีการตรวจสอบจากสถานการณ์ที่กำหนด



ภาพ 7 ตัวอย่างการออกแบบและสร้างแบบจำลองนวัตกรรมเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันปัญหาจาก
สถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างชิ้นงาน

สำหรับขั้นสร้างชิ้นงาน หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับแก้ไขแบบจำลองนวัตกรรมเพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการพยากรณ์อากาศอย่างง่าย พบว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถร่วมให้ข้อเสนอแนะในการสร้างชิ้นงานระหว่างกลุ่ม และบางกลุ่มยังไม่สามารถสร้างชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยครูต้องคอยชี้แนะแต่ละกลุ่ม จากนั้นนำสิ่งประดิษฐ์ไปใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเป็นเวลา 6 วัน โดยสามารถหาข้อมูลของ

องค์ประกอบอากาศเพิ่มเติมได้เพื่อให้ได้การพยากรณ์อากาศที่ครอบคลุม โดยครูชี้แจงประเด็นที่จะต้องนำผลมานำเสนอ ได้แก่ ตารางบันทึกผล แผนภูมิแสดงการจัดกระทำข้อมูล ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการพยากรณ์ และข้อมูลจริง และนำเสนอในคาบถัดไป จากการสังเกตผลที่ได้ในคาบต่อมาพบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มนำชิ้นส่วนมาประกอบในคาบเรียน แต่มีผลจากการบันทึกข้อมูลผ่านการใช้งานจริง ซึ่งจากการให้กลับไปประดิษฐ์ชิ้นงานนอกคาบเรียน บางกลุ่มมีการช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี และบางกลุ่มที่นักเรียนอยู่บ้านไกลกัน เลยทำให้ไม่สามารถช่วยเพื่อนในกลุ่มในการประดิษฐ์ได้ แต่มีการแบ่งหน้าที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เนื่องจากเป็นการออกแบบนวัตกรรมจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลองที่ไม่สามารถสร้างเป็นชิ้นงานได้ แต่เป็นแนวทางหรือวิธีการในการเฝ้าระวังหรือป้องกันจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ตัวอย่าง การสร้างชิ้นงาน



ภาพ 8 การสร้างชิ้นงานในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์

ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้นวัตกรรมหรือวิธีการที่ออกแบบและสร้างขึ้นประกอบกับการสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ โดยนักเรียนต่างกลุ่มร่วมแลกเปลี่ยนถามตอบและประเมิน เพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์น้ำท่วม โดยครูคอยตั้งคำถามและชี้แนะเพื่อให้แปลผลออกมาได้ข้อมูลที่ถูกต้อง พบว่า มีนักเรียนบางส่วนสามารถแปลผลข้อมูลออกมาในรูปของกราฟได้ แต่อาจนำเสนอข้อมูลออกมาได้ไม่ครบถ้วน จากการนำเสนอ นักเรียนให้ความร่วมมือในการถามตอบเพื่อนำไปสู่การอภิปรายและสรุปความรู้ร่วมกันผ่านการถามตอบ ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

พบว่า มีบางกลุ่มไม่สามารถแปลผลจากข้อมูลที่ได้มา นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจการนำเสนอของเพื่อนต่างกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนถามตอบระหว่างกลุ่ม โดยครูคอยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาไปด้วย ทำให้นักเรียนสามารถร่วมสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ตัวอย่าง การนำชิ้นงานไปเก็บข้อมูลและนำเสนอผลในใบกิจกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้: กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม
 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน (5)

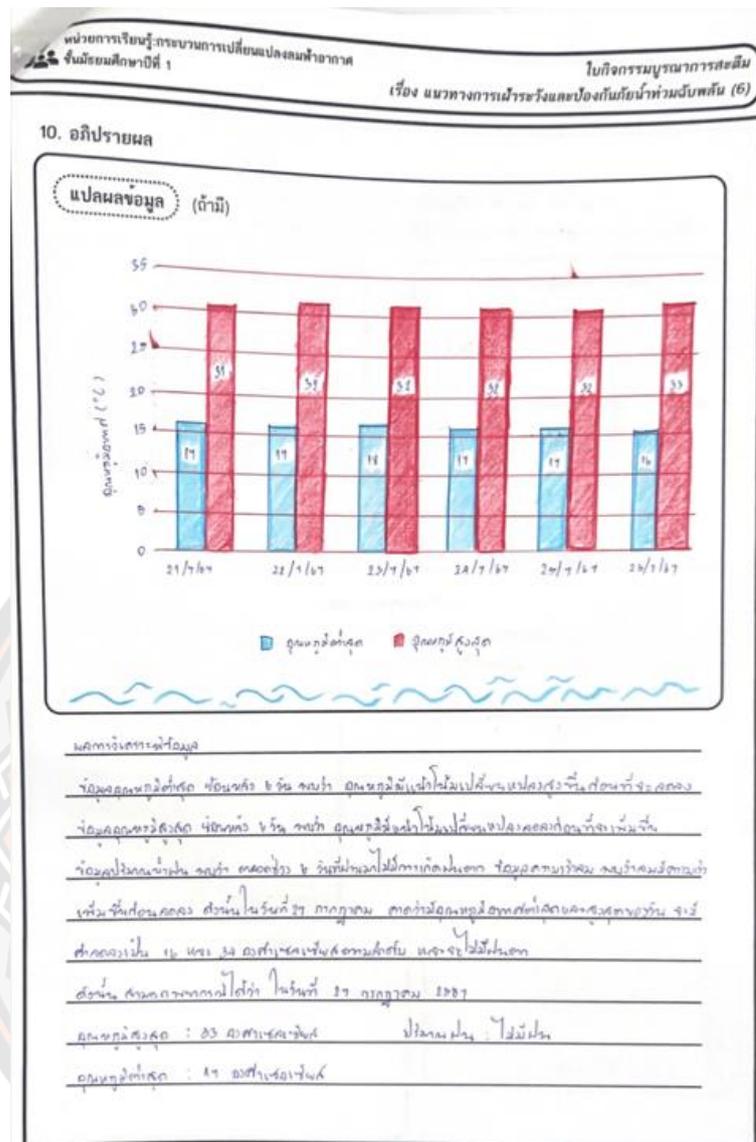
8. ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหา (เขียนเป็นขั้นตอนพอสังเขป)
 ตอบ 1) การตรวจสอบสภาพพื้นที่ที่ทราบสภาพอากาศประจำวัน
 2) การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลจากตรวจสอบ
 3) การวิเคราะห์ข้อมูลจากตรวจสอบ

9. ออกแบบและบันทึกผล ในรูปแบบของตารางบันทึกข้อมูล

ตารางข้อมูลสภาพอากาศที่บันทึกได้ในพื้นที่วัดเกาะท่าเสา จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างวันที่ 21-26 กรกฎาคม พ.ศ. 2567

วันที่/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (°C)		ลม		ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	หมายเหตุ (บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเวลา/ทิศทางของน้ำท่วม)
	สูงสุด	ต่ำสุด	ทิศทาง (ระบุทิศทาง)	ความเร็ว (กม./ชม.)		
21/7/67	31	17	ลม	12	0	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นสีนวล
22/7/67	32	17	90	12	0	ท้องฟ้ามีเมฆสีฟ้าอ่อนเป็นบางส่วน
23/7/67	32	18	48	14	0	ท้องฟ้ามีเมฆสีฟ้าอ่อนเป็นบางส่วน
24/7/67	31	17	135	15	0	ท้องฟ้ามีเมฆสีฟ้าอ่อนเป็นบางส่วน
25/7/67	32	17	80	14	0	ท้องฟ้ามีเมฆสีฟ้าอ่อนเป็นบางส่วน
26/7/67	33	16	90	15	0	ท้องฟ้ามีเมฆสีฟ้าอ่อนเป็นบางส่วน

ภาพ 9 ตัวอย่างการนำชิ้นงานไปเก็บข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเป็นเวลา 6 วัน
 ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1



ภาพ 10 ตัวอย่างการนำชิ้นงานไปเก็บข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเป็นเวลา 6 วัน
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

ขั้นที่ 6 ช้้นนำความรู้ไปใช้

นักเรียนให้ความสนใจถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
ใกล้ตัว เช่น ภัยน้ำท่วมฉับพลัน และสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยมีการร่วมเสนอ
ผลกระทบที่เกิดขึ้น เช่น อาคารบ้านเรือนและทรัพย์สินเสียหาย พื้นที่ทำการเกษตร เช่น นา ไร่ สวน
พืชเสียหาย ส่งผลให้ชาวบ้านขาดรายได้ เป็นต้น โดยครูเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศของกรม
อุตุนิยมวิทยาควบคู่กับการเปิดเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (เว็บไซต์: <https://www.tmd.go.th>)

และให้ความรู้เพิ่มเติมว่า “นอกจากนั้นคำพยากรณ์อากาศที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยามีการพยากรณ์อากาศเฉพาะในอาชีพต่าง ๆ เช่น นักเดินเรือ เกษตรกร เพื่อใช้ในการวางแผนจัดตารางเดินเรือหรือเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อไม่ให้ผลผลิตเสียหาย รวมทั้งผู้นำชุมชนสามารถใช้ข้อมูลการพยากรณ์อากาศเพื่อวางแผนรับมือสภาพอากาศ จัดเตรียมงบประมาณในการช่วยเหลือและประชาสัมพันธ์ประชาชนในพื้นที่ และการท่องเที่ยวเพื่อวางแผนในการเที่ยวแต่ละฤดูกาล เป็นต้น” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการสังเกตวิดิทัศน์และร่วมกันเสนอความคิดเห็นเป็นอย่างดี

ตัวอย่าง การนำความรู้จากการทำกิจกรรมบูรณาการสะเต็มไปใช้



ภาพ 11 ตัวอย่างนักเรียนร่วมกันสังเกตวิดิทัศน์และร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการนำความรู้ไปใช้

ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล

ครูให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินด้านสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากบทเรียนนี้ระหว่างกลุ่ม ทำการคัดเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแต่ละกลุ่มโดยให้นักเรียนวางชิ้นงานตามมุมต่าง ๆ ในห้องเรียน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเดินวนเพื่อคัดเลือกชิ้นงานที่คิดว่าดีที่สุดตามเกณฑ์การประเมินที่ครูกำหนดให้

ตัวอย่าง การสะท้อนผลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพ 12 นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินวนเพื่อคัดเลือกและร่วมกันประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์การประเมินที่ครูกำหนดให้

กลุ่มที่ 1. ชั้น ม.1/...

แบบประเมินใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม

เรื่อง..... ยมถกมลระพีกับกรเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก.....

กลุ่มที่	ตัวบ่งชี้/พฤติกรรมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						คะแนนรวม (24 คะแนน)	ระดับ คุณภาพ
	1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจใน การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	2) แยกแยะปัญหา ที่ได้ว่าประเด็นใด เป็นปัญหาหรือ คำถามที่สามารถ ตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้ (9 คะแนน)	4) บอกและ ประเมินวิธีการ สำรองตรวจสอบ จากข้อมูลใน สถานการณ์ทาง วิทยาศาสตร์ได้ (3 คะแนน)	5) อธิบายเกณฑ์ การตัดสินใจ เลือก วิธีการสำรวจ ตรวจสอบโดยแสดง ถึงเหตุผลตา กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	6) การบูรณาการ ความรู้ สะเต็ม (STEAM) (3 คะแนน)		
1								
2	●●	●●	●●●●	●●●	●●			
3	●●	●	●●●	●●	●●			
4	●●	●	●	●	●			
5	●●	●●	●●●●●●	●●●	●●			

ภาพ 13 ตัวอย่างแบบประเมินกิจกรรมบูรณาการสะเต็มโดยนักเรียน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 15 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	(n = 34)		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การจัดการเรียนรู้			
1.1 ครูใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.53	0.54	มากที่สุด
1.2 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น	4.52	0.56	มากที่สุด
1.3 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.56	0.50	มาก
เฉลี่ยรวมด้านการจัดการเรียนรู้	4.54	0.53	มากที่สุด
2. เนื้อหา			
2.1 นักเรียนสามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้	4.49	0.55	มากที่สุด
2.2 นักเรียนได้เห็นความก้าวหน้าของตนเองจากการจัดการเรียนรู้	4.52	0.55	มากที่สุด
2.3 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.50	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านเนื้อหา	4.50	0.55	มากที่สุด
3. ครูผู้สอน			
3.1 ครูมีการชี้แจงวัตถุประสงค์ เนื้อหา รายวิชา และประมวลการสอนชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 ครูสอนเนื้อหาครบถ้วน สอดคล้องตาม	4.47	0.55	มาก

รายการประเมิน	(n = 34)		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ประมวลการสอน			
3.3 ครูอธิบายได้ตรงประเด็นมีการยกตัวอย่างประกอบชัดเจน	4.69	0.63	มากที่สุด
3.4 ครูจัดกิจกรรมที่น่าสนใจและหลากหลาย	4.52	0.54	มากที่สุด
3.5 ครูจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ดี	4.55	0.56	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านครูผู้สอน	4.57	0.57	มาก
เฉลี่ยรวม	4.54	0.55	มากที่สุด

จากตาราง 15 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการจัดการเรียนรู้ มีระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ด้านครูผู้สอน มีระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 และด้านเนื้อหา มีระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาข้อดีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 ผลการสร้างและหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในการสร้างและหาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ออกแบบแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 2 แผน รวม 11 ชั่วโมง โดยแต่ละกิจกรรมมีขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์ เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่ามีปัญหาคืออะไรมีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจสืบค้นและเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหา

วิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอสาระ ทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิชาศิลปะ และวิชาคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ชั้นที่ 3 ชั้นออกแบบวางแผนและสร้างแบบจำลอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้ ชั้นที่ 4 ชั้นสร้างชิ้นงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบชิ้นงานจากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ชั้นที่ 5 ชั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ร่วมกันด้วย หลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ หากชิ้นงานที่สร้างขึ้นผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมมือกัน ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพและมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอนถึงแนวทางในการนำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป ชั้นที่ 6 ชั้นนำความรู้ไปใช้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบายอย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดง หลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร และชั้นที่ 7 ชั้นสะท้อนผล เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนสามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเองได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและถามคำถามปลายเปิด

1.1.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า ภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.86 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.22

1.1.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า ท่าน ภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.30

1.2 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง (Try out) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนพากท่าวิทยา จำนวน 30 คน มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5992 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น 0.5992 คิดเป็นร้อยละ 59.92

2. ผลการศึกษาศมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลดังนี้ คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง

กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนโดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา

ขั้นนี้ผู้เรียนทำการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนทำกิจกรรม โดยครูมีการชี้แจงการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ผู้เรียนต้องนำความรู้ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงและนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านสถานการณ์ที่กำหนด ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-2 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนให้ความสนใจมีปฏิสัมพันธ์ในการตอบคำถามกับครู และเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนด เมื่อแบ่งกลุ่มแบบความสามารถในกลุ่มเดียวกัน พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการศึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม มีการช่วยเหลือกัน และกัน เนื่องจากสถานการณ์ดังกล่าวเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียน ให้ความสนใจในการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้น และเชื่อมโยง

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว เพื่อให้นักเรียนสำรวจและสืบค้นเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเพื่อเป็นแนวทางใน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวางแผนด้วย ตนเอง บางกลุ่มพบปัญหาไม่มีอุปกรณ์ในการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ทำให้ทำงานล่าช้ากว่า กลุ่มอื่น ภาพรวมส่วนใหญ่ทั้ง 2 กิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงในสาระ วิศวกรรมศาสตร์ได้ ครูคอยให้คำแนะนำโดยเสนอชิ้นงานสะเต็มเป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้สืบค้น เพิ่มเติม โดยครูนำตัวอย่างการเชื่อมโยงสะเต็มศึกษา และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันแสดง ความคิดเห็นและเชื่อมโยงสะเต็มศึกษาชิ้นงานของแต่ละกลุ่มลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง

นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ จากการทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 มาใช้ในการระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกันเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ตอนต้น จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดจากแนวคิดของแต่ละคน มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม แลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มและวางแผนการทำงานในการออกแบบการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายและสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยในการพยากรณ์เพื่อการเก็บข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากวัสดุอุปกรณ์ที่มี จากนั้นออกมานำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินการออกแบบระหว่างกลุ่ม ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มยังออกแบบการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศได้ไม่สมบูรณ์ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถสรุปความรู้ในการเชื่อมโยงสาเหตุการเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงได้เนื่องจากสถานการณ์ตัวอย่างเป็นสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน ครูจึงใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนและปรับปรุงการออกแบบวิธีการตรวจสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ และทำการบันทึกผลนำเสนอข้อมูล และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 กิจกรรม พบว่า วาดแบบจำลองสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุอุปกรณ์ที่มีและการใช้เครื่องมือออกมานำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินการออกแบบระหว่างกลุ่ม เพื่อให้แต่ละกลุ่มนำไปปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเครื่องมือก่อนสร้างชิ้นงาน จากการให้ประเมินระหว่างกลุ่ม พบว่านักเรียนร่วมให้ข้อเสนอแนะกับเพื่อนต่างกลุ่มเป็นอย่างดี และนักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเครื่องมือออกมาในรูปแบบที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างชิ้นงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมและปรับแก้ไขเพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ นำนวัตกรรมเก็บข้อมูล วิเคราะห์ผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ได้แก่ ตารางบันทึกผล แผนภูมิแสดงการจัดกระทำข้อมูล และข้อมูลจริงมานำเสนอในคาบถัดไป ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 มีนักเรียนบางกลุ่มนำชิ้นส่วนมาประกอบในคาบเรียน แต่มีผลจากการบันทึกข้อมูลผ่านการใช้งานจริง ซึ่งจากการให้กลับไปประดิษฐ์ชิ้นงานนอกคาบเรียน บางกลุ่มมีการช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี และบางกลุ่มที่นักเรียนอยู่บ้านใกล้กัน เลยทำให้ไม่สามารถช่วยเพื่อนในกลุ่มในการประดิษฐ์ได้ แต่มีการแบ่งหน้าที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เนื่องจากเป็นการออกแบบนวัตกรรมจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลองที่ไม่สามารถสร้างเป็นชิ้นงานได้ แต่เป็นแนวทางหรือวิธีการในการเฝ้าระวังหรือป้องกันจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลโดยใช้นวัตกรรมที่ออกแบบและสร้างขึ้นประกอบการสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ โดยนักเรียนต่างกลุ่มร่วมแลกเปลี่ยนถามตอบและประเมินเพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์น้ำท่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 และสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 พบว่า มีบางกลุ่มไม่สามารถแปลผลจากข้อมูลที่ได้มา นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจการนำเสนอของเพื่อนต่างกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนถามตอบระหว่างกลุ่ม โดยครูคอยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาไปด้วย ทำให้นักเรียนสามารถร่วมสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้

นักเรียนให้ความสนใจถึงผลกระทบที่เกิดจากภัยน้ำท่วมฉับพลัน ร่วมเสนอผลกระทบที่เกิดขึ้น เช่น อาคารบ้านเรือนและทรัพย์สินเสียหาย พื้นที่ทำการเกษตร เช่น นา ไร่ สวน พืชเสียหาย ส่งผลให้ชาวบ้านขาดรายได้ เป็นต้น และให้ความร่วมมือในการสังเกตวิถีทัศน์และเสนอความคิดเห็นเป็นอย่างดี

ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล

เปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินด้านสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากบทเรียนนี้ระหว่างกลุ่ม ทำการคัดเลือกชิ้นงานแต่ละกลุ่มโดยให้นักเรียนวางชิ้นงานตามมุมต่าง ๆ ในห้องเรียน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเดินวนเพื่อคัดเลือกชิ้นงานที่คิดว่าดีที่สุดตามเกณฑ์การประเมินที่ครูกำหนดให้

จากผลการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 7 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ในการตอบคำถามและเสนอความคิดเห็นทั้งระหว่างนักเรียนและครู นักเรียนมีอิสระในการสืบค้นข้อมูล สามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ในการหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบและสร้างสรรค์นวัตกรรม ภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือและแบ่งหน้าที่กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งภายในและระหว่างกลุ่ม และสามารถนำเสนอผลงานได้ พบปัญหาในการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเนื่องจากอุปกรณ์ไม่เพียงพอบ้าง ในบางกลุ่มอาจทำงานล่าช้ากว่ากลุ่มอื่น นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ความรู้ที่ได้นำไปสร้างนวัตกรรมและสามารถนำไปใช้จริงด้วยตนเอง โดยครูคอยตรวจสอบและชี้แนะเพื่อให้ดำเนินกิจกรรมต่อไปได้

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.22) และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5992 หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น 0.5992 คิดเป็นร้อยละ 59.92 สอดคล้องกับ ปาลิตา สุขสำราญ และวาริรัตน์ แก้วอุไร (2560) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.62113 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.113 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดและการปฏิบัติ นักเรียนเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และมีความสุขเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์และก่อให้เกิดนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และสอดคล้องกับ จิตติมาภรณ์ โชคสัมฤทธิ์ผล (2563) พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมีความสนใจและตื่นตัวในการทำกิจกรรม มีอิสระในการค้นหาข้อมูล สามารถใช้แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ในการหาข้อมูลทฤษฎี เพื่อนำมาออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน ยอมรับในการ

ตัดสินใจและร่วมมือแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งภายในและระหว่างกลุ่ม และสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างมีเหตุผล เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ผ่านการศึกษาค้นคว้าและฝึกการปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดองค์ความรู้และวิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (ภาพ เลขา-ไพบุลย์ 2542) เมื่อนำมาจัดการเรียนรู้ร่วมกับกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนได้ฝึกบูรณาการความรู้ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์ และสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมบูรณาการสะเต็มศึกษา (David Aguilera and Jairo Ortiz-Revilla 2021) โดยนักเรียนได้นำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาพัฒนานวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. การศึกษาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถทำให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์ในการตอบคำถามและเสนอความคิดเห็นทั้งระหว่างนักเรียนและครู นักเรียนอิสระในการสืบค้นข้อมูล สามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ในการหาข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบและสร้างสรรค์นวัตกรรม ภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือและแบ่งหน้าที่กัน และสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ความรู้ที่ได้นำไปสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการและสามารถนำไปใช้จริงด้วยตนเอง โดยครูคอยตรวจสอบและชี้แนะเพื่อให้ดำเนินกิจกรรมต่อไปได้ พบว่านักเรียนสามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชีรสิทธิ์ ดิสกุล (2565) ศึกษาเรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อ

พัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด เบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.04 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณิสสา ร้อยกรอง (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริงจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และใกล้ตัวนักเรียน และผลจากการศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน (ร้อยละ 70.47) สูงกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 49.13) จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า การใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนลงมือด้วยตนเอง และทำความเข้าใจปัญหาในสังคม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดค้นและทำความเข้าใจถึงปัญหาจากสถานการณ์มากขึ้นและการคิดหาวิธีการแก้ปัญหานำไปสู่การสร้างสรรค์โดยนำบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ศิลปะและคณิตศาสตร์ ที่เน้นการสร้างแรงจูงใจด้วยการลงมือปฏิบัติโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอน และด้านเนื้อหา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาพรวมพึงพอใจในระดับมาก เนื่องจากมีกิจกรรมที่สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์ เนื้อหา การวัดประเมินผล โดยมีการใช้สื่อที่เหมาะสมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าใจถึงเนื้อหาได้ง่ายขึ้น มีการฝึกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม เนื้อหาที่เรียนมีความง่ายเหมาะสมกับนักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดในเนื้อหาในระดับสูงขึ้นไปได้ สามารถส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยครูมีการชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน มีการใช้สื่อประกอบการอธิบายเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและชัดเจน มีกิจกรรมให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองที่หลากหลาย กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันเสนอความคิดเห็นและร่วมตอบคำถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ครูจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มจากง่ายไปยากตามลำดับอย่างราบรื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการวางแผนที่ดี มีขั้นตอนการสอนชัดเจน กิจกรรมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้อยากค้นหาคำตอบ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการใช้อุปกรณ์สำหรับสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ระหว่างการทำกิจกรรม ครูจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมและชี้แจงให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา มีการนำรูปแบบกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ที่นักเรียนไม่เคยได้ทำกิจกรรมมาก่อน ประกอบด้วยหลายขั้นตอนและเชื่อมโยง 5 สาขาวิชา เช่น การเชื่อมโยงด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับชิ้นงานที่ต้องทำในสถานการณ์ที่กำหนด เป็นด้านที่นักเรียนส่วนใหญ่เกิดข้อสงสัยและไม่สามารถเชื่อมโยงได้ โดยครูผู้สอนอาจจะต้องยกตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มหรือสะเต็มศึกษาเป็นกรณีตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมของตนเอง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนบางคนเสนอข้อคิดเห็นถึงการประเมินสมรรถนะในระหว่างกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถติดตามความก้าวหน้าของตนเองได้ ในงานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมีการเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ และทำการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นระยะ อาจส่งผลทำให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสาหกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสาหกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กนิษฐา เทาสี, (2560), *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารและทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2562). *การพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา*. พิษณุโลก: พิษณุโลก ดอทคอม.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่านและคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ชัดเซสพับลิเคชั่น.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. สืบค้น 25 มกราคม 2566, จาก <http://www.ipst.ac.th>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20
- ฐิติมาภรณ์ โชคสัมฤทธิ์ผล. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และการอ่าน การเขียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น*, 17(2), 602-619.
- ทิตนา แวมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ธีรสิทธิ์ ดิสกุล. (2565). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด เบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- นิภาพร เพียงจันทร์. (2565). การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ธรณีพิบัติภัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงสถานการณ์ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประเวศ เวชชะ. (2566). รูปแบบการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ยึดการสืบเสาะหาความรู้. *รัชตภาคย์*, 17(52), 371-387. สืบค้น 25 มกราคม 2567, จาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RJPJ/article/download/263832/178581/1035332>
- ปาลิตา สุขสำราญ และวาริรัตน์ แก้วอุไร, (2559), การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(3), 153-166. สืบค้น 25 มกราคม 2566, จาก https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/89495
- ปฎิมา ชุมร่ำ. (2565). *การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2559). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา, *วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 3(3), 129-140. สืบค้น 25 มกราคม 2566, จาก http://praewa.ksu.ac.th/new2017/file/20170608_8303432790.pdf
- พจนจิตร นาบุญมี. (2560). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พจิพร ศรีแก้ว. (2560). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเกมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร. สืบค้น 25 มกราคม 2566, จาก <http://dcms.lib.nu.ac.th/dcms/TDC2563/63601/PhajeepornSreekeaw.pdf>
- พิชิต ฤทธิจรรณู. (2550). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มธุละดา วีระพันธ์. (2564). *การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การตอบสนองของพืช* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เมษา นวลศรี. (2556). *การประเมินผลการเรียนรู้. พระนครศรีอยุธยา: ศูนย์เรียนรู้การผลิตและจัดการธุรกิจ สิ่งพิมพ์ ดิจิตอล มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*
- รัตนะ บัวสนธ์. (2541). *เอกสารคำสอนวิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา*. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2556). *วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2565). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลักขณา ศิริมาลา และวรรณจรรย์ มั่งสิงห์. (2560). ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 4(2), 112-119. สืบค้น 25 มกราคม 2566, จาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDGKKUJ/article/view/50014/41410>
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 45(1), 320-334
- วรรณนิสา ร้อยกรอง. (2562). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *ผลการประเมิน PISA 2022: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สืบค้น 25 มกราคม 2566, จาก <http://www.ipst.ac.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *มุมมองการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2566.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษา (ม.1-6)*. สืบค้น 25 มีนาคม 2566, จาก <https://www.scimath.org/ebook-stem/item/13064-1-6-2-4>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2566, จาก <http://www.ipst.ac.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2566). *การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2566, จาก <http://www.ipst.ac.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2566). *คู่มือรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2566, จาก <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8632-1-2>
- สะเต็มศึกษา ประเทศไทย. (2559). *สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2566, จาก <http://www.stemedthailand.org/?knowstem=สะเต็มศึกษาและการออกแบบ>.
- สุนารี ศรีบุญ. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2566, จาก <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/1516>
- สะเต็มศึกษา ประเทศไทย, (2559), *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา*, สืบค้น 12 ตุลาคม 2565, จาก <http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf>
- หทัยรัตน์ ชุ่มเชื้อ. (2563). *การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อนูวัติ คุณแก้ว. (2555). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สู่ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Ahn, Jaehong, Kwon, & Najoo. (2013). An Analysis on STEAM Education Teaching and Learning Program on Technology and Engineering. *J Korea Assoc. Sci. Edu*, 4(33), 708-717.

- Chung, Chih-Chao; Huang, Shu-Lan; Cheng, Yuh-Ming; Lou, Shi-Jer. (2022). Using an iSTEAM Project-Based Learning Model for Technology Senior High School Students: Design, Development, and Evaluation. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(2) Apr 2022, 905-941. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09708-z>
- Constantina S., Manolis W., Costas V., & Vassilis P. (2020). Examining the use of STEAM Education in Preschool Education. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science Special Issue*, 2020, 1-6. Retrieved November 25, 2024, from <http://dx.doi.org/10.24018/ejers.2020-.CIE.2309>
- David Aguilera, & Jairo Ortiz-Revilla. 2021. STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Educ, Sci.*, 2021(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Gonzalez, H.B and Kuenzi, J.J. (2012). *Science. Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service.
- Gao, X., Li, P., Shen, J., & Sun, H. (2020). *Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education*. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-14
- Joanna Jesionkowska, Fridolin Wild, & Yann Deval. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. *Educ. Sci.*, 10(8), 198. <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/8/198>
- Peng-Wei H. and Chung-Ho S. (2021). A Study on the Impact of STEAM Education for Sustainable Development Courses and Its Effects on Student Motivation and Learning. *Sustainability*, 2021(13), 1-24. <https://doi.org/10.3390/su13073772>
- Shin-Yun Lu, Chu-Lung Wu. (2022). Evaluation of Disabled STEAM -Students' Education Learning Outcomes and Creativity under the UN Sustainable Development Goal: Project-Based Learning Oriented STEAM Curriculum with Micro:bit. *Sustainability*, 2022 14, 679. MDPI <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/2/679>



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญ สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

รายงานผู้เชี่ยวชาญ

ด้านหลักสูตรและการสอน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฉันทบุรณ์ ถาวรวรรณ

อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์

2. นางจันทนา ถิ่นจอม

ครู ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม สำนักงานเขต

พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์

ด้านวัดและประเมินผลการศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอี่ยมพร หลินเจริญ

อาจารย์สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.บรรจง เชื้อเมืองพาน

อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

2. นายกิตติพิชญ์ สภานุชาติ

ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์

สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/๑๖๔๔



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๓ มิถุนายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพากท่าวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จำนวน.....ฉบับ

ด้วย นางสาวญาดา มานุญลือ รหัสประจำตัว ๖๕๐๙๐๓๘๙ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องนี้ จำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากหน่วยงานของท่าน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นิสิตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอิสระซึ่งจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการต่อไป บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวญาดา มานุญลือ

โทร. ๐๙-๗๙๒๓-๑๘๔๐

ภาคผนวก ข แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education
เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง:

1. แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินความเหมาะสมของชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โปรดพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันทำความเข้าใจสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา</p>					
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่านกิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและนำเสนอ ทักษะกระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ</p>					
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง ผู้เรียนร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ได้มา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลอง ตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่ครูกำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้</p>					
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างชิ้นงาน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบชิ้นงานจากแบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้</p>					
<p>ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ แต่ละกลุ่มต้องร่วมมือกันปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพและมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอ</p>					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นให้กับเพื่อน กลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการซักถาม ให้ ข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอนถึงแนวทางในการ นำไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต่อไป					
ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้ มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียนอธิบาย อย่างมีความหมาย ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐานและถามคำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้ แนวคิดอะไร					
ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปราย ร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียน สามารถนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนเองได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะ กระบวนการกลุ่มและถามคำถามปลายเปิด					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง:

1. แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและ
ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โปรดพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ
ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของ
ท่าน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เมื่อท่านเห็นว่ามีเหมาะสมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1. จุดประสงค์การเรียนรู้						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้					
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน					
	1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะและกระบวนการได้อย่างชัดเจน					
	1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน					
	1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
	2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education					
	2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
	2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง					
	2.5 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3. สื่อการจัดการเรียนรู้						
	3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้					
	3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุ					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	ตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
	3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
	3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน					
	3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
	4. การวัดและประเมินผล					
	4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด					
	4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง:

1. แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2. โปรดพิจารณาว่าข้อความของรายการที่ประเมินในแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ความสอดคล้อง” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความของรายการประเมินมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความของรายการประเมินมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความของรายการประเมินไม่มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

ที่	รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
	1.1 ครูใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม			
	1.2 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น			
	1.3 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม			
2. เนื้อหา				
	2.1 นักเรียนสามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้			
	2.2 นักเรียนได้เห็นความก้าวหน้าของตนเองจากการจัดการเรียนรู้			
	2.3 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้			
3. ครูผู้สอน				
	3.1 ครูมีการชี้แจงวัตถุประสงค์ เนื้อหารายวิชา และประมวลการสอนชัดเจน			
	3.2 ครูสอนเนื้อหาครบถ้วน สอดคล้องตามประมวลการสอน			
	3.3 ครูอธิบายได้ตรงประเด็น มีการยกตัวอย่างประกอบชัดเจน			
	3.4 ครูจัดกิจกรรมที่น่าสนใจและหลากหลาย			
	3.5 ครูจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ดี			

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

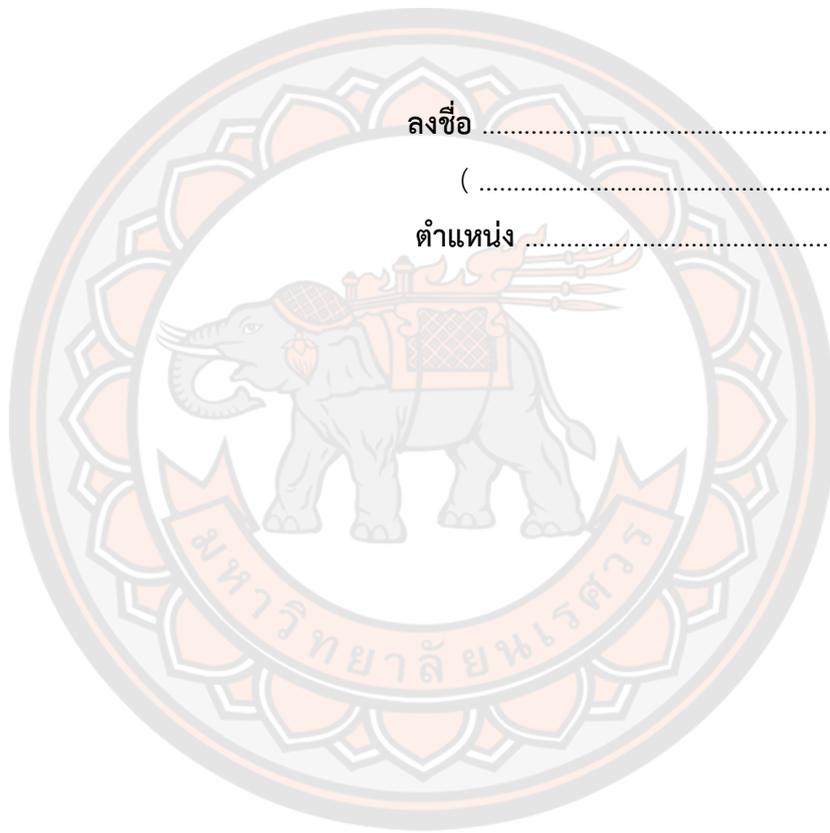
.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง



แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ของแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
 รายวิชา วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง: ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อในแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ วัดตรงกรอบการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยใส่เครื่องหมายถูกต้อง (/) ลงช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

กา / ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้อนี้วัดตรงกรอบการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กา / ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้อนี้วัดตรงกรอบการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กา / ในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้อนี้วัดไม่ตรงกรอบการประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1: การเคลื่อนที่อากาศ

ลมพัดเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความกดอากาศ อากาศที่เคลื่อนที่ช้า ๆ ทำให้เกิดลมพัดเอื่อย ๆ อากาศที่เคลื่อนที่รวดเร็วทำให้เกิดลมพัดแรง ถ้าลมพัดเร็วแรงมาก ๆ จนถึงระดับหนึ่ง เราเรียกว่าพายุ

อากาศเกิดการเคลื่อนที่ได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหลักคือความร้อนความเย็นหรืออุณหภูมิ โดยเมื่ออากาศได้รับพลังงานความร้อนหรือมีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศก็จะขยายตัวทำให้อุณหภูมิของอากาศอยู่ห่างกันมากขึ้น ความหนาแน่นของอากาศก็น้อยลง เมื่ออากาศร้อนมีความหนาแน่นหรือความกดอากาศน้อยลง ก็จะถูกอากาศเย็นที่มีความหนาแน่นมากกว่าเบียดแทรกเข้ามาแทนที่ เป็นผลให้อากาศร้อนถูกผลักให้ลอยขึ้นข้างบน

หากนักเรียนทำการทดลองการเคลื่อนที่ของอากาศจากวัสดุอุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้ สร้างแบบจำลองดังภาพ จากนั้นนำรูปที่จุดติดไฟแล้วจ่อเข้าไปในแบบจำลอง พบว่า เกิดการเคลื่อนที่ของควันรูปภายในขวด



ภาพ 14 กิจกรรมการทดลองการเคลื่อนที่ของอากาศ

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1) ระบุประเด็น ปัญหาที่ต้องการ สำรวจตรวจสอบ จากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	คำถามที่ 1.1 จากการทดลองเพื่อศึกษาการ เคลื่อนที่ของอากาศ โดยใช้แบบจำลอง ดังกล่าว จงระบุตัวแปรต่อไปนี้ (2 คะแนน) 1.1.1 ตัวแปรต้น 1.1.2 ตัวแปรตาม 1.1.3 ตัวแปรควบคุม				

เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 1.1

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนเขียนตอบครบทั้ง 3 ตัวแปรได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แนวคำตอบ เช่น 1.1.1 ตัวแปรต้น <u>ตอบ</u> อุณหภูมิของน้ำที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน 1.1.2 ตัวแปรตาม <u>ตอบ</u> ทิศทางการเคลื่อนที่ของควันรูป 1.1.3 ตัวแปรควบคุม <u>ตอบ</u> อุณหภูมิน้ำ, ปริมาณของน้ำ, ขนาดและรูปร่างของขวด, ชนิดของรูป และ เวลาในการปล่อยควันรูป เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนเขียนตอบครบทั้ง 3 ตัวแปรอย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนใน 1-2 ตัว แปร (จากแนวคำตอบ)
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/2
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดลม (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ		คะแนน การ พิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
			+1	0	-1	
2) แยกแยะปัญหา อย่างง่ายที่กำหนดให้ ได้ว่าประเด็นได้เป็น ปัญหาหรือคำถามที่ สามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คำถามที่ 1.2 คำถามต่อไปนี้นำไปสู่การทดลองใน กิจกรรมดังกล่าวใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำ ว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (4 คะแนน)					
	คำถามต่อไปนี้นำไปสู่การ ทดลองในกิจกรรมดังกล่าว ใช่หรือไม่	ความคิดเห็น ของนักเรียน				
	1.2.1 ควัณรูปเคลื่อนที่ใน แบบจำลองได้อย่างไร	ใช่ ไม่ใช่				
	1.2.2 ปริมาณควัณรูปมีผลต่อ การเคลื่อนที่ของอากาศ หรือไม่	ใช่ ไม่ใช่				
	1.2.3 อุณหภูมิของน้ำในขวด ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการ	ใช่ ไม่ใช่				

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ	แบบวัดสมรรถนะ			คะแนน การ พิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
	เคลื่อนที่ของอากาศหรือไม่						
	1.2.4 การเคลื่อนที่ของอากาศ ในแบบจำลองมีความสัมพันธ์ กับความดันอากาศอย่างไร	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 1.2

แนวคำตอบ : ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/2
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดลม (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

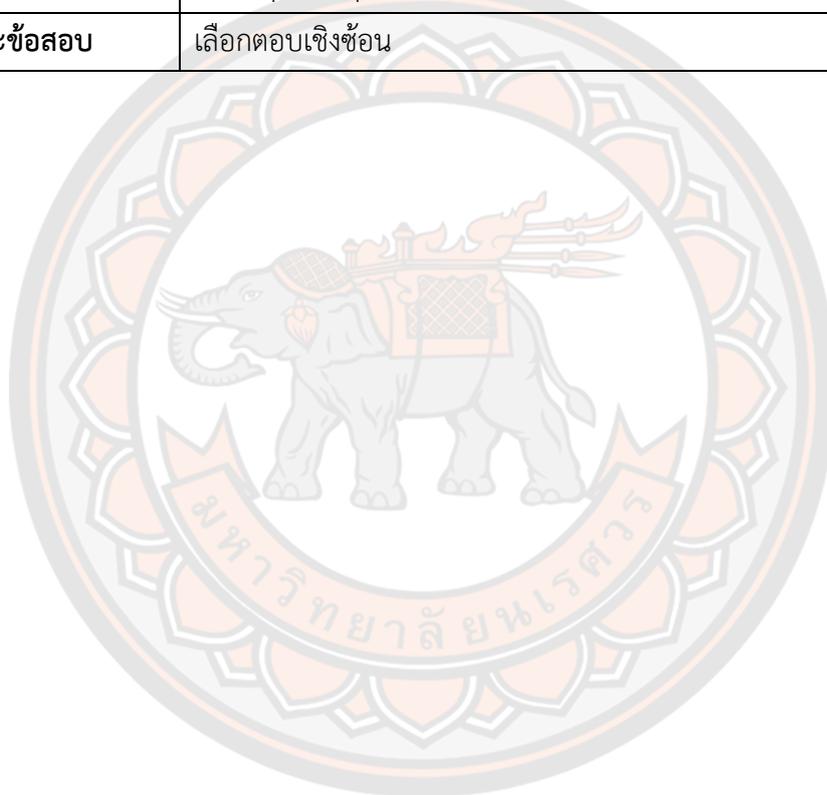
สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่าง ง่าย	คำถามที่ 1.3 จากการทดลองสถานการณ์ที่ 1 ข้อความ ต่อไปนี้ประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุจากการ ทดลองใช่หรือไม่ เพื่อให้การทดลองได้ผลที่มี ความคลาดเคลื่อน น้อยที่สุด จงวงกลมรอบคำ ว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (3 คะแนน)				
	ข้อความต่อไปนี้เป็น ประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุ จากการทดลองใช่หรือไม่	ความคิดเห็น ของนักเรียน			
	1.3.1 เปรียบเทียบโดย เปลี่ยนขนาดของขวดน้ำใน การทดลอง	<u>ใช่</u>	<u>ไม่ใช่</u>		
	1.3.2 วัดอุณหภูมิของน้ำที่ ใช้ในการทดลอง	<u>ใช่</u>	<u>ไม่ใช่</u>		
1.3.3 ทำการทดลองซ้ำ อย่างน้อย 3 ครั้ง	<u>ใช่</u>	<u>ไม่ใช่</u>			

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 1.3

แนวคำตอบ : ไม่ใช่ / ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/2
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดลม (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน



สถานการณ์ที่ 2 : การพยากรณ์อากาศอย่างง่าย

พิจารณาตารางต่อไปนี้ สำหรับตอบคำถามที่ 2.1 - 2.3

นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในรอบ 1 วัน โดยทำการศึกษาว่า อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่ต่าง ๆ ในรอบวัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศหรือไม่ จากตารางต่อไปนี้

ตาราง 16 แสดงข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 วัน ระหว่างวันที่ 1 - 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิอากาศ (°C)		ลม		ปริมาณฝน (ม.ม.)	หมายเหตุ (บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเมฆ/สังเกตุท้องฟ้า)
	สูงสุด	ต่ำสุด	ทิศทาง (มุมทิศ)	ความเร็ว (กม./ชม.)		
1/5/67	38	24	45	12	10	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนมาก
2/5/67	37	24	90	12	30	ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยเป็นบางส่วน
3/5/67	37	24	45	14	38	ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยเป็นบางส่วน
4/5/67	40	25	135	13	40	ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยเป็นบางส่วน

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิอากาศ (°C)		ลม	ปริมาณ	หมายเหตุ	
5/5/67	41	25	45	14	48	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนมาก
6/5/67	42	27	90	13	60	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนมาก



สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
1) ระบุประเด็นปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	คำถามที่ 2.1 จากตารางข้างต้น จงระบุตัวแปรในการ ทดลองต่อไปนี้ (2 คะแนน) 2.1.1 ตัวแปรต้น 2.1.2 ตัวแปรตาม 2.1.3 ตัวแปรควบคุม				

เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 2.1

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนเขียนตอบครบทั้ง 3 ตัวแปรได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แนวคำตอบ เช่น 2.1.1 ตัวแปรต้น <u>ตอบ</u> ช่วงเวลา และ สถานที่ต่าง ๆ 2.1.2 ตัวแปรตาม <u>ตอบ</u> การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศแต่ละช่วงเวลา แต่ละสถานที่ 2.1.3 ตัวแปรควบคุม <u>ตอบ</u> การวัดอุณหภูมิ ณ ช่วงเวลาในแต่ละสถานที่
1 คะแนน	นักเรียนเขียนตอบครบทั้ง 3 ตัวแปรอย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนใน 1-2 ตัว แปร (จากแนวคำตอบ)
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/4
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การพยากรณ์อากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2) แยกแยะปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นได้เป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	<p>คำถามที่ 2.2</p> <p>จากสถานการณ์การพยากรณ์อากาศอย่างง่าย คำถามต่อไปนี้นำไปสู่การทดลองในกิจกรรมดังกล่าวใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม</p> <p>(4 คะแนน)</p>				
	<p>คำถามต่อไปนี้นำไปสู่การทดลองในกิจกรรมดังกล่าวใช่หรือไม่</p> <p>ความ คิดเห็นของ นักเรียน</p>				
	<p>2.2.1 วันที่มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันมากทำให้เกิดฝนตกหรือไม่</p> <p>ใช่ <u>ไม่ใช่</u></p>				
	<p>2.2.2 อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่ต่าง ๆ ในรอบวัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ</p> <p><u>ใช่</u> ไม่ใช่</p>				

สมรรถนะการ ประเมินและ	แบบวัดสมรรถนะ		คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
	อากาศหรือไม่					
2.2.3 องค์ประกอบของลม ฟ้าอากาศทำให้พื้นที่นั้น ๆ เกิดสภาพลมฟ้าอากาศใน ลักษณะแตกต่างกันหรือไม่	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่				
2.2.4 ความเร็วของลมมี ผลต่อการเกิดฝนหรือไม่	<u>ใช่</u>	<u>ไม่ใช่</u>				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 2.2

แนวคำตอบ : ไม่ใช่ / ใช่ / ใช่ / ไม่ใช่ ตามลำดับ

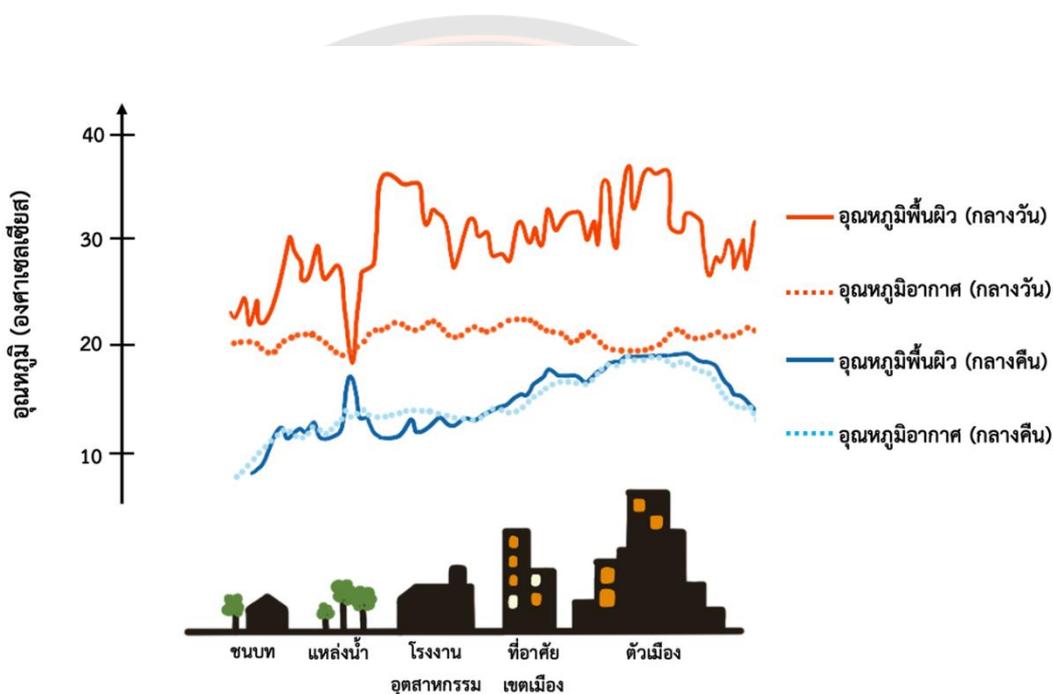
ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/4
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การพยากรณ์อากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

พิจารณาข้อมูลเพิ่มเติม จากข้อความดังต่อไปนี้

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร (2564) กล่าวว่า อุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 1.1 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมภาวะโลกร้อนที่กำลังเร่งตัวขึ้น เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์กล่าวว่ามนุษย์ต้องจำกัดอุณหภูมิไว้ที่ 1.5 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าระดับก่อนยุคอุตสาหกรรมเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่ร้ายแรงที่สุดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(ที่มา: <https://www.seub.or.th/blogging/knowledge/climate-crisis/>)



ภาพ 15 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศในเขตเมืองและชนบท ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน			ข้อเสนอ แนะ
		การพิจารณา	+1	0	
3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย	คำถามที่ 2.3 จากประเด็นปัญหาที่นักเรียนเสนอใน สถานการณ์ที่ 2 และข้อความดังกล่าว จง เสนอวิธีสำรวจหรือตรวจสอบปัญหานี้ทาง วิทยาศาสตร์ (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 2.3

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนสามารถบอกประเด็นปัญหาหรือข้อคำถามที่สงสัยที่มีความ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างถูกต้องครบถ้วน และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ แนวคำตอบ เช่น - โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากข้อมูลของมูลนิธิสืบนาเคเสถียร อุณหภูมิโลก โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 1.1 องศาเซลเซียส - โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากแผนภาพแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลากลางวันและ กลางคืน โดยเฉพาะเขตโรงงานและตัวเมือง ที่มีอุณหภูมิสูงมาก
1 คะแนน	นักเรียนสามารถบอกประเด็นปัญหาหรือข้อคำถามที่สงสัยที่มีความ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ และมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่สามารถอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/4
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การพยากรณ์อากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4) เลือกรีวิวการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	<p>คำถามที่ 2.4</p> <p>จากแผนภาพ พบว่า เขตเมืองมีอุณหภูมิอากาศสูงกว่าเขตชนบททั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน คำถามต่อไปนี้สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (4 คะแนน)</p>				
	คำถามต่อไปนี้สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่	ความคิดเห็นของนักเรียน			
	2.4.1 จำนวนการใช้รถยนต์ระหว่างเขตเมืองกับเขตชนบท	ใช่	ไม่ใช่		
	2.4.2 วัสดุที่ใช้ในการสร้างบ้านต่างกัน มีผลต่อการดูด	ใช่	ไม่ใช่		

สมรรถนะการ ประเมินและ	แบบวัดสมรรถนะ		คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
	และคายความร้อนหรือไม่					
2.4.3 จำนวนโรงงาน อุตสาหกรรมในเขตเมืองแต่ ละทวีปของโลก	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>				
2.4.4 ปริมาณของต้นไม้มี ผลต่ออุณหภูมิอากาศใน พื้นที่ต่าง ๆ หรือไม่	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 2.4

แนวคำตอบ : ใช่ / ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/5
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การพยากรณ์อากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
5) อธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือกรีวิวการ สำรวจตรวจสอบใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คำถามที่ 2.5 จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียน บอกถึง วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล เกี่ยวกับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศที่ กำหนด และใช้ข้อมูลจากแหล่งใดบ้าง เพื่อ สามารถนำมาวิเคราะห์และพยากรณ์สภาพ อากาศในวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2567 ได้ อย่างแม่นยำที่สุด (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่ 2.5

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนบอกถึงวิธีการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ 2 แหล่งขึ้นไป แนวคำตอบ เช่น ควรเก็บรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศเป็นระยะเวลาหลาย วัน หรืออย่างน้อย 6 วัน หรือระหว่างวันภายใน 1 สัปดาห์ เพื่อให้มีข้อมูล เพียงพอในการดูแนวโน้มสภาพอากาศ โดยที่ลักษณะอากาศยังไม่มี การเปลี่ยนแปลงไปมาก โดยศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแอปพลิเคชันสภาพอากาศ เว็บไซต์อุตุนิยม แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ หรือติดตามการเฝ้าระวังและ การเตือนภัย เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกถึงวิธีการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่อ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ 1 แหล่ง
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/5
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การพยากรณ์อากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ



สถานการณ์ที่ 3 : พายุ

พิจารณาภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตอบคำถามที่ 3.1

<p>ภาพที่ 1 : ฟ้าผ่า</p>  <p>(ที่มา: https://www.thairath.co.th/news/local/2078393)</p>	<p>ภาพที่ 2 : คว้นจากโรงงานอุตสาหกรรม</p>  <p>(ที่มา: https://healthenvi.com/how-to-solve-pollution-problems/)</p>
<p>ภาพที่ 3 : พายุทอร์นาโด</p>  <p>(ที่มา: https://www.thairath.co.th/news/foreign/497463)</p>	<p>ภาพที่ 4 : ภูเขาไฟปะทุ</p>  <p>(ที่มา: https://ngthai.com/environment/14963/not-only-lava-can-kill-you/)</p>

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
<p>1) ระบุประเด็นปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>2) แยกแยะปัญหาอย่าง ง่ายที่กำหนดให้ได้ว่า ประเด็นได้เป็นปัญหา หรือคำถามที่สามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>คำถามที่ 3.1 จากภาพสถานการณ์ จงระบุว่าภาพใด เป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความ แปรปรวนของลมฟ้าอากาศ (2 คะแนน)</p>				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 3.1

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนบอกภาพที่เป็นปัญหาความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบอย่างครบถ้วนถูกต้อง 2 ภาพ แนวคำตอบ เช่น - ภาพที่ 1 ฟ้าผ่า เกิดจากการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าระหว่างเมฆฝนกับพื้นดิน - ภาพที่ 3 พายุทอร์นาโด เกิดจากลมที่พัดเวียนอย่างรวดเร็วรอบจุดศูนย์กลางเป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกภาพที่เป็นปัญหาความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบอย่างครบถ้วนถูกต้อง 1 ภาพ
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/3
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดพายุ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ



ที่มา: https://www.bangkokbiznews.com/news/news-update/1116956#google_vignette

ในช่วงระหว่างวันที่ 9-11 เมษายน พ.ศ.2567 กรมอุตุนิยมวิทยา พยากรณ์อากาศข้างหน้า บริเวณ ความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมภาค ตะวันออกเฉียงเหนือและทะเลจีนใต้แล้ว ในขณะที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนถึงร้อนจัด ประกอบกับ ลมใต้และลมตะวันออกเฉียงใต้พัดนำความชื้นจากอ่าวไทยและทะเลจีนใต้เข้ามาปกคลุมประเทศไทย ตอนบน โดยมีคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตกเคลื่อนผ่านประเทศเมียนมาและตอนบนของภาคเหนือ

ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีพายุฤดูร้อนเกิดขึ้น โดยมีลักษณะของพายุฝนฟ้า คะนอง ลมกระโชกแรง และลูกเห็บตกบางแห่ง รวมถึงอาจมีฟ้าผ่าเกิดขึ้นได้บางพื้นที่ โดยจะเริ่มมี ผลกระทบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อน ส่วนภาคอื่น ๆ จะได้รับผลกระทบในระยะต่อไป จึงขอให้ ประชาชนในบริเวณดังกล่าวระวังอันตรายจากพายุฤดูร้อน โดยหลีกเลี่ยงการอยู่ในที่โล่งแจ้ง ใต้ต้นไม้ ใหญ่ สิ่งปลูกสร้างและป้ายโฆษณาที่ไม่แข็งแรง รวมถึงดูแลสุขภาพเนื่องจากสภาพอากาศที่ เปลี่ยนแปลง สำหรับเกษตรกรควรเตรียมการป้องกันและระวังความเสียหายที่จะเกิดต่อผลผลิตทาง การเกษตรและอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงไว้ด้วย สำหรับลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม อ่าวไทย ภาคใต้ และทะเลอันดามัน ทำให้ภาคใต้มีฝนฟ้าคะนองบางแห่ง (ที่มาดัดแปลงจาก: <https://www.thaipbs.or.th/news/content/338911>)

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย	คำถามที่ 3.2 จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนมีวิธี สำรวจตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร บ้าง อย่างน้อย 2 วิธี เพื่อเป็นการเฝ้าระวัง และป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าว (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 3.2

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนบอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาได้ โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบอย่างครบถ้วนทั้ง 2 วิธี แนวคำตอบ เช่น - ติดตามการพยากรณ์อากาศ เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดพายุ ฤดูร้อน - ติดตามข้อมูลสภาพอากาศ ปริมาณฝนสะสมของพื้นที่ เพื่อดูแนวโน้มความ เสี่ยงและความรุนแรงต่อการเกิดพายุฤดูร้อน - เฝ้าระวังเหตุการณ์น้ำท่วม ดินถล่ม เนื่องจากฝนตกอย่างต่อเนื่องจากพายุฤดู ร้อน เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาได้ โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบอย่างครบถ้วน 1 วิธี
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/3
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดพายุ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4) เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	คำถามที่ 3.3 นักเรียนเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นจากคำถามที่ 3.1 มา 1 วิธี พร้อมแสดงเหตุเกี่ยวกับทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 3.3

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนเลือกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาได้ โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบอย่างครบถ้วน และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ แนวคำตอบ เช่น - ติดตามการพยากรณ์อากาศจากแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์กรมอุตุนิยม เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดพายุฤดูร้อน พร้อมกับข่าวสารเฝ้าระวังเหตุการณ์น้ำท่วม ดินถล่ม โดยเฉพาะในช่วงฝนตกต่อเนื่อง เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนเลือกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาได้ โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ประกอบอย่างครบถ้วน แต่ไม่สามารถอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/3
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดพายุ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
5) อธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือก วิธีการสำรวจ ตรวจสอบใน สถานการณ์อย่าง ง่ายโดยแสดงถึง เหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	<p>คำถามที่ 3.4</p> <p>จากข้อความ “ประเทศไทยตอนบนมีพายุฤดูร้อนเกิดขึ้น โดยมีลักษณะของพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรง และลูกเห็บตกบางแห่ง รวมถึงอาจมีฟ้าผ่าเกิดขึ้นได้บางพื้นที่” <u>ข้อความต่อไปนี้</u>เป็นประเด็นพิสูจน์ <u>หาสาเหตุจากข้อความดังกล่าวใช่หรือไม่</u> จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม</p> <p>(4 คะแนน)</p>				
	<p>ข้อความต่อไปนี้ เป็น ประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุ จากข้อความดังกล่าวใช่ หรือไม่</p>	<p>ความคิดเห็น ของนักเรียน</p>			
	<p>3.4.1 การเคลื่อนตัวของคลื่น กระแสลมฝ่ายตะวันออก เคลื่อนผ่านประเทศเมียนมา และผ่านภาคเหนือตอนบน ของไทย</p>	<p>ใช่ <u>ไม่ใช่</u></p>			
	<p>3.4.2 การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอากาศในประเทศ ไทย ประกอบกับหย่อมความ กดอากาศต่ำจากจีน</p>	<p>ใช่ <u>ไม่ใช่</u></p>			
	<p>3.4.3 การเคลื่อนตัวของ</p>	<p><u>ใช่</u> ไม่ใช่</p>			

สมรรถนะการ ประเมินและ	แบบวัดสมรรถนะ		คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
	ห่อความกดอากาศสูงจาก จีน ขณะที่ไทยมีอุณหภูมิต่ำ อากาศสูง และความชื้นจาก อ่าวไทยและทะเลจีนใต้เข้า มาปกคลุมประเทศไทย					
	3.4.4 อิทธิพลของลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุม ประเทศไทย	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>			

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 3.4

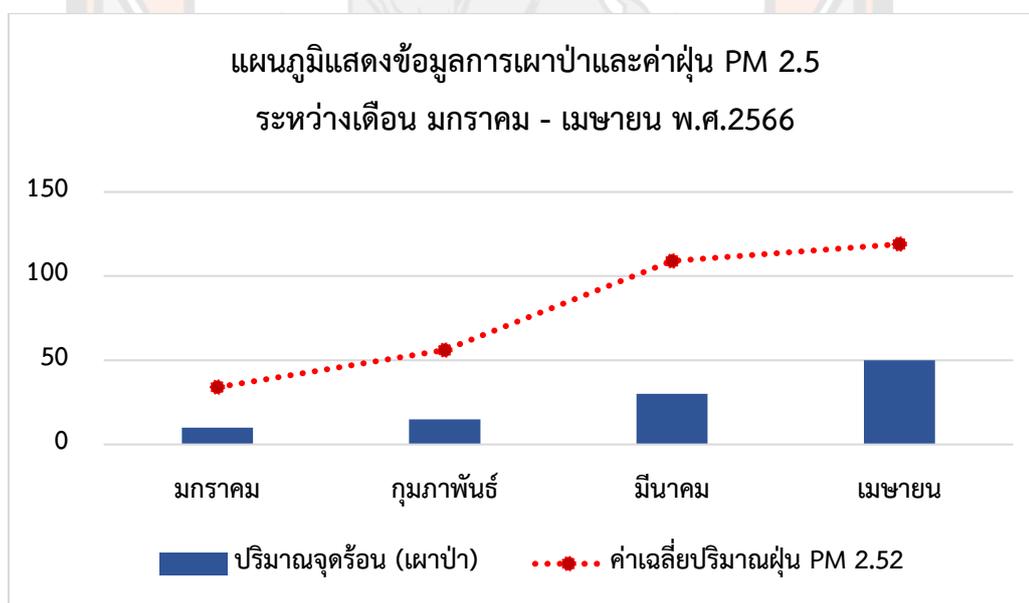
แนวคำตอบ : ไม่ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ / ไม่ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/3
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	การเกิดพายุ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

สถานการณ์ที่ 4 : ไฟป่า

ประเทศไทยเผชิญกับสถานการณ์ไฟป่าอย่างต่อเนื่องและยาวนาน นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 จนถึงปัจจุบัน ข้อมูลจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มีการบันทึกข้อมูลพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ทั้งหมดประมาณ 49.97 ล้านไร่ โดยปี พ.ศ. 2564 มีพื้นที่ถูกเผาไหม้รวมทั่วประเทศ 100,772.92 ไร่ เป็นพื้นที่ภาคเหนือมากถึง ร้อยละ 83 จากสถานการณ์ไฟป่าที่ผ่านมาและคาดว่ากำลังจะเกิดขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อธรรมชาติและสิ่งมีชีวิต อีกหนึ่งสาเหตุหลักของการเกิดไฟป่านั้นมาจากพฤติกรรมมนุษย์ เช่น การเผาเพื่อเริ่มต้นสำหรับการทำเกษตรครั้งใหม่ การเข้าไปหาของป่า หรือการแก่งจุก สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาส่งผลในวงกว้าง สร้างความเดือดร้อน เกิดปัญหาหมอกควันและฝุ่น PM 2.5 ดังนั้นเรื่องของไฟป่าหมอกควัน และฝุ่น PM2.5 จึงเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อเราทุกคนและจำเป็นต้องช่วยกันยับยั้งปัญหาเหล่านี้ให้หมดไป โดยเฉพาะในช่วงต้นปี ระหว่างเดือน มกราคม ถึง เมษายน พ.ศ.2566 ได้มีการเก็บข้อมูลการเผาป่าในอำเภอปากท่า จังหวัดอุดรดิตถ์ เปรียบเทียบกับค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ไว้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ที่มา: ดัดแปลงจาก ส่วนแผนงานและประมวผล กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2567, <http://air4thai.pcd.go.th/webV3/#/History>

เกณฑ์การแปลความหมายค่าฝุ่น PM 2.5

ดัชนีคุณภาพอากาศ (ค่าฝุ่น)	ความหมาย
0 -25	เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและท่องเที่ยว
26 -50	สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51 - 100	สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ หากมีอาการเบื้องต้นเช่น ไอ, หายใจลำบาก หรือระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101 – 200	ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ, หายใจลำบาก หรือระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น
201 ขึ้นไป	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

ที่มา: ดัดแปลงจาก: กรมควบคุมมลพิษ, 2567, <http://air4thai.pcd.go.th/webV3/#/AQIInfo>

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
<p>1) ระบุประเด็นปัญหา ที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจาก การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้</p> <p>2) แยกแยะปัญหา อย่างง่ายที่กำหนดให้ ได้ว่าประเด็นได้เป็น ปัญหาหรือคำถามที่ สามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์</p>	<p><u>คำถามที่ 4.1</u> จากบทความข้างต้น จงระบุประเด็น <u>ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สามารถอธิบายหรือ ตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์อย่างไร</u> (2 คะแนน)</p>				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 4.1

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	<p>นักเรียนบอกถึงปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ และ บอกเหตุผลที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ แนวคำตอบ เช่น</p> <p>- ปัญหาจากการเผาป่าจากการทำเกษตร หางของป่า หรือแก๊สจืด ทำให้ เกิดมลพิษทางอากาศ สามารถตรวจสอบได้จากการวัดค่าฝุ่น จุความร้อน หรือ สังเกตสภาพอากาศ เป็นต้น</p>
1 คะแนน	<p>นักเรียนบอกถึงปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ และ บอกเหตุผลที่สามารถตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ แนวคำตอบ เช่น</p>

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
	- ปัญหาจากการเผาป่าจากการทำเกษตร หางของป่า หรือแก๊สจุด ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เป็นต้น (แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลหรือแหล่งอ้างอิงเพิ่มเติม)
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/6
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสน แนะ
		+1	0	-1	
3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย	คำถามที่ 4.2 จากบทความ “ <u>ในช่วงเดือน มกราคม - เมษายน พ.ศ.2566 เดือนใดมีค่าดัชนีฝุ่น ละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เป็นอันตรายต่อ สุขภาพ และควรมีมาตรการป้องกันปัญหา ฝุ่น เพราะเหตุใด</u> ” (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 4.2

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนบอกเดือนที่มีค่าดัชนีฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และควรมีมาตรการป้องกันปัญหาฝุ่นได้ โดยอ้างอิงข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบอกเหตุผลได้อย่างครบถ้วน แนวคำตอบ เช่น - เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน มีค่าดัชนีคุณภาพอากาศ เกิน 51 จากเกณฑ์การแปลความหมายค่าฝุ่น PM 2.5 พบว่า สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ แต่ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนหากมีความจำเป็น - เดือนมีนาคมถึงเมษายน มีค่าดัชนีคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ที่ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนหากมีความจำเป็น เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกเดือนที่มีค่าดัชนีฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และควรมีมาตรการป้องกันปัญหาฝุ่นได้ โดยอ้างอิงข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แต่ไม่มีเหตุผลประกอบหรือไม่ได้อธิบายเหตุผลเพิ่มเติม
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/2
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ



สถานการณ์ที่ 5 : การเผาขยะมูลฝอย



(ที่มา: <https://www.seub.or.th/blogging/news/global-news/การเผาขยะในที่โล่ง-มลพิษ/>)

ในช่วงฤดูร้อนปี 2560 ฝุ่นละออง PM2.5 ที่มีอยู่ในอากาศล้วนมาจากการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่งถึง 35.5% หลายคนอาจจะคิดว่า PM2.5 เป็นแค่ฝุ่นธรรมดาเพราะเราอยู่กับมันมานานจนเริ่มชิน แม้ในช่วงแรกหลังจากที่หายใจเอา PM2.5 เข้าไปจะไม่ค่อยได้รับผลกระทบอะไรมาก แต่หากได้เราหายใจสุดดมเอาฝุ่นเหล่านี้เข้าไปในร่างกายติดต่อกันเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาได้ เนื่องจากเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กจึงสามารถแทรกซึมลึกถึงเซลล์ของระบบอวัยวะในร่างกายเราได้อย่างรวดเร็ว

นอกจากการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่งจะเป็นสาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง PM2.5 แล้วยังเป็นสาเหตุของมลพิษทางอากาศอื่น ๆ เช่น ฝุ่น คาร์บอน เถ้า ซึ่งล้วนมีผลกระทบต่อสุขภาพ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ โดยเฉพาะการเผาหญ้าหรือขยะริมทางตามเส้นทางจราจร เป็นสาเหตุของอุบัติเหตุบนท้องถนน ถึงแม้มลพิษทางอากาศจะเป็นมลพิษที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าทุกคนก็ล้วนได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกัน

(ที่มา: <https://electricplayground.nia.or.th/innovator-detail%20?id=327>)

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน			ข้อเสนอ แนะ
		การพิจารณา			
		+1	0	-1	
4) เลือกวิธีการสำรวจ ตรวจสอบจากข้อมูลที่ กำหนดให้ใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้าน ความรู้และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มา สนับสนุน	คำถามที่ 5.1 จากสถานการณ์ที่ 2 หากเปรียบเทียบ ในเขตเมืองที่แตกต่างกันในประเทศไทย ส่งผลต่อการเกิดฝุ่น PM 2.5 จง ยกตัวอย่างเขตพื้นที่กับสาเหตุที่ทำให้ เกิดฝุ่น PM 2.5 ในเขตพื้นที่นั้นมาอย่าง น้อย 2 พื้นที่ พร้อมให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 5.1

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนยกตัวอย่างเขตพื้นที่กับสาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่น PM 2.5 ครบถ้วนทั้ง 2 พื้นที่ และมีเหตุผลประกอบอย่างสมเหตุสมผล แนวคำตอบ เช่น 1) เขตพื้นที่เกษตร สาเหตุเกิดจากการเผาวัสดุเกษตรในที่โล่ง เนื่องจากการทำ เกษตรกรรมมักใช้วิธีการเผาวัสดุการเกษตร เช่น ฟางข้าว ตอซังไร่ข้าวโพด เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัด 2) เขตพื้นที่ชุมชน สาเหตุจากการเผาไหม้ป่า เพื่อทำมาหากิน เช่น เผาป่าเพื่อหา ผัก บุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำมาหากิน เป็นต้น 3) เขตพื้นที่เมือง สาเหตุจากไอเสียรถยนต์ เช่น ในพื้นที่ที่มีการสัญจร จราจร หนาแน่น มีการใช้พาหนะที่เกิดการเผาไหม้และปล่อยควันเสียออกสู่อากาศ 4) เขตพื้นที่โรงงาน สาเหตุเกิดจาก การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงไฟฟ้าจาก ถ่านหิน รวมทั้งการปล่อยควันเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
1 คะแนน	นักเรียนยกตัวอย่างเขตพื้นที่กับสาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่น PM 2.5 ครบถ้วนทั้ง 1-2 พื้นที่ แต่ไม่มีเหตุผลประกอบ
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/6
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ



สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
5) อธิบายเกณฑ์ การตัดสินใจ เลือก วิธีการสำรวจ ตรวจสอบใน สถานการณ์อย่าง ง่ายโดยแสดงถึง เหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คำถามที่ 5.2 จากข้อความ “ในช่วงฤดูร้อนปี 2560 ฝุ่น ละออง PM 2.5 ที่มีอยู่ในอากาศส่วนมาจาก การเผาขยะมูลฝอยในที่โล่งถึง 35.5% ” <u>ข้อความต่อไปนี้ประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุ จากข้อความดังกล่าวใช่หรือไม่</u> จงวงกลมรอบ คำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (4 คะแนน)				
	ข้อความต่อไปนี้เป็น ประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุ จากข้อความดังกล่าวใช่ หรือไม่	ความคิดเห็น ของนักเรียน			
	5.2.1 ปริมาณจุดความร้อน ในพื้นที่	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่		
	5.2.2 ปริมาณน้ำฝน	<u>ใช่</u>	<u>ไม่ใช่</u>		
	5.2.3 ทิศนวิสัยการมองเห็น	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่		
5.2.4 การกำจัดขยะในพื้นที่ ชุมชน	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่			

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 5.2

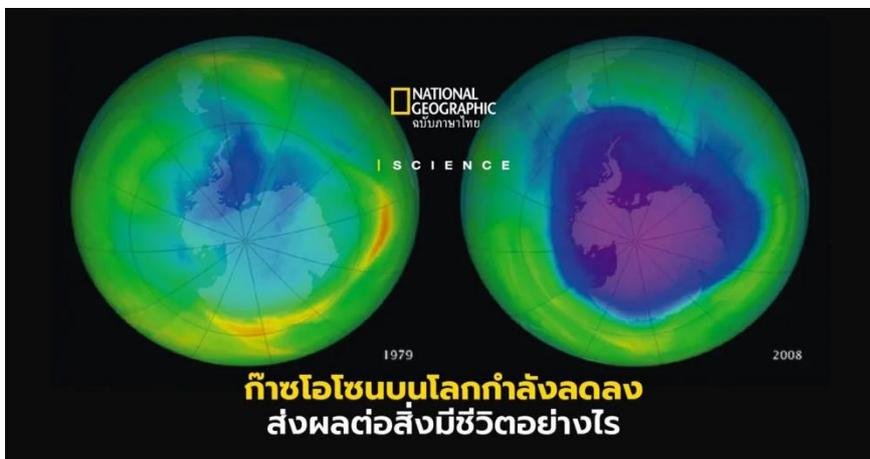
แนวคำตอบ : ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/6
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลมฟ้าอากาศ (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน



สถานการณ์ที่ 6 : การลดลงของโอโซน (Ozone Depletion)



ที่มา: <https://ngthai.com/science/27823/worldozone depletion/>

ปัญหาสภาพอากาศแปรปรวนและภาวะโลกร้อน ยังคงส่งผลกระทบต่อเนื่อง ล่าสุดมีการค้นพบว่ารูรั่วของ “ชั้นโอโซน” บริเวณเหนือทวีปแอนตาร์กติกา มีขนาดใหญ่ขึ้นมากผิดปกติ และขยายเร็วกว่าที่คาดการณ์ไว้ อาจนำไปสู่ภาวะโลกร้อนบริเวณขั้วโลกใต้ที่รุนแรงมากขึ้น **การลดลงของโอโซน (Ozone Depletion)** คือ ภาวะการสูญเสียหรือการลดลงของปริมาณก๊าซโอโซน (Ozone) ในชั้นบรรยากาศ “สตราโตสเฟียร์” (Stratosphere) จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซโอโซนกับสารเคมีที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์ “หลุมโอโซน” (Ozone Hole) จนส่งผลให้รังสีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตจากดวงอาทิตย์สามารถส่องลงมายังพื้นผิวโลกได้โดยตรง ปัจจัยทางธรรมชาติที่สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณและความหนาแน่นของก๊าซโอโซนในบรรยากาศโลก แต่สาเหตุที่แท้จริงของการสูญเสียก๊าซโอโซนเหล่านี้ไปในปริมาณมหาศาล จนก่อให้เกิดปรากฏการณ์หลุมโอโซน มีสาเหตุสำคัญมาจากสารเคมีบางชนิดที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นหรือสารเคมีที่เรียกว่า “สารทำลายชั้นโอโซน” (Ozone Depleting Substance: ODS) เมื่อสารเคมีเหล่านี้ลอยตัวขึ้นสูงสู่ชั้นสตราโตสเฟียร์ หลังการดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต จะเกิดการแตกตัวให้อะตอมอิสระ ได้แก่อะตอมคลอรีนอิสระ (Cl) ที่พร้อมจะทำปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ ดังนั้นในชั้นบรรยากาศที่มีโอโซน (O_3) อยู่หนาแน่น จะถูกกลุ่มธาตุเหล่านี้ดึงไปทำปฏิกิริยาเกิดเป็นคลอรีนมอนอกไซด์ (ClO) และก๊าซออกซิเจน (O_2) ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องกับอะตอมออกซิเจนอิสระเกิดเป็นอะตอมคลอรีนอิสระขึ้นอีกครั้ง กลายเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องหรือวัฏจักรลูกโซ่ที่ทำลายการก่อตัวของโอโซนในธรรมชาติ และที่สำคัญอะตอมของคลอรีนเพียงหนึ่งอะตอมสามารถทำลายโมเลกุลของโอโซนได้ถึง 100,000 โมเลกุล ตลอดช่วงชีวิตของตนเอง

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1) ระบุประเด็น ปัญหาที่ต้องการ สำรวจตรวจสอบ จากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	คำถามที่ 6.1 จากสถานการณ์ <u>ข้อความต่อไปนี้แสดง ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ข้างต้นใช่ หรือไม่</u> จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (3 คะแนน)				
	<u>ข้อความต่อไปนี้แสดงถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นใน สถานการณ์ข้างต้นใช่ หรือไม่</u>	ความคิดเห็น ของนักเรียน			
	6.1.1 รังสีจากดวงอาทิตย์ ส่งผลทำให้ชั้นโอโซนถูก ทำลาย	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>		
	6.1.2 สารทำลายชั้นโอโซน มีจำนวนมากขึ้นในชั้น บรรยากาศ ส่งผลให้โอโซน ในธรรมชาติไม่ก่อตัว เพิ่มขึ้น	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่		
6.1.3 สารเคมีที่มนุษย์ สังเคราะห์ขึ้นทุกชนิดทำ ปฏิกิริยากับโอโซน ก่อให้เกิดสารใหม่ทดแทน การเกิดโอโซน	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่			

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 6.1

แนวคำตอบ : ไม่ใช่ / ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย	คำถามที่ 6.2 จากสถานการณ์ คำถามต่อไปนี้ สามารถตรวจสอบได้โดยการทดลองทาง วิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (4 คะแนน)				
	คำถามต่อไปนี้สามารถ ตรวจสอบได้โดยการ ทดลองทางวิทยาศาสตร์ ใช่หรือไม่	ความคิดเห็น ของนักเรียน			
	6.2.1 ปริมาณของการ ปล่อยสารเคมีมีผลต่อ ปริมาณของโอโซนในชั้น บรรยากาศสตราโทสเฟียร์	ใช่	ไม่ใช่		

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ	แบบวัดสมรรถนะ		คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
	หรือไม่ว่า					
6.2.2 สถานการณ์การ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ในพื้นที่ท้องถิ่นของตนเอง หรือไม่	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>				
6.2.3 การลดลงและเกิด การกลายพันธุ์ของแพลงก์ ตอนและสาหร่ายเกิดจาก โลกได้รับปริมาณรังสีจาก ดวงอาทิตย์มากเกินไป หรือไม่	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่				
6.2.4 สาเหตุที่อุณหภูมิ อากาศโลกสูงขึ้นเกิดจาก การปล่อยแก๊สเรือนกระจก หรือไม่	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 6.2

แนวคำตอบ : ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
4) เลือกวิธีการสำรวจ ตรวจสอบจากข้อมูลที่ กำหนดให้ใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้าน ความรู้และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มา สนับสนุน	คำถามที่ 6.3 จากคำถามที่ 6.2 <u>วิธีใดที่จะสามารถ สำรวจตรวจสอบปัญหา</u> เกี่ยวกับโอโซนใน ชั้นบรรยากาศได้ อย่างไร พร้อมให้เหตุผล ประกอบ (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 6.3

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนเลือกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา โดยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบอย่างครบถ้วน แนวคำตอบ เช่น - ปริมาณของการปล่อยสารเคมีมีผลต่อปริมาณของโอโซนในชั้นบรรยากาศ สตราโทสเฟียร์ - ติดตามข้อมูลสภาพอากาศ ปริมาณฝนสะสมของพื้นที่ เพื่อดูแนวโน้ม ความเสี่ยงและความรุนแรงต่อการเกิดพายุฤดูร้อน - เฝ้าระวังเหตุการณ์น้ำท่วม ดินถล่ม เนื่องจากฝนตกอย่างต่อเนื่องจากพายุฤดูร้อน เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
5) อธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือกวิธีการ สำรวจตรวจสอบใน สถานการณ์อย่างง่าย โดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คำถามที่ 6.4 นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลองค์ประกอบ ลมฟ้าอากาศใดบ้าง และใช้ข้อมูลจาก แหล่งใดบ้าง สำหรับการวางแผนเพื่อเป็น แนวทางเฝ้าระวังและป้องกันภัยธรรมชาติ ดังกล่าว (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 6.4

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนบอกถึงข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศอย่างถูกต้องและ ครบถ้วน และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ 2 แหล่งขึ้นไป แนวคำตอบ เช่น - อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม ปริมาณฝน และลักษณะท้องฟ้า จาก สภาพลมฟ้าอากาศ โดยรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศอย่าง น้อย 6 วัน หรือระหว่างวันภายใน 1 สัปดาห์ เพื่อให้มีข้อมูลเพียงพอใน การดูแลแนวโน้มสภาพอากาศ โดยที่ลักษณะอากาศยังไม่มีเปลี่ยนแปลง ไปมาก โดยศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแอปพลิเคชันสภาพอากาศ เว็บไซต์อุตุนิยมวิทยา

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
	นิยม แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ หรือติดตามการเฝ้าระวังและการเตือนภัย เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกถึงข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศอย่างถูกต้องและครบถ้วน แต่อ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้ 1 แหล่ง
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สถานการณ์ที่ 7 : การหลอมเหลวน้ำแข็งขั้วโลก

พฤติกรรมมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงขึ้นทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (climate change) ซึ่งส่งผลกระทบต่อหลายพื้นที่บนโลก โดยพื้นที่ที่เห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน คือ บริเวณขั้วโลกมีปริมาณการละลายของน้ำแข็งที่มีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปี และยังเป็นตัวชี้วัดที่สามารถบอกสถานการณ์ของสภาวะอากาศบนโลกได้อย่างชัดเจน

น้ำแข็งขั้วโลกเหนือที่กว้างใหญ่บางหดเล็กบ้างตามฤดูกาลนั้น ตรงบริเวณขอบจะมีน้ำแข็งหนาพิเศษที่จะยังคงอยู่ไปเรื่อย ๆ ไม่ละลายแม้เข้าสู่ฤดูร้อน เรียกว่าน้ำแข็งส่วนนี้ว่า Multiyear Sea Ice จากการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นตลอดเวลา นักวิทยาศาสตร์พบว่า ช่วง 40 ปีหลังสุดนั้น น้ำแข็ง Multiyear Sea Ice ได้เริ่มละลายหดตัวจากประมาณ 7 ล้านตารางกิโลเมตร เหลือเพียง 4 ล้านตารางกิโลเมตร หากน้ำแข็งนี้ละลายไปหมด ส่งผลให้เพิ่มพื้นที่ของมหาสมุทรมากขึ้น ซึ่งจะดูดซับแสงอาทิตย์ แทนที่จะสะท้อนกลับไปยังชั้นบรรยากาศ หมายความว่าพลังงานความร้อนจะเพิ่มไปที่น้ำในมหาสมุทร และทำให้น้ำแข็งละลายมากขึ้น (ที่มา: <https://thestandard.co/north-pole-ice-may-gone-in-the-summer/>)

ร้อยละความเข้มของทะเลน้ำแข็ง ในฤดูหนาว ปี 2023



ที่มา: ดัดแปลงจาก: <https://www.bbc.com/thai/articles/cd1215drz36o>

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ	
		+1	0	-1		
2) แยกแยะปัญหา อย่างง่ายที่ กำหนดให้ได้ว่า ประเด็นได้เป็น ปัญหาหรือคำถามที่ สามารถตรวจสอบ ได้ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	คำถามที่ 7.1 ข้อความต่อไปนี้นำไปสู่การตรวจสอบ ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวใช่ หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม (2 คะแนน)					
	ข้อความต่อไปนี้นำไปสู่การ ตรวจสอบประเด็นปัญหา จากสถานการณ์ดังกล่าวใช่ หรือไม่	ความคิดเห็น ของนักเรียน				
	7.1.1 ระยะเวลาการ ไหลมไหลของน้ำแข็งในแต่ ละปีที่ยาวนานขึ้น	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่			
	7.1.2 ระดับน้ำทะเลทั่วโลก สูงขึ้น	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่			
	7.1.3 สัตว์ที่อาศัยอยู่ทั่วโลก มีจำนวนมากขึ้น	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>			
	7.1.4 การระบาดของไวรัส และแบคทีเรียที่ถูกฝังใต้ น้ำแข็งขั้วโลก	<u>ใช่</u>	ไม่ใช่			

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 7.1

แนวคำตอบ : ใช่ / ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

สมรรถนะการประเมิน และออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
3) เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย	คำถามที่ 7.2 จากข้อความ “บริเวณขั้วโลกมี ปริมาณการละลายของน้ำแข็งที่มี แนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปี” เกิด <u>เนื่องจากข้อมูลใดบ้าง</u> และสามารถ <u>สำรวจตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อย่างไร</u> (2 คะแนน)				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 7.2

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
2 คะแนน	นักเรียนบอกถึงข้อมูลที่เป็นสาเหตุได้ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบอย่างครบถ้วน แนว คำตอบ เช่น - การปล่อยแก๊สเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ส่งผล

ระดับคะแนน	คำตอบอ้างอิง
	ให้ชี้ว่าโลกมีการละลายน้ำแข็งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี สามารถสำรวจตรวจสอบได้จากสถานการณ์สภาวะอากาศของโลก เช่น ปริมาณน้ำทะเลที่สูงขึ้น ขนาดของทะเลน้ำแข็งที่ชี้ว่าโลก การอยู่อาศัยของสัตว์และประชาชนในท้องถิ่น เป็นต้น
1 คะแนน	นักเรียนบอกถึงข้อมูลที่เป็นสาเหตุได้ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้ หรือ อ้างถึงเรื่องอื่น

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

สมรรถนะการ ประเมินและ ออกแบบ กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	แบบวัดสมรรถนะ	คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ		
		+1	0	-1			
5) อธิบายเกณฑ์การ ตัดสินใจ เลือก วิธีการสำรวจ ตรวจสอบใน สถานการณ์อย่าง ง่ายโดยแสดงถึง เหตุผลตาม กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	คำถามที่ 7.3 จากสถานการณ์ การเก็บข้อมูล เกี่ยวกับการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก มีหลากหลายวิธี เช่น การใช้ดาวเทียม การเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง และการ ติดตั้งสถานีตรวจวัด ข้อความต่อไปนี้ สามารถประเมินวิธีการเก็บข้อมูลได้ อย่างไร้ความเชื่อถือน่าเชื่อถือมาก ยิ่งขึ้นหรือไม่ จง วงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ใน แต่ละข้อคำถาม (3 คะแนน)						
	ข้อความ ต่อไปนี้ สามารถ ประเมิน วิธีการเก็บ ข้อมูลได้อย่าง น่าเชื่อถือมาก ยิ่งขึ้นใช่ หรือไม่	ความคิดเห็นของ นักเรียน					
	7.3.1 ควรเก็บ ข้อมูลเฉพาะ บริเวณขั้วโลก	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>				
	7.3.2 สามารถ	ใช่	<u>ไม่ใช่</u>				

สมรรถนะการ ประเมินและ	แบบวัดสมรรถนะ			คะแนน การพิจารณา			ข้อเสนอ แนะ
	ใช้แค่ข้อมูล จากดาวเทียม ที่ครบถ้วน เพียงพอ						
7.3.3 เก็บ ข้อมูลเพิ่มเติม จากประชาชน ท้องถิ่น	ใช่		ไม่ใช่				

เกณฑ์การให้คะแนนคำถามที่ 7.3

แนวคำตอบ : ไม่ใช่ / ไม่ใช่ / ใช่ ตามลำดับ

ลักษณะข้อสอบ

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	ว 3.2 ม.1/7
สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	กระบวนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (โครงสร้างของระบบโลก)
บริบท	ระดับบุคคล (คุณภาพสิ่งแวดล้อม)
ลักษณะข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
รายวิชา วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

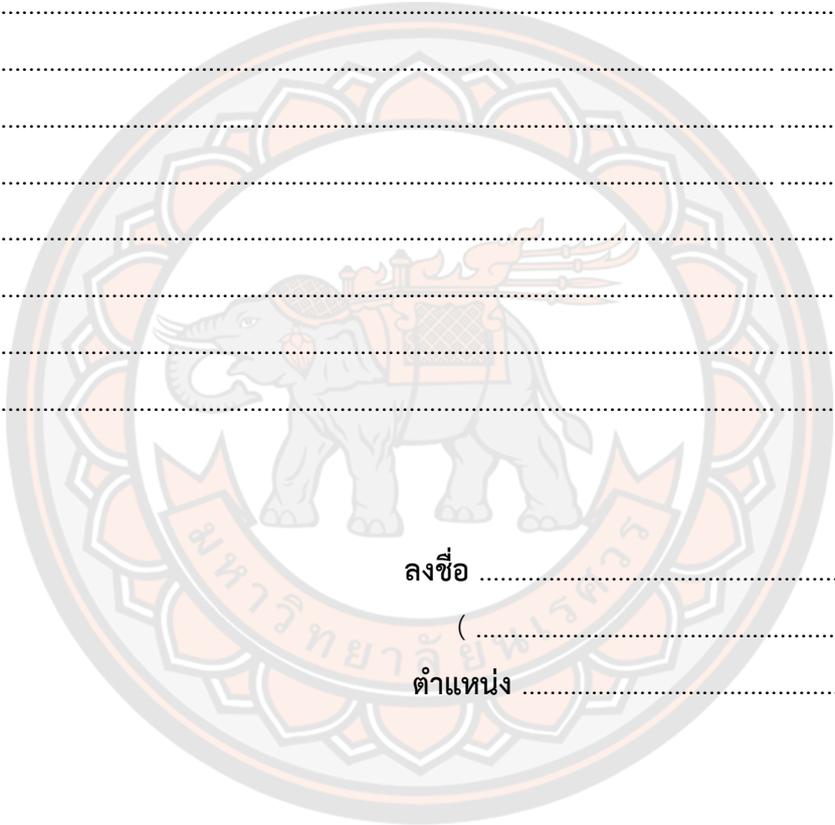
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)
ตำแหน่ง

ภาคผนวก ค ผลการพิจารณาแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสมรรถนะการออกแบบและประเมินทางวิทยาศาสตร์ของแบบวัดสมรรถนะการออกแบบและประเมินทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สถานการณ์/ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	แปล ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 1 : การเคลื่อนที่อากาศ								
ข้อที่ 1.1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 1.2.1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 1.2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 1.2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 1.2.4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 1.3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 1.3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 1.3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2 : การพยากรณ์อากาศอย่างง่าย								
ข้อที่ 2.1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 2.2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.4.3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 2.4.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2.5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

สถานการณ์/ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	แปล ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 3 : พายุ								
ข้อที่ 3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3.4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3.4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3.4.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3.4.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4 : ไฟป่า								
ข้อที่ 4.1	+1	+1	0	-1	+1	4	0.40	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 4.2	+1	+1	0	0	-1	4	0.20	ใช้ไม่ได้
สถานการณ์ที่ 5 : การเผาขยะมูลฝอย								
ข้อที่ 5.1	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 5.2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5.2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5.2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5.2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 6 : การลดลงของโอโซน								
ข้อที่ 6.1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.2.2	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 6.2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.2.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

สถานการณ์/ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	แปล ผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สถานการณ์ที่ 7 : การหลอมเหลวน้ำแข็งขั้วโลก								
ข้อที่ 7.1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.1.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7.3.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 17 พบว่าแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสอดคล้องกับค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00 สามารถนำข้อสอบในสถานการณ์ที่ 1,2,3,5,6,7 สถานการณ์ ไปทดลองใช้

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.
	1	2	3	4	5		
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์ และระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่ บทเรียน โดยครูยกตัวอย่าง สถานการณ์เพื่อกระตุ้นผู้เรียน โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้อง ช่วยกันทำความเข้าใจ สถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร รวมถึงจะ มีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา</p>	5	5	5	4	5	4.80	0.45
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและ เชื่อมโยง เป็นขั้นที่ครูส่งเสริม ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันผ่าน กิจกรรม โดยผู้เรียนร่วมกันหา วิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดจากการ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ ร่วมกันอภิปรายเพื่อหา วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ที่สุดและนำเสนอสาระ ทักษะ กระบวนการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยง</p>	5	5	5	5	5	5.00	0.00

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.
เพื่อที่จะใช้ในการออกแบบและ สร้างชิ้นงานเกี่ยวกับ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทาง ลมฟ้าอากาศ							
ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผน และสร้างแบบจำลอง ผู้เรียน ร่วมกันนำความรู้ที่ได้รวบรวม มาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาประเมิน ตัดสินใจ เลือกและใช้ความรู้ที่ ได้มากำหนดวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกันสร้างแบบจำลอง ตาม สถานการณ์และเงื่อนไขที่ครู กำหนดโดยใช้ความรู้จากที่ได้	5	4	5	4	5	4.60	0.55
ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างชิ้นงาน	5	4	5	4	5	4.60	0.55
ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกัน ออกแบบชิ้นงานจาก แบบจำลองที่สร้างไว้ จากนั้น ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้าง ชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้							
ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปทเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
ประเมินผล และนำเสนอ							
ผลลัพธ์ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้ ผู้เรียนอธิบายเพื่อสรุปความรู้ ร่วมกันด้วยหลักฐานเชิง ประจักษ์ เพื่อนำชิ้นงานที่สร้าง ขึ้นมามาทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ							

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.
หรือสามารถแก้ปัญหาตาม สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ หรือไม่ แต่ละกลุ่มต้องร่วมมือ กันปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพ และมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด และนำเสนอผลการทดสอบ ประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้าง ขึ้นให้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ใน ห้องเรียนทราบรวมทั้งมีการ ซักถาม ให้ข้อเสนอแนะจาก เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ จากครูผู้สอน ถึงแนวทางในการนำไปปรับปรุง แก้ไขชิ้นงานต่อไป							
ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่เรียนรู้ มาแล้ว ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่ง ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้และทักษะใน สถานการณ์ใหม่ ให้ผู้เรียน อธิบายอย่างมีความหมาย ให้ ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อม ทั้งแสดง หลักฐานและถาม คำถามผู้เรียนว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร							
ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล ครูและ นักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปราย ร่วมกันถึงผลที่เกิดจากกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	\bar{x}	S.D.
การเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดย นักเรียนสามารถนำแนวคิดและ ทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันของนักเรียนเอง ได้ ผ่านการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการกลุ่มและ ถามคำถามปลายเปิด			

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บุรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์
อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	4.80	0.45
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่าง ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะและ กระบวนการได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	0.45

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ					\bar{x}	S.D.
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัด สมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. กิจกรรมการเรียนรู้							
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้แบบ 5E และกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education	5	5	3	5	5	4.60	0.89
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และการวัดสมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริง	5	5	5	5	3	4.60	0.89
2.5 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	3	4.60	0.89
3. สื่อการจัดการเรียนรู้							
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วย ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ					\bar{x}	S.D.
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	4	4.80	0.45
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.45
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ยรวม						4.89	0.25

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บุรณการสะเต็มเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในอนาคต)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{x}	S.D.
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้	5	5	4	5	5	4.80	0.45
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่าง ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะและ กระบวนการได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึง พฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	0.45
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัด สมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	5	5	4	4	5	4.60	0.55
2. กิจกรรมการเรียนรู้							
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ					\bar{x}	S.D.
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้แบบ 5E และกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education	5	5	3	4	5	4.40	0.89
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริม ให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และการวัดสมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	5	5	4	5	5	4.80	0.45
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริง	5	5	5	5	4	4.80	0.45
2.5 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45
3. สื่อการจัดการเรียนรู้							
3.1 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3.2 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วย ส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3.3 สื่อการจัดการเรียนรู้สามารถช่วย ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	4	4.80	0.45
3.4 สื่อการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ต่อผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.45

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ					\bar{x}	S.D.
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
3.5 สื่อการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และการวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	4	4.80	0.45
4. การวัดและประเมินผล							
4.1 วิธีการวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4.2 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสมต่อวิธีการวัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจนและเหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00
เฉลี่ยรวม						4.86	0.28

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนกับนิยามศัพท์เฉพาะด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา และด้านครูผู้สอน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ					$\sum R$	IOC	แปลผล
		ผู้เชี่ยวชาญ							
		1	2	3	4	5			
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้									
	1.1 ครูใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	1.2 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
	1.3 เวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้มีความ เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. เนื้อหา									
	2.1 นักเรียนสามารถหา แนวทางการแก้ปัญหาอย่าง เป็นระบบได้จากการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2.2 นักเรียนได้เห็น ความก้าวหน้าของตนเอง จากการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2.3 นักเรียนสามารถนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. ครูผู้สอน									
	3.1 ครูมีการชี้แจง วัตถุประสงค์ เนื้อหา รายวิชา และประมวลการ สอนชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3.2 ครูสอนเนื้อหาครบถ้วน สอดคล้องตามประมวลการ สอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3.3 ครูอธิบายได้ตรง ประเด็น มีการยกตัวอย่าง ประกอบชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3.4 ครูจัดกิจกรรมที่ น่าสนใจและหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
3.5	ครูจัดการเรียนรู้โดย เริ่มจากง่ายไปหายาก ทำ ให้นักเรียนสามารถปฏิบัติ กิจกรรมได้ดี	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้



ภาคผนวก ง การหาคุณภาพของแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) รายข้อของแบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด

สมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ข้อ	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (D)	ใช้ได้	เลือกใช้
ตัวบ่งชี้สมรรถนะ					
1. ความสามารถของนักเรียนที่จะ สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	1.1	0.08	0.20		
	2.1	0.54	0.78	✓	✓
	3.1	0.32	0.83	✓	✓
	6.1	0.02	0.40		
2. ความสามารถของนักเรียนที่จะ แยกแยะปัญหาอย่างง่ายที่ กำหนดให้ได้ว่าประเด็นได้เป็น ปัญหาหรือคำถามที่สามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	1.2	0.15	0.23		
	2.2	0.32	0.53	✓	✓
	2.3	0.27	0.70	✓	✓
	4.1	0.07	0.70		
	7.1	0.50	0.30	✓	✓
3. ความสามารถของนักเรียนที่จะ เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้จาก สถานการณ์อย่างง่าย	1.3	0.06	0.23		
	3.2	0.34	0.73	✓	✓
	4.2	0.11	0.40		
	6.2	0.05	0.21		
	7.2	0.28	0.26	✓	✓

สมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้สมรรถนะ	ข้อ	ความยาก ง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (D)	ใช้ได้	เลือกใช้
4. ความสามารถของนักเรียนที่จะ เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจาก ข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์ อย่างง่าย โดยให้เหตุผลด้าน ความรู้และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุน	2.4	0.60	0.78	✓	✓
	3.3	0.24	0.73	✓	✓
	5.1	0.03	0.23		
	6.3	0.07	0.60		
5. ความสามารถ ของนักเรียนที่จะอธิบายเกณฑ์ การตัดสินใจ เลือกวิธีการสำรวจ ตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่าย โดยแสดงถึงเหตุผลตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2.5	0.60	0.53	✓	✓
	3.4	0.34	0.30	✓	✓
	5.2	0.05	0.78		
	6.4	0.12	0.23		
	7.3	0.60	0.40	✓	✓

เลือกใช้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) 0.20 ขึ้นไป และแบบวัดนี้มีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.751

ตาราง 23 แสดงผลการทดสอบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ระดับมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

ลำดับที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
	(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)	(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)
1	9	33
2	6	23
3	9	32

ลำดับที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
	(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)	(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)
4	8	26
5	8	30
6	9	30
7	10	31
8	8	24
9	9	23
10	5	21
11	3	27
12	9	30
13	7	27
14	4	30
15	7	25
16	9	23
17	7	25
18	4	27
19	9	27
20	8	23
21	8	24
22	6	27
23	9	27
24	7	29
25	5	31
26	8	21
27	9	29

ลำดับที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน
	(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)	(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)
28	7	29
29	7	28
30	8	26

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยโปรแกรม SPSS 29.0

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	19.24	34	4.075	.699
	pretest	6.82	34	1.961	.336

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Significance	
			One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1 posttest & pretest	34	.043	.404	.808

Paired Samples Test

		Paired Differences						Significance		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	posttest - pretest	12.412	4.446	.762	10.861	13.963	16.279	33	<.001	<.001

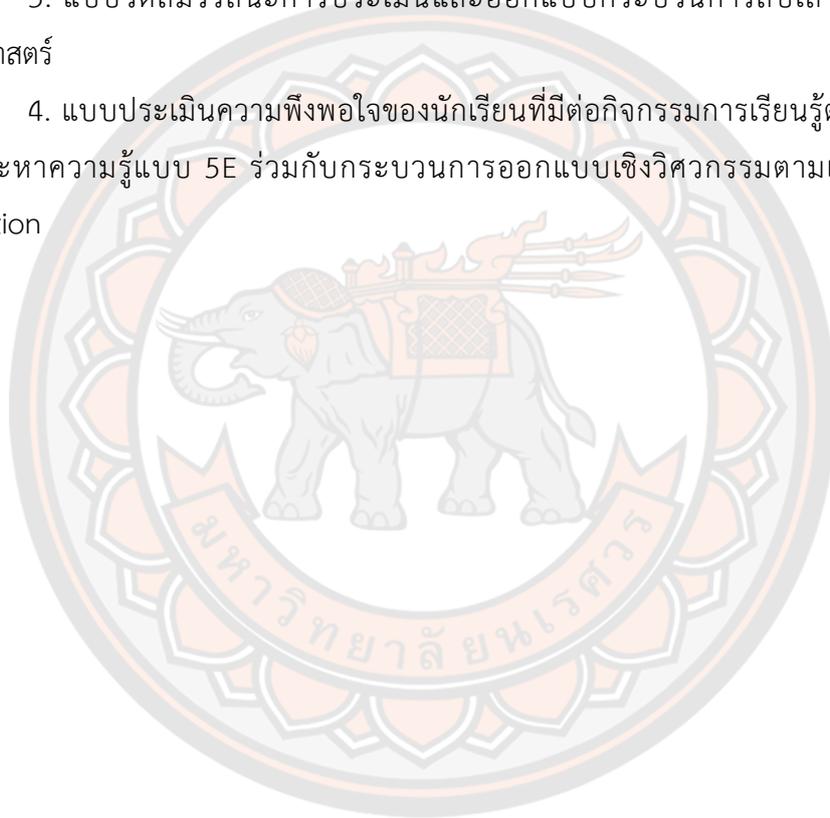
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. แบบบันทึกภาคสนาม

3. แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education



ตัวอย่างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ว 21102 รายวิชา วิทยาศาสตร์ 2	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
หน่วยการเรียนรู้ 6 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	เวลา 27 ชั่วโมง
เรื่อง บูรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ	เวลา 6 ชั่วโมง
ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567
ผู้สอน นางสาวญาดา มาบุญลือ	โรงเรียนพาท้าววิทยา

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

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

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และกรแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชมและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	ศิลปะ	คณิตศาสตร์
<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ว 3.2 ม.1/4</p> <p>อธิบายการพยากรณ์อากาศและพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>ว 3.2 ม.1/5</p> <p>ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ</p>	<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ว 4.2 ป.6/1</p> <p>ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน</p> <p>ว 4.1 ม.1/2</p> <p>ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> <p>ว 4.1 ม.1/3</p> <p>รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย</p>	<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ว 4.2 ม.1/1</p> <p>ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง</p>	<p>ตัวชี้วัด</p> <p>ศ 1.1 ม.1/5</p> <p>ออกแบบรูปภาพสัญลักษณ์หรือกราฟิกอื่น ๆ ในการนำเสนอความคิดและข้อมูล</p> <p>ศ 1.1 ม.1/6</p> <p>ประเมินงานทัศนศิลป์และบรรยายถึงวิธีการปรับปรุงของตนเองและผู้อื่นโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้</p>	<p>ทักษะและ</p> <p>กระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง</p> <p>2. การให้เหตุผลเป็นความสามารถในการให้เหตุผลรับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รับรอง</p>

วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	ศิลปะ	คณิตศาสตร์
	ว 4.1 ม.1/4 ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศอย่าง ปลอดภัย ใช้สื่อ และแหล่งข้อมูล ตามข้อกำหนด และข้อตกลง			

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge)

1) นักเรียนสามารถอธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (K)

2) นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความหมายของคำพยากรณ์อากาศและนำไปใช้ประโยชน์ได้ (K)

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1) นักเรียนสามารถพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (P)

2) นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง องค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรมได้ (P)

3) นักเรียนสามารถออกแบบและเลือกใช้วัสดุเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวทางการเฝ้าระวัง และป้องกันอันตรายจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ (P)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1) นักเรียนสามารถใฝ่เรียนรู้ มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและส่งงานภายในเวลาที่กำหนด (A)

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1) นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (B1)

2) นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นได้เป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2)

3) นักเรียนสามารถเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้จากสถานการณ์อย่างง่าย (B3)

4) นักเรียนสามารถบอกและประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน (B4)

5) นักเรียนสามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจ เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (B5)

4. สาระสำคัญ

สภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นบนโลกของเรานั้น มีผลอย่างมากในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดประโยชน์ และปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสียหาย ซึ่งหากเราสามารถที่พยากรณ์สภาพลมฟ้าอากาศเหล่านี้ได้ ก็จะทำให้เราสามารถวางแผนการใช้ชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการป้องกันการเกิดความเสียหาย โดยการพยากรณ์อากาศนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเที่ยงตรง และมีเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)

ลมฟ้าอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การทราบข้อมูลลมฟ้าอากาศล่วงหน้าจะทำให้สามารถคาดการณ์เกี่ยวกับสภาพอากาศล่วงหน้าได้ และสามารถวางแผนการดำรงชีวิตในด้านต่าง ๆ

การพยากรณ์อากาศจำเป็นต้องใช้ข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศที่มากเพียงพอทั้งจากพื้นที่นั้นและพื้นที่ข้างเคียง เนื่องจากอากาศมีการเคลื่อนที่และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในวงกว้างจึงต้องมีการตรวจวัดอากาศครอบคลุมทุกพื้นที่รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างพื้นที่ภายในและระหว่างประเทศ

การพยากรณ์อากาศเป็นการคาดคะเนลมฟ้าอากาศในอนาคต ดังนั้นคำพยากรณ์อากาศที่แม่นยำจำเป็นต้องมีข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศที่เพียงพอ นอกจากนี้ต้องมีความรู้ความเข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศและสร้างคำพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลและความรู้และความรู้ความเข้าใจเหล่านั้น การพยากรณ์อากาศในกิจกรรม เรื่อง การพยากรณ์อากาศทำได้อย่างไร อาศัยการวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล อย่างไรก็ตามเกณฑ์ตามในการพยากรณ์อากาศจริง นักอุตุนิยมวิทยาจะต้องใช้ความรู้ทางอุตุนิยมวิทยาและวิธีวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าในกิจกรรม โดยทั่วไปการพยากรณ์อากาศ ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การตรวจอากาศเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศปัจจุบัน โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น เทอร์มอมิเตอร์ ปรอท ดาวเทียม และเรดาร์ตรวจอากาศ

2. การสื่อสารเพื่อรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกประเทศ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคาดการณ์สภาพลมฟ้าอากาศและสร้างคำพยากรณ์อากาศ โดยนำข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศมาจัดกระทำรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิทางอุตุนิยมวิทยา แผนที่อากาศ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศโดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบต่าง ๆ และเผยแพร่คำพยากรณ์ในช่องต่าง ๆ ต่อไป

คำพยากรณ์อากาศจะบอกข้อมูลสภาพลมฟ้าอากาศที่เกิดในอนาคต ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคมทางน้ำและทางอากาศ การเกษตร การป้องกันและลดผลกระทบจากภัยพิบัติธรรมชาติ การเฝ้าระวังสภาพลมฟ้าอากาศที่รุนแรง เช่น ฝนตกหนัก อากาศหนาวจัด หรือร้อนจัด รวมทั้งพายุหมุนเขตร้อน นอกจากนี้ยังใช้ในการวางแผนระยะยาว เช่น การค้าทั้งภายในและต่างประเทศ การใช้ที่ดิน การจัดการน้ำ ธุรกิจการท่องเที่ยวและการเกษตร

มนุษย์อาศัยอยู่บนโลกซึ่งมีชั้นบรรยากาศเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต แต่ภายใต้บรรยากาศนั้นยังมีความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ลมฟ้าอากาศรอบตัวเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาด้วยปัจจัยต่าง ๆ องค์ประกอบลมฟ้าอากาศอย่างหนึ่งอาจส่งผลต่อลมฟ้าอากาศอีกอย่างหนึ่งได้ เช่น ลมที่มีกำลังแรงส่งผลให้ปริมาณเมฆในพื้นที่หนึ่ง ๆ เปลี่ยนแปลง หรืออุณหภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อความชื้น สภาพลมฟ้าอากาศสามารถพยากรณ์ได้ การศึกษาลมฟ้าอากาศทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยความเข้าใจและปลอดภัย

เทคโนโลยี (Technology)

กระบวนการทางเทคโนโลยีการสืบเสาะหาความรู้และเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมเพื่อนำมาออกแบบและสร้างชิ้นงานในกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

ระบุและศึกษาปัญหา ออกแบบและพัฒนาชิ้นงานจากวัสดุที่กำหนด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ศิลปะ (Art)

ใช้ความรู้ทางศิลปะในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

คณิตศาสตร์ (Mathematics)

ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาและใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
 - ทักษะการสังเกต
 - ทักษะการทดลอง
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความสนใจใฝ่รู้
2. มีวินัย

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด STEAM Education (ชั่วโมงที่ 1-2)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา (20 นาที)

1. นักเรียนทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนนำเข้าสู่บทเรียนในหนังสือเรียน จากนั้นครูสุ่มนักเรียนเฉลยกิจกรรมและร่วมตรวจสอบความถูกต้อง
2. นักเรียนร่วมศึกษาปัญหาและร่วมกันอภิปรายจากสถานการณ์เกี่ยวกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศอย่างฉับพลันภายในท้องถิ่นเขตอำเภอปากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ และวิถีทัศน์เกี่ยวกับข่าวการน้ำท่วมจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์



จากสถานการณ์ฝนตกหนักต่อเนื่องทั้งวันทั้งคืนช่วงต้นเดือนตุลาคม 2566 ที่ผ่านมาในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ส่งผลให้น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมขัง น้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมบ้านเรือน ถนน และพื้นที่ทางการเกษตรเมื่อวันที่ 9 ต.ค. 2566 ที่ผ่านมา เขตพื้นที่ อ.ปากท่า เกิดวิกฤติระดับน้ำ จากปริมาณฝนตกสูงถึง 120 มิลลิเมตร มวลน้ำป่าทะลักลงแม่น้ำปาดและเออลันเข้าท่วมบ้านเรือนชาวบ้านอย่างรวดเร็ว ระดับน้ำท่วมสูง 4.40 เมตร ซึ่งเป็นการน้ำท่วมครั้งใหญ่ในรอบ 30 ปี และในอนาคตอาจเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันได้เนื่องจากดินโคลน น้ำป่าไหลหลากจากบริเวณภูเขา ซึ่งส่งผลต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่และความเสียหายต่อทรัพย์สิน อาคารบ้านเรือน รวมทั้งพื้นที่การทำมาหากิน

เงื่อนไข

ออกแบบนวัตกรรมเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์น้ำท่วมในท้องที่ และออกแบบการทดลองการใช้นวัตกรรมให้เหมาะสมและประหยัดงบประมาณให้มากที่สุด

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุปัญหาและสาเหตุคร่าว ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดลงในใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง (100 นาที)

4. ครูชี้แจงการทำกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน จากนั้นนักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางในทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน โดยครูรวบรวมและเขียนแสดงผ่านกระดาน โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- จากสถานการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่ประสบปัญหา นักเรียนมีแนวทางในการเฝ้าระวัง และป้องกันภัยนี้อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ: ตรวจสอบสภาพอากาศโดยเฉพาะในช่วงฝนตกต่อเนื่อง, ติดตามการพยากรณ์อากาศ และข่าวเตือนภัย เป็นต้น)

จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน ที่รวบรวมได้

5. นักเรียนร่วมกันดูวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับข่าวการพยากรณ์อากาศประจำวัน (ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=2F15CjpBmig>) ศึกษาการพยากรณ์อากาศจากคลิปและ ตัวอย่างข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศในการพยากรณ์อากาศเป็นตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการ ทำกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม โดยครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ) โดยครูใช้คำถามดังนี้

- จากวิดีโอทัศน์ นักเรียนมีวิธีการพยากรณ์อากาศอย่างไรบ้าง (ตอบตามความเข้าใจของ นักเรียน)

- การพยากรณ์อากาศทำได้อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

- จากการพยากรณ์อากาศดังกล่าว นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์องค์ประกอบลมฟ้าอากาศ จากข้อความการพยากรณ์อากาศต่อไปนี้

“ภาคเหนือ อากาศร้อนถึงร้อนจัดโดยทั่วไป กับมีฟ้าหลัวในตอนกลางวัน โดยมีฝนฟ้า คะนอง ร้อยละ 10 ของพื้นที่ กับมีลมกระโชกแรงบางแห่ง ส่วนมากบริเวณจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา น่าน กำแพงเพชร ตาก และเพชรบูรณ์ อุณหภูมิต่ำสุด 23-29 องศา เซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 37-43 องศาเซลเซียส ลมตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็ว 5-15 กม./ชม. และมี หย่อมความกดอากาศต่ำครอบคลุมพื้นที่” (ที่มา: <https://www.tmd.go.th/forecast/daily>)

- จากคำพยากรณ์ มีข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศอะไรบ้าง (แนวคำตอบ: อุณหภูมิ อากาศ ปริมาณฝน ความเร็วและทิศทางลม ความกดอากาศ)

- การพยากรณ์อากาศมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (แนวคำตอบ: รวบรวมข้อมูลของ องค์ประกอบลมฟ้าอากาศ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่าย แล้วตรวจสอบความ ถูกต้องของคำพยากรณ์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง จากนั้นนำมาจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไป ประมวลผลได้)

- แล้วควรรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลาที่วัน (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

5. ครูใช้คำถามเพื่อสร้างความสนใจนักเรียนและเชื่อมโยงสถานการณ์ในการทำกิจกรรม บูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน

- เราสามารถนำการพยากรณ์อากาศไปใช้ได้อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น การติดตามการพยากรณ์อากาศเพื่อการวางแผนในการดำรงชีวิตได้อย่างสะดวก ปลอดภัย การ

พยากรณ์อากาศที่แม่นยำอาศัยข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศที่ครอบคลุมและความรู้พื้นฐานเพื่อการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล เป็นต้น)

6. นักเรียนร่วมกันทบทวนสถานการณ์ในกิจกรรมและตรวจสอบปัญหาและสาเหตุที่ระบุไว้ โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- นักเรียนคิดว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบได้หรือไม่ (แนวคำตอบ: สามารถตรวจสอบได้ด้วยการพยากรณ์อากาศอย่างง่าย สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล เป็นต้น)

7. นักเรียนร่วมกันเสนอปัญหาและสาเหตุทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ และร่วมกันแยกแยะประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนบันทึกข้อมูลและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน ในตอนที่ 1 ประเมินสถานการณ์ โดยครูคอยควบคุมการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนไปพร้อม ๆ กัน และใช้คำถามในใบกิจกรรมตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1: ประเมินสถานการณ์

1. ระบุปัญหาที่ได้จากสถานการณ์
2. จากประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ได้ ประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
3. เลือกและระบุปัญหาที่นักเรียนเลือกในการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

4. ระบุข้อมูลที่ต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

ระหว่างการทำกิจกรรมในตอนที่ 1 ประเมินสถานการณ์ ครูอาจให้เวลานักเรียนในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มเพื่อนำไปสู่การคิดค้นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ท่วมฉับพลันในสถานการณ์

(ชั่วโมงที่ 3-4)

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง (60 นาที)

8. นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ท่วมฉับพลัน ณ อำเภอปากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ.2566 ดังกล่าว

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาวัสดุอุปกรณ์ในกิจกรรม จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดจากแนวคิดของแต่ละคนและวางแผนการทำงานในการออกแบบการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายและนวัตกรรมที่ช่วยในการพยากรณ์เพื่อการเก็บข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากวัสดุอุปกรณ์ที่มี โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการออกแบบดังนี้

- การสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ท่วมฉับพลันนี้ สามารถใช้เก็บข้อมูลอะไรได้บ้าง (แนวคำตอบ: นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น อุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน อัตราเร็วลม ทิศทางลม เป็นต้น)

- ในการสำรวจตรวจสอบนี้ นักเรียนใช้หลักการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง (แนวคำตอบ: นักเรียนตอบตามความเข้าใจ เช่น การพยากรณ์อากาศ เป็นต้น)

- นักเรียนคิดว่าสามารถสร้างนวัตกรรมหรือเครื่องมือเพื่อใช้เป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ท่วมฉับพลันอย่างไรได้บ้าง (แนวคำตอบ: เช่น เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน เครื่องวัดอัตราเร็วลมและทิศทางลม เป็นต้น)

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อสืบเสาะหาความรู้เพื่อเป็นแนวทางและป้องกันสถานการณ์ดังกล่าว ในประเด็นดังนี้

ตอนที่ 2: ออกแบบการตรวจสอบ

- | | |
|--|------------------|
| 2.1 ชื่อการสำรวจตรวจสอบ | 2.2 วัตถุประสงค์ |
| 2.3 หลักการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง | 2.4 สมมติฐาน |
| 2.5 กำหนดตัวแปร | 2.6 วัสดุอุปกรณ์ |
| 2.7 ร่างแบบจำลองสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาจากวัสดุอุปกรณ์ที่มีและการใช้เครื่องมือ | |

และ

2.8 ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสืบค้นจากแหล่งอื่น ๆ เพิ่มเติมได้

10. นักเรียนและครูร่วมกันศึกษาเกณฑ์ในการประเมินการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ในเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้เป็นแนวทางและป้องกันสถานการณ์ร่วมกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมกลุ่มและการประเมินเพื่อนต่างกลุ่ม

11. นักเรียนแต่ละนำเสนอแบบจำลองสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่ม โดยมีประเด็นในการนำเสนอ ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอนการทำงานนวัตกรรม การดำเนินสำรวจตรวจสอบ และออกแบบบันทึกผลเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินการออกแบบระหว่างกลุ่ม เพื่อให้แต่ละกลุ่มนำไปปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองสิ่งประดิษฐ์ก่อนสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 **ชิ้นสร้างชิ้นงาน (การบ้าน)**

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายและนำสิ่งประดิษฐ์ไปใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเป็นเวลา 6 วัน โดยสามารถหาข้อมูลขององค์ประกอบอากาศเพิ่มเติมได้เพื่อให้ได้การพยากรณ์อากาศที่ครอบคลุม โดยครูชี้แจงประเด็นที่จะต้องนำผลมานำเสนอ (หัวข้อตามใบกิจกรรม) ต่อในตอนที่ 2: ออกแบบการตรวจสอบ ได้แก่

2.9 ออกแบบและบันทึกผลในรูปแบบของตารางบันทึกผล 2.10 สรุปและอภิปรายผลจากการแปลผลจากข้อมูล เช่น แผนภูมิแสดงการจัดกระทำข้อมูล ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการพยากรณ์ และข้อมูลจริง และนำเสนอในคาบชั่วโมงที่ 5 (เป็นการบ้าน)

(ชั่วโมงที่ 5)

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์ (60 นาที)

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายโดยใช้สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นประกอบกับการสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลขององค์ประกอบลมฟ้าอากาศที่เพียงพอต่อการพยากรณ์ โดยนักเรียนต่างกลุ่มร่วมแลกเปลี่ยนถามตอบและประเมินสิ่งประดิษฐ์การพยากรณ์อากาศอย่างง่าย เพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์น้ำท่วม

14. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ดังนี้ “เราสามารถนำเรื่อง อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ การเกิดลม ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมบูรณ์ วิธีการตรวจวัดข้อมูลเหล่านี้และการพยากรณ์อากาศ สามารถใช้ข้อมูลลมฟ้าอากาศที่ได้จากการตรวจวัด เช่น อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ มาประกอบการวิเคราะห์เพื่อพยากรณ์อากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต”

15. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยง 5 สาขาวิชา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์) ที่ได้บูรณาการการสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการเก็บข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศสำหรับการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายเพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันสถานการณ์น้ำท่วมฉับพลันดังกล่าว ดังนี้

- นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องอะไรมาใช้ในการทำกิจกรรมนี้บ้าง (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

จากนั้นนักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยง 5 สาขาวิชา หรือสะเต็ม (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์) ลงในใบกิจกรรมตอนที่ 3 บูรณาการสะเต็ม

(ชั่วโมงที่ 6)

ขั้นที่ 6 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (30 นาที)

16. ครูใช้ภาพและวิดีโอที่ประกอบสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศฉับพลัน เช่น พายุฤดูร้อน ดินโคลนถล่ม หรือน้ำท่วมฉับพลันในท้องถิ่น เพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนในการร่วมกันตอบคำถามดังนี้

- จากวิดีโอที่นักเรียนสังเกตเห็นผลกระทบอะไรบ้างที่เกิดขึ้นจากภัยน้ำท่วมฉับพลัน (แนวคำตอบ: อาคารบ้านเรือนและทรัพย์สินเสียหาย พื้นที่ทำการเกษตร เช่น นา ไร่ สวน พืชเสียหาย ส่งผลให้ชาวบ้านขาดรายได้ เป็นต้น)

- จากผลกระทบดังกล่าว นักเรียนมีวิธีการเฝ้าระวังและป้องกันภัยอันตรายจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศฉบับพลันได้อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ: การติดตามการพยากรณ์อากาศ การเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นต้น)

17. นักเรียนและครูร่วมกันเสนอเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ควบคู่กับการเปิดเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (เว็บไซต์: <https://www.tmd.go.th>) และให้ความรู้เพิ่มเติมว่า “นอกจากนั้นคำพยากรณ์อากาศที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยามีการพยากรณ์อากาศเฉพาะในอาชีพต่าง ๆ เช่น นักเดินเรือ เกษตรกร เพื่อใช้ในการวางแผนจัดตารางเดินเรือหรือเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อไม่ให้ผลผลิตเสียหาย รวมทั้งผู้นำชุมชนสามารถใช้ข้อมูลการพยากรณ์อากาศเพื่อวางแผนรับมือสภาพอากาศ จัดเตรียมงบประมาณในการช่วยเหลือและประชาสัมพันธ์ประชาชนในพื้นที่ และการท่องเที่ยวเพื่อวางแผนในการเที่ยวแต่ละฤดูกาล เป็นต้น”

ขั้นที่ 7 ขั้นสะท้อนผล (30 นาที)

18. นักเรียนสังเกตวิดีโอที่สั้น เรื่อง พายุถล่ม! สนามบินป่วนหนัก - สหรัฐฯ หนาวจัดตายพุ่งกว่า 92 คน (ที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=Zd93PSoXp_k) และครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนผลที่ได้จากกิจกรรมและเชื่อมโยงไปสู่บทเรียนถัดไป (บทที่ 2) ดังนี้

- จากวิดีโอที่สั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในสหรัฐอเมริกา การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน: การเกิดพายุ)

- หากนักเรียนอยู่ในสถานการณ์ดังกล่าวจะรับมือหรือปฏิบัติตนอย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

19. นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก เช่น พายุฝนฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน ภาวะโลกร้อน เป็นต้น โดยให้แต่ละกลุ่มสืบค้นและนำเสนอสถานการณ์เพื่อไม่ให้ซ้ำกัน และนำเสนอในคาบถัดไป โดยครูอาจยกตัวอย่างสถานการณ์และให้เวลานักเรียนในการสืบค้นเพื่อเลือกสถานการณ์ของแต่ละกลุ่ม

8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. PowerPoint เรื่อง การพยากรณ์อากาศอย่างง่ายและแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางลมฟ้าอากาศ
3. วิดีทัศน์สถานการณ์น้ำท่วมฉับพลันในอำเภอปากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ.2566

4. วิดีทัศน์ข่าวการพยากรณ์อากาศประจำวัน (ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=2F1SCjpBmig>)

5. วิดีทัศน์ เรื่อง พายุถล่ม! สนามบินป่วนหนัก - สหรัฐฯ หนาวจัดตายพุ่งกว่า 92 คน (ที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=Zd93PSoXp_k)

9. ชิ้นงาน / ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน

10. การวัดและประเมินผล

10.1 กรอบการวัดและประเมินผลระหว่างเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านจุดประสงค์
ด้านความรู้ (K)			
1) นักเรียนสามารถอธิบายการพยากรณ์อากาศ และการพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (K) 2) นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความหมายของคำพยากรณ์อากาศและนำไปใช้ประโยชน์ได้ (K)	- การประเมินผลการทำกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน	- แบบประเมินใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน	- ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)			
1) นักเรียนสามารถพยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (P) 2) นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง องค์ประกอบลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์อากาศมาประยุกต์ใช้ในการ	- การประเมินผลการทำกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน	- แบบประเมินใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน	- ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านจุดประสงค์
<p>แก้ปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรมได้ (P)</p> <p>3) นักเรียนสามารถออกแบบและเลือกใช้วัสดุเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ (P)</p>			
คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)			
<p>1) นักเรียนสามารถใฝ่เรียนรู้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและส่งงานภายในเวลาที่กำหนด (A)</p>	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)			
<p>1) นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (B1)</p> <p>2) นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาอย่างง่ายที่กำหนดให้ได้ว่าประเด็นได้เป็นปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2)</p> <p>3) นักเรียนสามารถเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้จาก</p>	<p>- การประเมินผลการทำกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน</p>	<p>- แบบประเมินใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็มที่ 1 เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน</p>	<p>- ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน จุดประสงค์
<p>สถานการณ์อย่างง่าย (B3)</p> <p>4) นักเรียนสามารถบอกและประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ โดยให้เหตุผลด้านความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน (B4)</p> <p>5) นักเรียนสามารถอธิบายเกณฑ์การตัดสินใจ เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบในสถานการณ์อย่างง่ายโดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (B5)</p>			

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ (คุณลักษณะที่พึงประสงค์ A)	คะแนน รวม	ระดับ คุณภาพ
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
7 - 9	ดี	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 4 คะแนนขึ้นไป หรือระดับพอใช้ ถือว่าผ่านการประเมิน
4 - 6	พอใช้	
0 - 3	ปรับปรุง	

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ (คุณลักษณะที่พึงประสงค์ A)

พฤติกรรมบ่งชี้	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1) ใฝ่เรียนรู้	มีความกระตือรือร้นในการซักถามตอบข้อสงสัย และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในคาบเรียนอย่างสม่ำเสมอ	มีความกระตือรือร้นในการซักถามตอบข้อสงสัย และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในคาบเรียนในบางครั้ง	มีความกระตือรือร้นในการซักถามตอบข้อสงสัย และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในคาบเรียนน้อย
2) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นทุกครั้ง และสามารถให้เหตุผลประกอบ อย่างสม่ำเสมอ	ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นทุกครั้ง และสามารถให้เหตุผลได้ในบางครั้ง	ไม่มีการให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น
3) การส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานสำเร็จอย่างเรียบร้อย และส่งงานภายในเวลาที่กำหนดอย่างสม่ำเสมอ	ทำงานสำเร็จอย่างเรียบร้อย และส่งงานภายในเวลาที่กำหนด แต่ส่งงานเลยกำหนดไม่เกิน 2 ครั้ง	ทำงานไม่ค่อยสำเร็จ และไม่เรียบร้อย และส่งงานภายในเวลาที่กำหนด แต่ส่งงานเลยกำหนดเกิน 3 ครั้ง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
18 - 24	ดีมาก	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 12 คะแนนขึ้นไป หรือระดับดี ถือว่าผ่าน การประเมิน
12 - 17	ดี	
6 - 11	พอใช้	
0 - 5	ปรับปรุง	

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมบูรณาการสะสม

ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจใน การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์	1) การระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่ กำหนดให้	ระบุปัญหาได้ชัดเจน และสอดคล้องกับ สถานการณ์ที่ กำหนดให้ครบถ้วน	ระบุปัญหาได้ชัดเจน และสอดคล้องกับ สถานการณ์ที่ กำหนดให้บางส่วน	ระบุปัญหาได้ ชัดเจน และ สอดคล้องกับ สถานการณ์ที่ กำหนดให้	ไม่สามารถระบุปัญหา ได้
2) แยกแยะประเด็นใหม่ที่ได้ว่าประเด็นใดเป็น ปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบ	1) การบอกถึงประเด็น ปัญหาหรือคำถามจาก ปัญหาที่กำหนดไว้ สามารถใช้วิธีการทาง	สามารถแยกแยะ ปัญหาได้ถูกต้อง ทั่วหมด	สามารถแยกแยะ ปัญหาได้ถูกต้อง บางส่วน	สามารถแยกแยะ ปัญหาได้	ไม่สามารถแยกแยะ ปัญหาได้

ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบได้หรือไม่อย่างไร				
3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1) การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม 2) การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง 3) การออกแบบการทดลอง	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องและครอบคลุม	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้แต่ไม่ถูกต้อง	ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
		เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม เกี่ยวข้องกับการทดลอง และระบุจำนวนที่ใช้ได้อย่างชัดเจน	เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม เกี่ยวข้องกับการทดลอง และระบุจำนวนที่ใช้ได้บางส่วน	เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม เกี่ยวข้องกับการทดลอง แต่ไม่ระบุจำนวนที่ใช้	ไม่ระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง
		มีลำดับขั้นตอนการทดลองที่ถูกต้อง ชัดเจน และเกี่ยวข้อง	มีลำดับขั้นตอนการทดลองที่ถูกต้อง ชัดเจนบางส่วน และ	มีลำดับขั้นตอนการทดลองไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน	ไม่มีลำดับขั้นตอนการทดลองที่

ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
4) บอกละคะแนนวิธีการสำรวจตรวจสอบจากข้อมูลในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้	1) การประเมินตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้	<p>กับสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>สามารถประเมินได้ว่าวิธีการทดลองนั้นมี ความถูกต้องหรือไม่ อย่างไร พร้อมให้ เหตุผลประกอบอย่าง สมเหตุสมผล สามารถ เลือกรีวิวการทดลองที่มี ความถูกต้อง เหมาะสม พร้อม เหตุผล สามารถระบุ ข้อเสียของวิธีการนั้น ๆ</p>	<p>เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>สามารถประเมินได้ว่า วิธีการทดลองนั้นมี ความถูกต้องหรือไม่ อย่างไร พร้อมให้ เหตุผลประกอบอย่าง สมเหตุสมผล สามารถ เลือกรีวิวการทดลองที่มี ข้อเสียของวิธีการ นั้น ๆ (ถ้ามี) และเสนอแนวทางในการแก้ไข</p>	<p>และไม่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>ไม่สามารถประเมินได้ว่าวิธีการทดลองนั้นมีความถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ไม่สามารถ เลือกรีวิวการทดลองที่มี ข้อเสียของวิธีการ นั้น ๆ (ถ้ามี) และเสนอแนวทางในการแก้ไข พร้อม เหตุผลประกอบ</p>	

ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
		อย่างสมเหตุสมผล			
5) อธิบายเกณฑ์การตัดสินใจ เลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยแสดงถึงเหตุผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1) การยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูล	มีการระบุการทดลองชุดควบคุม และมี การทดลองซ้ำ ในขั้นตอนการออกแบบการทดลองในกิจกรรมและสามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามที่ ออกแบบไว้ครบถ้วน และมีการระบุแหล่งที่มาของข้อมูล ครบถ้วน	มีการระบุการทดลองชุดควบคุม และมี การทดลองซ้ำ ในขั้นตอนการออกแบบการทดลองในกิจกรรมและสามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามที่ ออกแบบไว้ได้บางส่วน และมีการระบุแหล่งที่มาของข้อมูล บางส่วน	มีการระบุการทดลองชุดควบคุม และมี การทดลองซ้ำ ในขั้นตอนการออกแบบการทดลองในกิจกรรม แต่ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองได้ตามที่ ออกแบบไว้ และไม่มี การระบุแหล่งที่มาของข้อมูล	ไม่มีการระบุการทดลอง ชุดควบคุม และมี การทดลองซ้ำ ในขั้นตอนการออกแบบการทดลอง ในกิจกรรมไม่สามารถปฏิบัติการทดลองได้จริง และไม่มี การระบุแหล่งที่มาของข้อมูล
6) การบูรณาการความรู้ สะเต็ม (STEAM)	1) การเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ กระบวนการออกแบบ	สามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ กระบวนการออกแบบ	สามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ กระบวนการออกแบบ	สามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ	ไม่สามารถอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ

ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
	เชิงวิศวกรรมและ คณิตศาสตร์	เชิงวิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ได้ครบถ้วนและถูกต้อง	เชิงวิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ได้ 2-4 อย่างถูกต้อง	กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ ที่ นำมาใช้ในการ สร้างสิ่งประดิษฐ์ได้ ด้านความรู้ได้ ความรู้หนึ่งอย่าง ถูกต้อง	กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ ในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์

11. บันทึกหลังสอน (แบบบันทึกภาคสนาม)

หน่วยการเรียนรู้ 6 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

แผนที่ 1 เรื่อง บรูณาการสะเต็มกับการพยากรณ์อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศเวลา 6 ชั่วโมง สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน
1.ขั้นสร้างสถานการณ์และระบุปัญหา	
2.ขั้นสำรวจ สืบค้นและเชื่อมโยง	
3.ขั้นออกแบบ วางแผนและสร้างแบบจำลอง	
4.ขั้นสร้างนวัตกรรม	
5.ขั้นสรุปทเรียน ประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์	

กิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
6. ช้้นนำความรู้ไปใช้	
7. ช้้นสะท้อนผล	

ปัญหา / อุปสรรค

ข้อเสนอแนะ / แนวทางการแก้ปัญหา

ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บูรณาการสะเต็มกับการพยากรณ์
อากาศและสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

	ใบกิจกรรมที่ 1 บูรณาการสะเต็ม (STEAM)	เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน
		กลุ่มที่..... ชื่อ-สกุล..... ชั้น ม.1/.....

สถานการณ์: น้ำท่วมฉับพลัน



จากสถานการณ์ฝนตกหนักต่อเนื่องทั้งวันทั้งคืนช่วงต้นเดือนตุลาคม 2566 ที่ผ่านมาในพื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ ส่งผลให้น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมขัง น้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมบ้านเรือน ถนน และพื้นที่ทางการเกษตรเมื่อวันที่ 9 ต.ค. 2566 ที่ผ่านมานี้ เขตพื้นที่ อ.ฟากท่า เกิดวิกฤติระดับน้ำ จากปริมาณฝนตกสูงถึง 120 มิลลิเมตร มวลน้ำป่าทะลักลงแม่น้ำปาดและเอ่อล้นเข้าท่วมบ้านเรือนชาวบ้านอย่างรวดเร็ว ระดับน้ำท่วมสูง 4.40 เมตร ซึ่งเป็นการน้ำท่วมครั้งใหญ่ในรอบ 30 ปี และในอนาคตอาจเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันได้เนื่องมาจากดินโคลน น้ำป่าไหลหลากจากบริเวณภูเขา ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่และความเสียหายต่อทรัพย์สิน อาคารบ้านเรือน รวมทั้งพื้นที่การทำมาหากิน

เงื่อนไข

นักเรียนเป็นผู้ประสพภัยในพื้นที่ ร่วมกันออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อเฝ้าระวังและป้องกันอันตรายจากสถานการณ์น้ำท่วมในท้องถิ่น และออกแบบการทดลองการใช้สิ่งประดิษฐ์ในการให้เหมาะสมและประหยัดงบประมาณให้มากที่สุด



แบบบันทึกกิจกรรม

ตอนที่ 1 : ประเมินสถานการณ์

1. ระบุปัญหาที่ได้จากสถานการณ์

ตอบ

2. จากประเด็นปัญหาหรือคำถามที่ได้ ประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

ตอบ

3. ระบุปัญหาที่นักเรียนเลือกในการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ตอบ

4. ระบุข้อมูลที่ต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ

ตอบ



ตอนที่ 2 : ออกแบบการตรวจสอบ

1. ชื่อการสำรวจตรวจสอบ หรือ การทดลอง

ตอบ

2. วัตถุประสงค์

ตอบ

3. หลักการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

4. สมมุติฐาน

ตอบ

5. กำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น : _____

ตัวแปรตาม : _____

ตัวแปรควบคุม : _____



หน่วยการเรียนรู้:กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม

เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน (4)

6. วัสดุอุปกรณ์

ตอบ

7. ร่างแบบจำลองสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหา



หน่วยการเรียนรู้: กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม

เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน (5)

8. ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหา (เขียนเป็นขั้นตอนพอสังเขป)

ตอบ

9. ออกแบบและบันทึกผล ในรูปแบบของตารางบันทึกข้อมูล

--



หน่วยการเรียนรู้:กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม

เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน (6)

10. อภิปรายผล

แปลผลข้อมูล (ถ้ามี)



หน่วยการเรียนรู้: กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ใบกิจกรรมบูรณาการสะเต็ม

เรื่อง แนวทางการเฝ้าระวังและป้องกันภัยน้ำท่วมฉับพลัน (7)

ตอนที่ 3 : บูรณาการสะเต็ม

คำชี้แจง: นักเรียนร่วมกันวาดแผนผังแสดงถึงการนำความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
 วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์จากสถานการณ์นี้

S : Science
 วิทยาศาสตร์

M : Mathematics
 คณิตศาสตร์

บูรณาการสะเต็ม
 กับ การเฝ้าระวังและป้องกันอันตราย
 จากสถานการณ์น้ำท่วมฉับพลัน

T : Technology
 เทคโนโลยี

A : Art
 ศิลปะ

E : Engineering
 วิศวกรรมศาสตร์

แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

รายวิชา วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คะแนน

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น ม.1/.....

คำชี้แจง: แบบวัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ รายวิชา วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ จำนวน 11 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที แบบทดสอบมี 2 รูปแบบ ได้แก่

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบแบบเชิงซ้อน (ใช่/ไม่ใช่) ให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลมล้อมคำว่า “ใช่” หมายถึง เห็นว่าถูกต้อง หรือ “ไม่ใช่” หมายถึง เห็นว่าไม่ถูกต้อง จำนวน 5 ข้อ รวม 19 คะแนน
2. ข้อสอบแบบเขียนตอบอิสระ ให้นักเรียนเขียนตอบ จำนวน 7 ข้อ รวม 21 คะแนน

สถานการณ์ที่ 2 : การพยากรณ์อากาศอย่างง่าย

พิจารณาตารางต่อไปนี้ สำหรับตอบคำถามที่ 2.1 - 2.3

นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในรอบ 1 วัน จากตารางต่อไปนี้

ตาราง แสดงข้อมูลองค์ประกอบลมฟ้าอากาศจากการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 วัน ระหว่างวันที่ 1 - 6 พฤษภาคม พ.ศ.2567

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิอากาศ (°C)		ลม		ปริมาณฝน (ม.ม.)	หมายเหตุ (บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับเมฆ/สังเกตุท้องฟ้า)
	สูงสุด	ต่ำสุด	ทิศทาง (มุมทิศ)	ความเร็ว (กม./ชม.)		
1/5/67	38	24	45	12	10	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนมาก
2/5/67	37	24	90	12	30	ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยเป็นบางส่วน
3/5/67	37	24	45	14	38	ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยเป็นบางส่วน

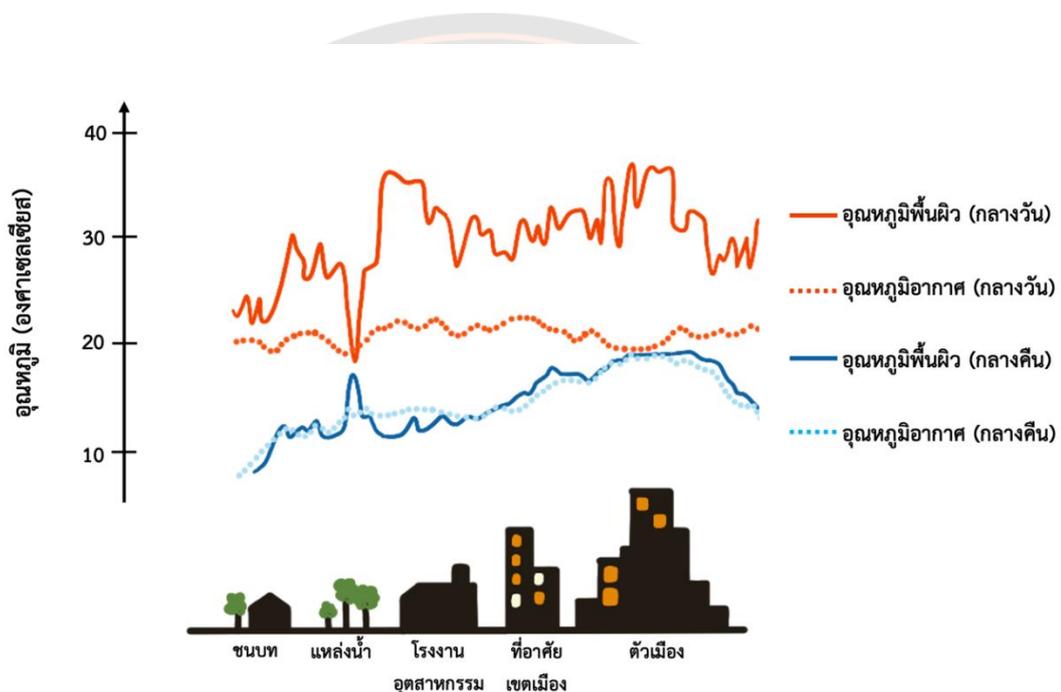
วัน/เดือน/	อุณหภูมิอากาศ (°C)		ลม		ปริมาณ	หมายเหตุ
4/5/67	40	25	135	13	40	ท้องฟ้ามีเมฆเล็กน้อยเป็นบางส่วน
5/5/67	41	25	45	14	48	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนใหญ่
6/5/67	42	27	90	13	60	ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนใหญ่

<p>คำถามที่ 2.1</p> <p>จากตารางข้างต้น จงระบุตัวแปรในการทดลองต่อไปนี้</p> <p style="text-align: right;">(2 คะแนน)</p>
<p>2.1.1 ตัวแปรต้น</p> <p><u>ตอบ</u></p> <p>.....</p>
<p>2.1.2 ตัวแปรตาม</p> <p><u>ตอบ</u></p> <p>.....</p>
<p>2.1.3 ตัวแปรควบคุม</p> <p><u>ตอบ</u></p> <p>.....</p>

คำถามที่ 2.2		
<p>จากสถานการณ์การพยากรณ์อากาศอย่างง่าย คำถามต่อไปนี้นำไปสู่การทดลองในกิจกรรม ดังกล่าวใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม</p> <p style="text-align: right;">(4 คะแนน)</p>		
คำถามต่อไปนี้ นำไปสู่การทดลองในกิจกรรมดังกล่าวใช่หรือไม่	ความคิดเห็นของนักเรียน	
2.2.1 วันที่มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันมาก ทำให้เกิดฝนตกหรือไม่	ใช่	ไม่ใช่
2.2.2 อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาและสถานที่ต่าง ๆ ในรอบวัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศหรือไม่	ใช่	ไม่ใช่
2.2.3 องค์ประกอบของลมฟ้าอากาศทำให้พื้นที่นั้น ๆ เกิดสภาพลมฟ้าอากาศในลักษณะแตกต่างกันหรือไม่	ใช่	ไม่ใช่
2.2.4 ความเร็วของลมมีผลต่อการเกิดฝนหรือไม่	ใช่	ไม่ใช่

พิจารณาข้อมูลเพิ่มเติม จากข้อความดังต่อไปนี้

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร (2564) กล่าวว่า อุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 1.1 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมภาวะโลกร้อนที่กำลังเร่งตัวขึ้น เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์กล่าวว่ามนุษย์ต้องจำกัดอุณหภูมิไว้ที่ 1.5 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าระดับก่อนยุคอุตสาหกรรมเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่ร้ายแรงที่สุดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ที่มา: <https://www.seub.or.th/blogging/knowledge/climate-crisis/>)



แผนภาพ แสดงอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศในเขตเมืองและชนบท ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน

<p>คำถามที่ 2.3</p> <p>จากประเด็นปัญหาที่นักเรียนเสนอในสถานการณ์ที่ 2 และข้อความดังกล่าว จงเสนอวิธีสำรวจหรือตรวจสอบปัญหานี้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p style="text-align: right;">(2 คะแนน)</p>
<p>ตอบ</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

<p>คำถามที่ 2.4</p> <p>จากแผนภาพ พบว่า เขตเมืองมีอุณหภูมิอากาศสูงกว่าเขตชนบททั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน คำถามต่อไปนี้สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม</p> <p style="text-align: right;">(4 คะแนน)</p>		
คำถามต่อไปนี้สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช่หรือไม่	ความคิดเห็นของนักเรียน	
2.4.1 จำนวนการใช้รถยนต์ระหว่างเขตเมืองกับเขตชนบท	ใช่	ไม่ใช่
2.4.2 วัสดุที่ใช้ในการสร้างบ้านต่างกัน มีผลต่อการดูดและคายความร้อนหรือไม่	ใช่	ไม่ใช่
2.4.3 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในเขตเมืองแต่ละทวีปของโลก	ใช่	ไม่ใช่
2.4.4 ปริมาณของต้นไม้มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ หรือไม่	ใช่	ไม่ใช่

คำถามที่ 2.5

จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนบอกถึงวิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบลมฟ้าอากาศที่กำหนด และใช้ข้อมูลจากแหล่งใดบ้าง เพื่อสามารถนำมาวิเคราะห์และพยากรณ์สภาพอากาศในวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2567 ได้อย่างแม่นยำที่สุด

(2 คะแนน)

ตอบ

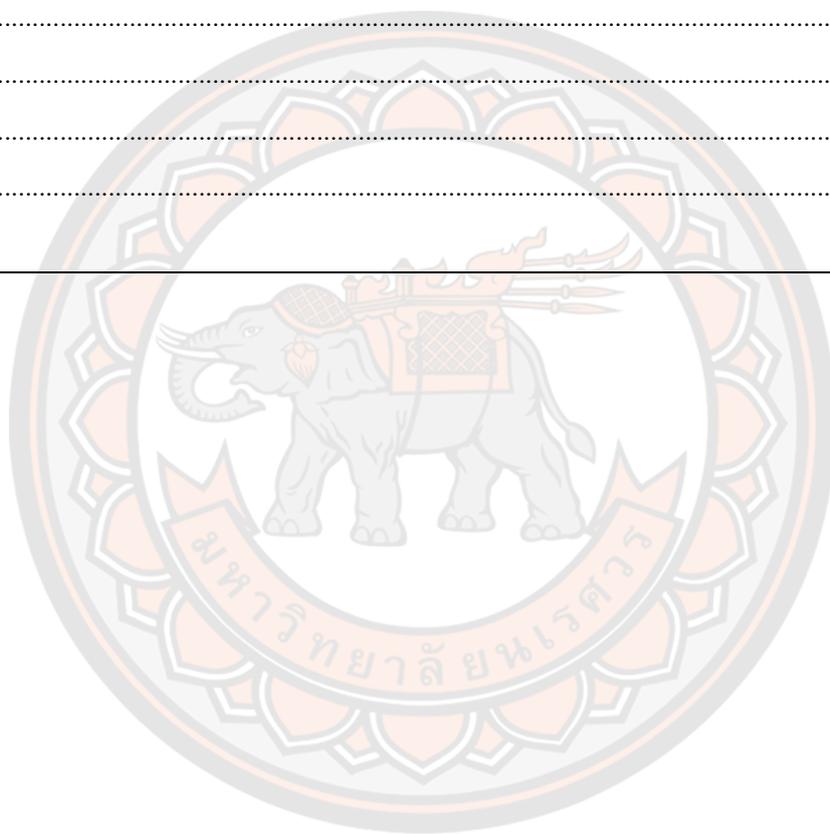
.....

.....

.....

.....

.....



สถานการณ์ที่ 3 : พายุ

พิจารณาภาพสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตอบคำถามที่ 3.1 – 3.2

<p>ภาพที่ 1 : ฟ้าผ่า</p>  <p>(ที่มา: https://www.thairath.co.th/news/local/2078393)</p>	<p>ภาพที่ 2 : คว้นจากโรงงานอุตสาหกรรม</p>  <p>(ที่มา: https://healthenvi.com/how-to-solve-pollution-problems/)</p>
<p>ภาพที่ 3 : พายุทอร์นาโด</p>  <p>(ที่มา: https://www.thairath.co.th/news/foreign/497463)</p>	<p>ภาพที่ 4 : ภูเขาไฟปะทุ</p>  <p>(ที่มา: https://ngthai.com/environment/14963/not-only-lava-can-kill-you/)</p>

คำถามที่ 3.1

จากภาพสถานการณ์ จงระบุว่า ภาพใดเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ

(2 คะแนน)

ตอบ

.....



ที่มา: https://www.bangkokbiznews.com/news/news-pdate/1116956#google_vignette

ในช่วงระหว่างวันที่ 9-11 เมษายน พ.ศ.2567 กรมอุตุนิยมวิทยา พยากรณ์อากาศข้างหน้า บริเวณ ความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและทะเลจีนใต้แล้ว ในขณะที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนถึงร้อนจัด ประกอบกับ ลมใต้และลมตะวันออกเฉียงใต้พัดนำความชื้นจากอ่าวไทยและทะเลจีนใต้เข้ามาปกคลุมประเทศไทยตอนบน โดยมีคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตกเคลื่อนผ่านประเทศเมียนมาและตอนบนของภาคเหนือ

ลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยตอนบนมีพายุฤดูร้อนเกิดขึ้น โดยมีลักษณะของพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรง และลูกเห็บตกบางแห่ง รวมถึงอาจมีฟ้าผ่าเกิดขึ้นได้บางพื้นที่ โดยจะเริ่มมีผลกระทบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อน ส่วนภาคอื่น ๆ จะได้รับผลกระทบในระยะต่อไป จึงขอให้ประชาชนในบริเวณดังกล่าวระวังอันตรายจากพายุฤดูร้อน โดยหลีกเลี่ยงการอยู่ในที่โล่งแจ้ง ใต้ต้นไม้

ใหญ่ สิ่งปลูกสร้างและป้ายโฆษณาที่ไม่แข็งแรง รวมถึงดูแลรักษาสุขภาพเนื่องจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง สำหรับเกษตรกรควรเตรียมการป้องกันและระวังความเสียหายที่จะเกิดต่อผลผลิตทางการเกษตรและอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงไว้ด้วย สำหรับลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมอ่าวไทย ภาคใต้ และทะเลอันดามัน ทำให้ภาคใต้มีฝนฟ้าคะนองบางแห่ง (ที่มาดัดแปลงจาก: <https://www.thaipbs.or.th/news/content/338911>)

คำถามที่ 3.2

จากปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนมีวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไรบ้าง อย่างน้อย 2 วิธี เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าว

(2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

คำถามที่ 3.3

นักเรียนเลือกวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นจากคำถามที่ 3.1 มา 1 วิธี พร้อมแสดงเหตุเกี่ยวกับทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุน

(2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

คำถามที่ 3.4		
<p>จากข้อความ “ประเทศไทยตอนบนมีพายุฤดูร้อนเกิดขึ้น โดยมีลักษณะของพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรง และลูกเห็บตกบางแห่ง รวมถึงอาจมีฟ้าผ่าเกิดขึ้นได้บางพื้นที่” ข้อความต่อไปนี้ เป็นประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุจากข้อความดังกล่าวใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม</p> <p style="text-align: right;">(4 คะแนน)</p>		
ข้อความต่อไปนี้ เป็นประเด็นพิสูจน์หาสาเหตุจากข้อความดังกล่าวใช่หรือไม่	ความคิดเห็นของนักเรียน	
3.4.1 การเคลื่อนตัวของคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออกเคลื่อนผ่านประเทศเมียนมาและผ่านภาคเหนือตอนบนของไทย	ใช่	ไม่ใช่
3.4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในประเทศไทย ประกอบกับหย่อมความกดอากาศต่ำจากจีน	ใช่	ไม่ใช่
3.4.3 การเคลื่อนตัวของหย่อมความกดอากาศสูงจากจีน ขณะที่ไทยมีอุณหภูมิอากาศสูง และความชื้นจากอ่าวไทยและทะเลจีนใต้เข้ามาปกคลุมประเทศไทย	ใช่	ไม่ใช่
3.4.4 อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย	ใช่	ไม่ใช่

สถานการณ์ที่ 7 : การหลอมเหลวน้ำแข็งขั้วโลก

พฤติกรรมมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงขึ้นทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (climate change) ซึ่งส่งผลกระทบต่อหลายพื้นที่บนโลก โดยพื้นที่ที่เห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน คือ บริเวณขั้วโลกมีปริมาณการละลายของน้ำแข็งที่มีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปี และยังเป็นตัวชี้วัดที่สามารถบอกสถานการณ์ของสภาวะอากาศบนโลกได้อย่างชัดเจน

น้ำแข็งขั้วโลกเหนือที่กว้างใหญ่บ้างหดเล็กบ้างตามฤดูกาลนั้น ตรงบริเวณขอบจะมีน้ำแข็งหนาพิเศษที่จะยังคงอยู่ไปเรื่อย ๆ ไม่ละลายแม้เข้าสู่ฤดูร้อน เรียกว่าน้ำแข็งส่วนนี้ว่า Multiyear Sea Ice จากการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นตลอดเวลา นักวิทยาศาสตร์พบว่า ช่วง 40 ปีหลังสุดนั้น น้ำแข็ง Multiyear Sea Ice ได้เริ่มละลายหดตัวจากประมาณ 7 ล้านตารางกิโลเมตร เหลือเพียง 4 ล้านตารางกิโลเมตร หากน้ำแข็งนี้ละลายไปหมด ส่งผลให้เพิ่มพื้นที่ของมหาสมุทรมากขึ้น ซึ่งจะดูดซับแสงอาทิตย์ แทนที่จะสะท้อนกลับไปยังชั้นบรรยากาศ หมายความว่าพลังงานความร้อนจะเพิ่มไปที่น้ำในมหาสมุทร และทำให้น้ำแข็งละลายมากขึ้น (ที่มา: <https://thestandard.co/north-pole-ice-may-gone-in-the-summer/>)



ที่มา: ดัดแปลงจาก: <https://www.bbc.com/thai/articles/cd1215drz36o>

<p>คำถามที่ 7.1</p> <p>ข้อความต่อไปนี้นำไปสู่การตรวจสอบประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวใช่หรือไม่ จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม</p> <p style="text-align: right;">(4 คะแนน)</p>		
ข้อความต่อไปนี้นำไปสู่การตรวจสอบประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวใช่หรือไม่	ความคิดเห็นของนักเรียน	
7.1.1 ระยะเวลาการไหลของน้ำแข็งในแต่ละปีที่ยาวนานขึ้น	ใช่	ไม่ใช่
7.1.2 ระดับน้ำทะเลทั่วโลกสูงขึ้น	ใช่	ไม่ใช่
7.1.3 สัตว์ที่อาศัยอยู่ขั้วโลกมีจำนวนมากขึ้น	ใช่	ไม่ใช่
7.1.4 การระบาดของไวรัสและแบคทีเรียที่ถูกลำเลียงโดยน้ำแข็งขั้วโลก	ใช่	ไม่ใช่

<p>คำถามที่ 7.2</p> <p>จากข้อความ “บริเวณขั้วโลกมีปริมาณการละลายของน้ำแข็งที่มีแนวโน้มสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปี” เกิดเนื่องจากข้อมูลใดบ้าง และสามารถสำรวจตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p style="text-align: right;">(2 คะแนน)</p> <p>ตอบ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

คำถามที่ 7.3

จากสถานการณ์ การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลก มีหลากหลายวิธี เช่น การใช้ดาวเทียม การเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง และการติดตั้งสถานีตรวจวัด **ข้อความต่อไปนี้สามารถประเมินวิธีการเก็บข้อมูลได้อย่างน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นใช่หรือไม่** จงวงกลมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อคำถาม

(3 คะแนน)

ข้อความต่อไปนี้สามารถประเมินวิธีการเก็บข้อมูลได้อย่างน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นใช่หรือไม่	ความคิดเห็นของนักเรียน	
7.3.1 ควรเก็บข้อมูลเฉพาะบริเวณขั้วโลก	ใช่	ไม่ใช่
7.3.2 สามารถใช้แค่ข้อมูลจากดาวเทียมที่ครบถ้วนเพียงพอ	ใช่	ไม่ใช่
7.3.3 เก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากประชาชนท้องถิ่น	ใช่	ไม่ใช่

