

การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง ปραกฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY BY STEM EDUCATION OVERLAP
SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE IN THE TOPIC GREENHOUSE EFFECT OF GRADE 6 STUDENTS



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Master of Education Degree
in Curriculum and Instruction

May 2024

Copyright 2024 by University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษารวมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง ปฏิกิริยาการผันเวียนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ของ พิมพ์กานต์ ลาบุตรดี

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกดาพร ปัญญาพุกภัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ดร. อาภาพรธรณ ประทุมไทย)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลำไย สีหามาตย์)

..... คณบดีวิทยาลัยการศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. รักษิต สุทธิพงษ์)

เรื่อง:	การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้ศึกษาค้นคว้า:	พิมพ์กานต์ ลาบุตรดี, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2566
อาจารย์ที่ปรึกษา:	ดร. อาภาพรธน ประทุมไทย
คำสำคัญ:	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา, ประเด็นปัญหาทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก 2) เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ One Group Pretest-Posttest Design โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนกลุ่มโรงเรียนจุน 2 สังกัด สพป.พะเยา เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 32 คน ที่ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (dependent sample t-test) ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก พบว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 58.97 เมื่อพิจารณารายสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงชันมากที่สุด และนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก โดยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยสูงชันมากที่สุด 2) ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก พบว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Title: THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY BY STEM EDUCATION OVERLAP SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE IN THE TOPIC GREENHOUSE EFFECT OF GRADE 6 STUDENTS

Author: Pimpakan Labutdee, Independent Study: M.Ed. (Curriculum and Instruction), University of Phayao, 2023

Advisor: Dr. Arpapun Prathumthai

Keywords: Scientific literacy, STEM education, Socio-scientific issue

ABSTRACT

This research aimed to 1) to study the development of scientific literacy of grade 6 students before and after learning by STEM education overlap Socio-Scientific Issue in the topic greenhouse effect. 2) to compare the science literacy of grade 6 students before and after the learning by STEM education overlap Socio-Scientific Issue in the topic greenhouse effect. the research design was One Group Pretest-Posttest Design. The sample consisted of sixth grade students' primary schools in Chun 2 School Group under the Phayao Primary Educational Service Area Office 2 Semester 2, Academic Year 2023 total 32 students. by a cluster sampling technique. The research instruments consisted of: 1) the lesson plans toward the STEM education overlaps Social-Science Issue learning 2) The scientific competency test and 3) The attitudes towards science assessment. The data were analyzed using average, percentage, standard deviation, and dependent sample t-test. The research results were found as follows; 1) The effects of the study on the development of scientific literacy of grade 6 students before and after learning by STEM education overlap Socio-Scientific Issue in the topic greenhouse effect. Found as students' scientific literacy after learning was at level 3, with a mean percentage of 58.97, When considering the list of scientific competencies, it was found that with the highest mean score in the ability to explain scientific phenomena and students' attitudes towards science after studying at a high level. with the highest mean score in environmental awareness. 2) The comparison effects of the scientific literacy of grade 6 students before and after learning by STEM education overlap Socio-Scientific Issue in the topic greenhouse effect. Found as students' science literacy and students' attitudes towards science after learning was significantly higher than before learning at a statistical significance level of 0.05

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษารวมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยได้รับความเมตตาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก ดร.อาภาพรธน ประทุมไทย อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. สุดาพร ปัญญาพฤกษ์ ประธานที่ปรึกษา และ ผศ. ดร. ลำไย สีหามาตย์ กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลในการวิจัย และขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจนสำเร็จด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริม สนับสนุน เป็นกำลังใจและรอดอวยความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ และขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาหลักสูตรและการสอน ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจและสนับสนุนอย่างดีตลอดมา

คุณค่า คุณงามความดีและประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ ขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษารวมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อไป

พิมพ์กานต์ ลาบุตรดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
คำถามการวิจัย.....	5
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
สมมติฐานการวิจัย.....	9
กรอบแนวคิดการวิจัย	10
ประโยชน์ที่ได้รับ	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	12
ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์.....	12
เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์	12
สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี.....	13

<p>มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p>	
<p>เนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก</p>	<p>15</p>
<p>การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p>	<p>15</p>
<p>1. ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p>	<p>15</p>
<p>2. องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p>	<p>17</p>
<p>3. การวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p>	<p>19</p>
<p>4. ระดับการรู้วิทยาศาสตร์</p>	<p>28</p>
<p>การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>34</p>
<p>1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>34</p>
<p>2. จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา</p>	<p>35</p>
<p>3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>36</p>
<p>4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>39</p>
<p>5. การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p>	<p>41</p>
<p>ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์</p>	<p>43</p>
<p>1. ความหมายของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์</p>	<p>43</p>
<p>2. ลักษณะของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์</p>	<p>43</p>
<p>3. ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์</p>	<p>47</p>
<p>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>48</p>
<p>1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ</p>	<p>48</p>
<p>2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ</p>	<p>50</p>
<p>บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย</p>	<p>52</p>
<p>ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง</p>	<p>52</p>
<p>รูปแบบการวิจัย</p>	<p>54</p>

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย	54
การเก็บรวบรวมข้อมูล	67
การวิเคราะห์ข้อมูล	67
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	68
บทที่ 4 ผลการวิจัย	72
การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหา ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก.....	72
1. การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	72
2. การศึกษาการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	74
การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการ จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก	75
1. การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	75
2. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	76
บทที่ 5 อภิปรายผล.....	77
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	77
สมมติฐานการวิจัย	77
อภิปรายผล.....	79
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	93

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	94
1. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์ เรือนกระจก	95
2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก	98
3. แบบประเมินค่าความตรงของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	139
4. แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 ข้อ	162
5. เฉลยแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	175
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	200
1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน 14 ชั่วโมง	201
2. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	203
3. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อของแบบวัด การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	205
4. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับด้านองค์ประกอบ เจตคติของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	208
ภาคผนวก ง คะแนนจากการทดลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูล	209
1. ผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	210

2. ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	212
3. ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	214
4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน.....	216
ประวัติผู้วิจัย	218



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงบริบทสำหรับการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015.....	19
ตาราง 2 แสดงการสังเคราะห์งานวิจัยองค์ประกอบและรูปแบบข้อสอบการวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	27
ตาราง 3 แสดงระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	29
ตาราง 4 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มโรงเรียนจุน 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาพะเยา เขต 2 ปีการศึกษา 2566	52
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์ในการประมาณกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากร	53
ตาราง 6 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรัชญาการณเฑาะว์.....	55
ตาราง 7 แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์.....	57
ตาราง 8 แสดงลักษณะข้อสอบและจำนวนข้อสอบของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	62
ตาราง 9 แสดงข้อความและระดับมาตราส่วนประมาณค่าของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	66
ตาราง 10 แสดงผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดย วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรัชญาการณเฑาะว์.....	73
ตาราง 11 แสดงผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อน และหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรัชญาการณเฑาะว์	74
ตาราง 12 แสดงผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและ หลังเรียน.....	75
ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน	76

ตาราง 14 แสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็ม ศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรื่อน กระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	201
ตาราง 15 แสดงผลค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	203
ตาราง 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบปรนัยราย ข้อ.....	205
ตาราง 17 แสดงผลดัชนีความยากและดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอัตนัย.....	207
ตาราง 18 แสดงผลความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	208
ตาราง 19 แสดงผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกรายสมรรถนะ .	210
ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน.....	212
ตาราง 21 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกรายด้าน.....	214
ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน.....	216



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	10
ภาพ 2 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015.....	18



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ รวมถึงเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และนวัตกรรมต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นั้นช่วยให้บุคคลสามารถรับรู้และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคม ระดับชุมชน ระดับประเทศและระดับโลก ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาประเทศชาติ และยังส่งเสริมการพัฒนา คุณภาพชีวิตของประชากรให้ดีขึ้นได้ (พิรุณ ไพโรชสี และดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, 2551) ซึ่งการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่รวมถึงความรู้ วิทยาศาสตร์ ความรู้ด้านกระบวนการ และการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมกว่าการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ความสำคัญกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่สามารถต่อยอดการพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง (Sole, 2021)

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) คือความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมี วิจัยญาณ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) การรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์และเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการ เตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน โดยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จะทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต สามารถรับรู้และตัดสินใจ ประเด็น ปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) สามารถที่จะเลือกตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สามารถตอบสนองและเผชิญกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล (รักษ์ศิริ จิตอารี และคณะ, 2560) ดังนั้นการรู้

เรื่องวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญสำหรับนักเรียนทุกคนในปัจจุบันเป็นอย่างมาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และจากการศึกษา พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นั้นยังต้องการมุมมองทางด้านสังคมและคุณธรรม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างจิตสำนึกในการตัดสินใจอย่างมีความรับผิดชอบ คำนึงถึงความความยุติธรรมทางสังคมและสิ่งแวดล้อม (Zeidler, 2016)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นั้นควรเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้า ทดลอง เก็บข้อมูล และประจักษ์พยาน เพื่อตีความ แปลความ นำไปสู่การสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปเป็นความรู้ของตนเอง (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) และยังคงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ในบริบทที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ควรนำเสนอประเด็นปัญหาจริง ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงได้ และสามารถสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้แก่กันได้ (Sadler & Zeidler, 2009) นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนควรมุ่งให้เกิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เข้าใจและเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อบุคคลในบริบทด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (ธนวรรธน์ เหง้าตา และคณะ, 2565) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์และธรรมชาติ เกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมได้ (ประสาธต์ เหนืองเฉลิม, 2551) ซึ่งทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในนักเรียนระดับประถมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษา (Sole, 2021)

สะเต็มศึกษาเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนาคุณธรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหา (สุพรรณิณี ชาญประเสริฐ, 2557) ซึ่งจากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานรวมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาการรู้เรื่อง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศนี้ เรื่อง มลพิษทางอากาศให้สูงขึ้นได้ (Afriana et al., 2016) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Sari et al., 2018) ที่ได้พัฒนาสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางสะเต็มศึกษา และพบว่าสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ พรสวรรค์ สองแคว และ อังคณา อ่อนธานี (2560) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ แต่เนื่องจากการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นยังไม่สามารถเชื่อมโยงกับพัฒนาการ การพัฒนาทางด้านจิตใจ ด้านอารมณ์ และด้านอุปนิสัยหรือคุณธรรมของเด็กได้ ซึ่งพบว่าสิ่งที่ขาดหายไปนั้น คือ ความสนใจต่อมุมมองทางสังคมที่เป็นส่วนสำคัญในการสร้างอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาและส่งเสริมในด้านมุมมองทางสังคมเพื่อส่งเสริมความรับผิดชอบต่อสังคมให้กับนักเรียน และยังสอดคล้องกับการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย (Zeidler, 2016)

แนวทางในการส่งเสริมการตัดสินใจอย่างมีความรับผิดชอบ และคำนึงถึงมุมมองและความยุติธรรมทางด้านสังคมให้แก่นักเรียนอีกแนวทางหนึ่ง ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสู่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสอดคล้องต่อสังคมและคุณธรรมในการตัดสินใจประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับสังคมให้กับนักเรียนได้ (จุฑาทิพย์ คำดีดี, 2557) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นประเด็นจริงที่เกิดขึ้นในสังคมและยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการหาทางออกของประเด็นปัญหา จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้หลากหลายศาสตร์และข้อมูลจากหลายด้านในการพิจารณา เช่น วิทยาศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ และคุณธรรมจริยธรรม (ธนวรรชย์ เห่งดา และคณะ 2565) และจากการศึกษาของ (Rahayu et al., 2022) พบว่า สื่อการสอนแบบบูรณาการการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ร่วมกับเว็บไซต์ eLSMAWAR สามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการศึกษาของ จตุรภัทร มาศโสภา (2564) ที่สรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตสำนึกต่อสังคม ใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

และสิ่งแวดล้อมอย่างมีความหมาย ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดหรือเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ที่ดึงดูดความสนใจของชาติในช่วงที่ผ่านมา เช่น อาหารดัดแปลงพันธุกรรม การสูญเสียโอโซน และพลังงานนิวเคลียร์ (Sadler, 2004a) การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ, ไฮโดรเจนแฟคเจอร์ริงการนำพืชและสัตว์กลับคืนสู่ชุมชนทางธรรมชาติ (Herman et al., 2018) การโคลนนิ่ง สเต็มเซลล์ โครงการจีโนม ภาวะโลกร้อน เชื้อเพลิงทางเลือก (Sadler, 2004b) เป็นต้น และจากรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมระดับโลก พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น พื้นที่น้ำแข็งในทะเล อาร์คติกลดลงในระดับต่ำสุด และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีความเข้มข้นสูงขึ้น เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติรุนแรงขึ้นทั่วโลก เช่น การเกิดคลื่นความร้อน อุทกภัย ภัยแล้ง และภาวะขาดแคลน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2565)

จากผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยใน PISA 2018 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่ 485 คะแนน ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนไทยยังมีความรู้และทักษะที่ไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) เช่นเดียวกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อวัดความรู้และความคิดรวบยอดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ชาติรติ ดิลกโคภณ, 2565) ที่พบว่า ผลการทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยน้อยลงเท่ากับ 37.90 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศที่ 39.34 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)), 2566) ผลการทดสอบนี้ชี้ให้เห็นว่าเด็กไทยมีความรู้ต่ำกว่ามาตรฐาน (บัณฑิตา อินสมบัติ และคณะ, 2560) และความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ที่ควรเร่งพัฒนาให้กับนักเรียนตั้งแต่ในระดับชั้นประถมศึกษา

ปัญหาภาวะโลกร้อน ปรากฏการณ์เรือนกระจก และภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสังคมและกำลังได้รับความสนใจอยู่ในปัจจุบัน และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนี้ได้มีการกำหนดให้เป็นสาระของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลกธรณี ภัยพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

และภูมิภาคทั่วโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้น จึงควรสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด ความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์และธรรมชาติ เกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย มีความ ตระหนักและเห็นความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อสังคมได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อนักเรียนนำประเด็น ปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน นวัตกรรมหรือวิธีการ โดยใช้กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้บูรณาการองค์ความรู้ในหลากหลายสาขา โดยคำนึงถึงผลที่มีต่อสังคมและ สิ่งแวดล้อม ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สามารถพัฒนาการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สามารถพัฒนาการรู้เรื่อง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียน ได้หรือไม่

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหา ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์ เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียน จุน 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 100 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยใช้ห้องเรียนของแต่ละโรงเรียนเป็น หน่วยสุ่ม

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก ใน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว16101) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จำนวน 14 ชั่วโมง โดยมีหัวข้อย่อย ได้แก่

1. การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
2. ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจก
3. แนวทางการลดแก๊สเรือนกระจก

นิยามศัพท์เฉพาะ

การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ประเมินได้จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุดำถามทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบท 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ หมายถึงการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ และแบบวัด โดยอ้างอิงกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในการประเมิน PISA 2015 ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. บริบท หมายถึง สถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการศึกษาครั้งนี้ สถานการณ์ในแบบทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับความรู้ในเรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ในบริบทระดับบุคคล ท้องถิ่น/ประเทศ และระดับโลก

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเป็นความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สารที่ 3 มาตรฐาน ว 3.2 เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก และความรู้ในวิธีการหรือกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายของข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบคำถามที่แสดงถึง

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ โดยปรับระดับคำถามให้เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบทั้ง 4 ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน สำหรับการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรัชญาการณเฑาะว์เรื่องกระจก ที่ผู้วิจัยสร้างเอง ครอบคลุมองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบท 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ระบุในกรอบลักษณะของข้อสอบท้ายแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยรูปแบบข้อสอบมีแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ, แบบเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ และแบบเขียนตอบสั้น ๆ จำนวน 4 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ และผู้วิจัยประเมินองค์ประกอบที่ 4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างเอง ประกอบด้วยเจตคติใน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ด้านละ 5 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (STEM Education overlap SSI) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการสาระการเรียนรู้จำนวน 4 สาระ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยใช้ประเด็นในการศึกษาเป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรัชญาการณเฑาะว์เรื่องกระจก ในการศึกษา โดยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการระบุปัญหาโดยเลือกประเด็นปัญหาที่เป็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) เรื่อง ปรัชญาการณเฑาะว์เรื่องกระจก การทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนว

ทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด ในมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์และสังคม

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด การสร้างวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การพิจารณาข้อดีและข้อเสีย และการพิจารณาด้านจริยธรรม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

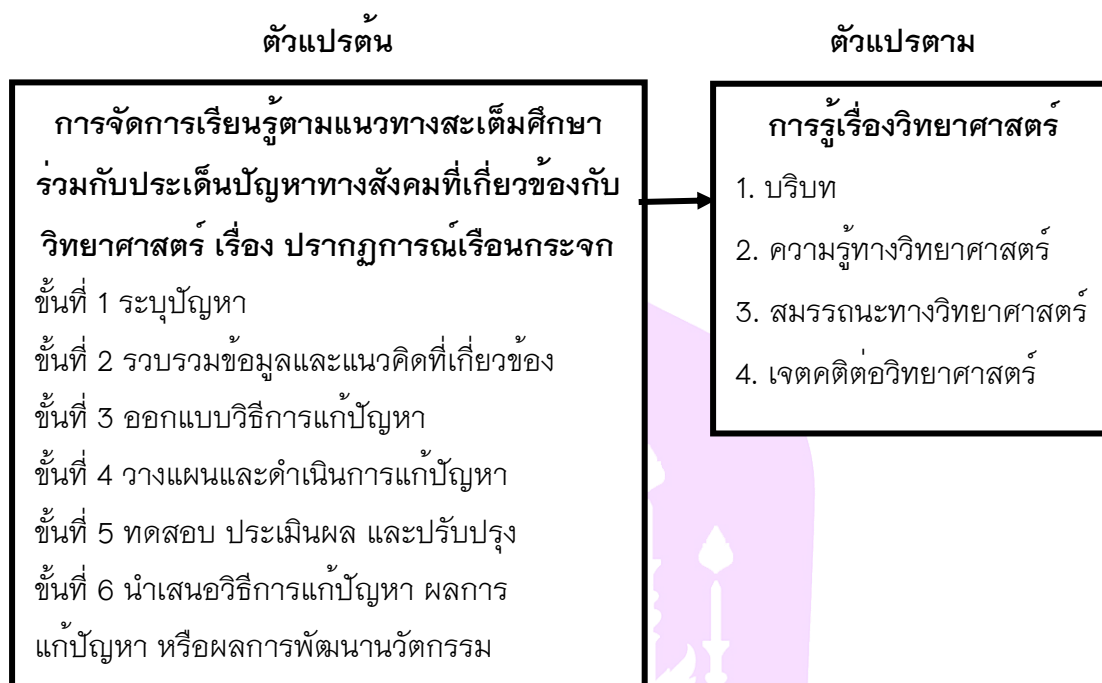
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มจุน 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 32 คน ประกอบด้วย นักเรียนโรงเรียนบ้านเวียงลอบ จำนวน 5 คน นักเรียนโรงเรียนบ้านน้ำจุน จำนวน 10 คน และนักเรียนโรงเรียนบ้านร่องแมต จำนวน 17 คน รวมจำนวน 32 คน

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ โดยคำนึงถึงผลกระทบและมุมมองทางด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และคุณธรรม จริยธรรม
2. สารสนเทศที่ได้จากการวิจัย สามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้
3. สารสนเทศที่ได้จากการวิจัย สามารถนำไปเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหา/ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในประเด็นอื่น ๆ และระดับชั้นที่สูงขึ้นไปได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานประกอบการวิจัย โดยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก
2. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
 - 2.4 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.2 จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 3.5 การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ลักษณะของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลกกรณีพิบัติภัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโดยรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 3.2 ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

ว 3.2 ป.6/9 ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

ว 4.2 ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

วรรณงาม มาระครอง (2553) กล่าวว่าไว้ว่าการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเจตคติของนักเรียนที่ตอบสนองต่อประเด็นทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเมินได้จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะนี้จะช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจและช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้นิยามว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ

ชญาดา จอมทะรักษ์ (2562) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถของบุคคลหนึ่งบุคคลใด ที่รับรู้บริบทต่างๆ ของวิทยาศาสตร์และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของบุคคลนั้นและตอบสนองต่อบริบทเนื้อหาหรือประเด็นทางวิทยาศาสตร์รวมถึงสามารถใช้ความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ภาคภูมิ พุ่มพวง (2562) ได้สรุปว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ความสามารถของบุคคล ที่มีการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) คือ ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่ามี การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นทางการเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

National Science Education Standards (1996 อ้างถึงใน รัศมีศิริ จิตอารี, 2559) ได้นิยามว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ความเข้าใจ แนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ต้องการสำหรับบุคคล เพื่อช่วยในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในชุมชนวัฒนธรรม และทางเศรษฐกิจ สามารถค้นคว้าหรือหาคำตอบจากคำถามที่มาจากชีวิตประจำวันได้ มีความสามารถในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ สามารถอ่านและเข้าใจบทความที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สื่อที่มีชื่อเสียง และมีส่วนร่วมในการถกเถียงในสังคมเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของข้อสรุปต่าง ๆ สามารถระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของการตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการศึกษาความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จากนักวิชาการ งานวิจัย รวมถึงเอกสารต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในการ

เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้อย่าง มีวิจารณญาณ ประเมินได้จากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุคำถามทาง วิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์

2. องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า กรอบการ ประเมิน PISA 2015 ด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และ ระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และ ทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใน การสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของ กระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายของข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

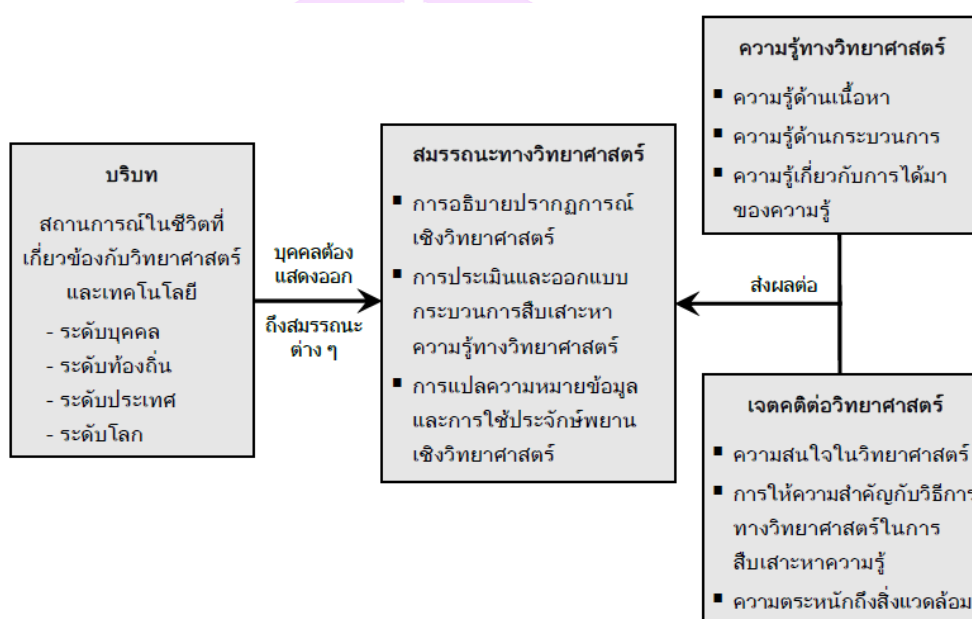
สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล (2545) สรุปว่า องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
2. ความรู้วิทยาศาสตร์
3. ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

Nation Science Teachers Association, Science–Technology–society: Science Education for the 1980s (1982 อ้างถึงใน พรสวัสดิ์ สองแคว, 2559) ระบุถึงองค์ประกอบของ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ไว้ 5 องค์ประกอบ คือ

1. ทักษะการสืบค้นและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ทักษะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการตัดสินใจส่วนบุคคลและสังคม
4. ทศนคติ ค่านิยมและความชื่นชมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. ปฏิสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคมผ่านบริบทของปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์



ภาพ 2 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, 21

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่ามีองค์ประกอบที่มีความคล้ายคลึงกัน เช่น องค์ประกอบด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ/สมรรถนะ ด้านเจตคติ ทศนคติ ค่านิยม และด้านบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับสังคม ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้อองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมิน PISA 2015 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) จำนวน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบท 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3. การวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ในรูปแบบของข้อสอบ โดยกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตาราง 1 แสดงบริบทสำหรับการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

บริบท	ระดับบุคคล (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับท้องถิ่น/ระดับชาติ (ชุมชน สังคม)	ระดับโลก (ชีวิตทั่วโลก)
สุขภาพและโรคภัย	การดูแลรักษาสุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	การควบคุมโรค การแพร่เชื้อ ในสังคม การเลือกอาหาร สุขภาพชุมชน	โรคระบาด การระบาด ข้ามประเทศ
ทรัพยากร ธรรมชาติ	การใช้วัสดุ และพลังงาน	การรักษาจำนวนประชากรให้ คงที่ คุณภาพชีวิต ความ มั่นคง การผลิตและ การ กระจายอาหาร การจัดหา พลังงาน	แหล่งทรัพยากรที่เกิดใหม่ ได้และแหล่งทรัพยากรที่ เกิดใหม่ไม่ได้ การเพิ่ม จำนวนประชากร การใช้ ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ชนิดต่าง ๆ อย่างยั่งยืน
คุณภาพ สิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม การใช้และ การกำจัดวัสดุและอุปกรณ์	การกระจายของประชากร การกำจัดขยะ ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม	ความหลากหลายทาง ชีววิทยา ความยั่งยืนของ ระบบนิเวศ การควบคุม มลพิษ การเกิดและการ สูญเสียดิน / ชีวมวล
ภัยอันตราย	การประเมินความเสี่ยงภัย จากทางเลือกการดำเนิน ชีวิต	การเปลี่ยนแปลงกะทันหัน (แผ่นดินไหว สภาพอากาศ เลวร้าย) การเปลี่ยนแปลง อย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง (การ กัดเซาะชายฝั่ง การ ตตะกอน) การประเมิน ความเสี่ยง	การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ ผลกระทบจาก การสื่อสารสมัยใหม่

ตาราง 1 (ต่อ)

บริบท	ระดับบุคคล (ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)	ระดับท้องถิ่น/ระดับชาติ (ชุมชน สังคม)	ระดับโลก (ชีวิตทั่วโลก)
ก้าวหน้าของ วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี	แง่มุมทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานอดิเรก เทคโนโลยีที่ใช้ส่วนบุคคล กิจกรรมทางดนตรีและกีฬา	วัสดุ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การ ดัดแปลงพันธุกรรม เทคโนโลยีเกี่ยวกับสุขภาพ การคมนาคมขนส่ง	การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การสำรวจอวกาศ การ เกิดและโครงสร้างของ จักรวาล

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, 22–23

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และ ทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใน การสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของ กระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดย PISA เลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ทั้งนี้มีเกณฑ์การเลือกแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

2.1.1 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.1.2 แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่ สำคัญ ซึ่งใช้ได้ยาวนาน

2.1.3 เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนอายุ 15 ปี

2.1.4 ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ PISA ประเมินนั้นครอบคลุม ความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ

2.2 ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและ แนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดและ ความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปร และการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสาร ข้อมูล ลักษณะทั่วไปของความรู้ด้านกระบวนการที่จะทดสอบนักเรียน ครอบคลุมถึง

2.2.1 แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

2.2.2 แนวคิดเรื่องการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ การวัดเชิงคุณภาพ การวัดตัวแปรต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง และการใช้มาตรวัด

2.2.3 วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การทำซ้ำ และการเฉลี่ยผลจากการวัด

2.2.4 กลไกที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการทำซ้ำและความถูกต้องของข้อมูล

2.2.5 การสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง กราฟ และแผนภูมิที่เหมาะสม

2.2.6 วิธีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และบทบาทของตัวแปรในการออกแบบการทดลอง

2.2.7 ลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบในภาคสนาม หรือการสืบค้นข้อสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ

2.3 ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ

ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่จำเป็นต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

2.3.1 การสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึง

1) ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2) วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งต่างจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสร้างวิธีแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ให้มากที่สุด จึงต้องพิจารณาถึงคำถามและข้อมูลที่ที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี

3) คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น ความมุ่งมั่นในการตีพิมพ์ผลงาน การไม่เอาเรื่องส่วนตัวมาเกี่ยวข้อง และการขจัดอคติ

4) ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอนุมาน การอุปมาน การลงข้อสรุปเพื่อหาคำอธิบายที่ดีที่สุด การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง การใช้แบบจำลอง

2.3.2 ลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึง

1) คำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

2) บทบาทของการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้หลากหลายรูปแบบในการสร้างความรู้ กำหนดเป้าหมาย (เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและระบุรูปแบบ) และการออกแบบ (การสังเกต การควบคุมการทดลอง การวิจัยเชิงความสัมพันธ์)

3) ความผิดพลาดในการตรวจวัดส่งผลต่อความเชื่อมั่นในความรู้วิทยาศาสตร์

4) การใช้บทบาทและข้อจำกัดของแบบจำลองที่เป็นรูปธรรม แบบจำลองที่เป็นระบบ และแบบจำลองที่เป็นนามธรรม

5) บทบาทของการทำงานแบบร่วมมือกัน การวิพากษ์วิจารณ์ และการตรวจสอบคุณภาพจากผู้อื่นในการสร้างความรู้ เชื่อถือเกี่ยวกับคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์

6) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการระบุถึงปัญหาทางสังคม และเทคโนโลยี

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายของข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามสมรรถนะ ขยายความได้ในรายละเอียดดังนี้

3.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลอง

ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่า คำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น

โดยสรุป ผู้ที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็น

ผลที่เป็นไปได้

- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อ

สังคม

3.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานที่ปรากฏในสื่อ หรือ ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ ในแง่มุมที่ว่า อาจมีความคลุมเครือ การสรุปไม่สมเหตุสมผล ไม่มีข้อมูลมากพอ หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้น

โดยสรุป ผู้ที่มีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

- แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

- เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

โดยสรุป ผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
- วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากพิจารณาจากสิ่งอื่น
- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อตนเองโดยตรง เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการพัฒนาให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การส่งเสริม สนับสนุนวิทยาศาสตร์ หาคำความรู้ และใช้ความรู้อย่างเหมาะสม เพื่อประโยชน์ต่อตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ และสังคมโลก และนำไปสู่การพัฒนาการรับรู้ความสามารถในตนเองต่อไป

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA ตั้งอยู่บนแนวคิดว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของคนต้องมีทั้งเจตคติ ความเชื่อ แรงบันดาลใจ ความเชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำ PISA 2015 ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถาม และประเมินเจตคติในสามด้าน ได้แก่

4.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์

- ความตั้งใจที่จะหาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย

- ความสนใจในวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งความตระหนักถึงอาชีพการงานทางวิทยาศาสตร์

4.2 การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

- การยึดถือว่าหลักฐานเป็นข้อมูลสำคัญที่นำมาสู่การสร้างคำอธิบายในเรื่องต่าง ๆ

- การยึดมั่นในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เหมาะสม เพื่อสืบเสาะหาความรู้

- การเห็นความสำคัญของการวิพากษ์วิจารณ์ว่าเป็นเครื่องมือในการสร้างความน่าเชื่อถือของแนวคิดต่าง ๆ

4.3 ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

- การแสดงออกถึงความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมและการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน

- การมีแนวคิดในการใช้และส่งเสริมพฤติกรรมการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน

ซึ่งทั้ง 4 องค์ประกอบจะต้องมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน โดยที่บริบททางวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวกระตุ้นเพื่อที่จะให้ผู้เรียนแสดงสมรรถนะออกมา โดยอาศัยความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (ภาคภูมิ พุ่มพวง, 2562) โดยรูปแบบข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 3 รูปแบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ได้แก่

1. เลือกตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้
 - 1.1 การเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก
 - 1.2 การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความ
2. เลือกตอบเชิงซ้อน มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้
 - 2.1 การเลือก “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกต้องทั้งหมดในชุดคำถามนั้น
 - 2.2 การเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้
 - 2.3 การเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้การลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับ หรือการจำแนกประเภท
3. เขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้
 - 3.1 การเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค)
 - 3.2 ข้อคำถามบางข้อจะให้วาดภาพ เช่น กราฟ หรือแผนภาพ สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อคำถามลักษณะนี้ จะมีการปรับแก้ให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตอบคำถามที่ต้องการได้

ตาราง 2 แสดงการสังเคราะห์งานวิจัยองค์ประกอบและรูปแบบขอสอบการวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ชื่อผู้วิจัย	ปี	กลุ่ม ตัวอย่าง	ปริ บท	องค์ประกอบของแบบทดสอบ				รูปแบบขอสอบ			จำนวน ข้อ
				ความรูทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะการรู้ วิทยาศาสตร์	เจตคติ	เลือก		เขียน ตอบ		
							เลือก ตอบ	เลือก ตอบ เชิงซ้อน			
พรสวรรค์ ลองแคว	2559	ป.6	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	14	
ภาวิณี ประทุมสลาย	2559	ม.3	✓	✓	✓	✓	-	-	-	85	
ไพโรจน์ งามสมพรพงศ์	2559	ม.6	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	27	
รัชนีศิริ จิตอารี	2559	ม.1	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	20	
วรรณพงษ์ สุทธิเวสสุวรรณกุล	2560	ม.5	-	-	✓	-	✓	✓	✓	20	
วรรณิสรา รอยการอง	2562	ม.3	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	15	
พลอยนันทดา ผาปไชย	2563	ม.5	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	15	
กนิษฐกานต์ เบญจพลภรณ์	2563	ม.4	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	15	
กฤติดา ชนาริมุข	2563	ม.5	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	12	
จตุรภัทร มาศโสภา	2564	ม.4	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	15	
นารีมะห์ วาโต	2566	ป.6	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	15	
กฤษฎี เพ็ชรมาก	2566	ม.1	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	15	

จากการศึกษางานวิจัยที่มีการศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และงานวิจัยที่พัฒนาแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยทั้ง 12 เรื่องนั้น ส่วนมากมีองค์ประกอบในข้อสอบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบริบท ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่วนมากยังขาดองค์ประกอบอีกหนึ่งด้านที่ขาดไป ได้แก่ ด้านเจตคติ โดยพบงานวิจัย 1 ชิ้นที่วัดเจตคติโดยใช้แบบทดสอบ และงานวิจัยอีก 1 ชิ้นที่มีการวัดเจตคติ ซึ่งวัดโดยใช้แบบประเมินเจตคติ องค์ประกอบด้านเจตคติเป็นอีกองค์ประกอบที่สำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ที่ควรจะได้รับ การวัดร่วมกับด้านอื่น ๆ เพื่อให้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นั้นถูกวัดผลอย่างครอบคลุม

ส่วนรูปแบบข้อสอบนั้น พบว่างานวิจัยส่วนมากใช้รูปแบบข้อสอบตามกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 ซึ่งประกอบด้วยรูปแบบข้อสอบ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ที่ผู้วิจัยสร้างเอง ครอบคลุมองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบท 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ระบุในกรอบลักษณะของข้อสอบท้ายแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยรูปแบบข้อสอบมีแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ, แบบเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ และแบบเขียนตอบสั้น ๆ จำนวน 4 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ และผู้วิจัยประเมินองค์ประกอบที่ 4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างเอง ประกอบด้วยเจตคติใน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ด้านละ 5 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ

4. ระดับการรู้วิทยาศาสตร์

ความสามารถทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็นระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ เริ่มจากระดับต่ำสุด (ระดับ 1b) จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 6) หรืออาจบอกคุณภาพเป็นกลุ่มรวม เช่น ที่ระดับ 5 และ 6 จัดว่าเป็นระดับสูง ระดับ 3 และ 4 จัดเป็นระดับปานกลาง และระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐาน ที่นักเรียนเริ่มแสดงว่ารู้และสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริงในอนาคต แต่ถ้าต่ำกว่าระดับ 2 ลงไปจัดว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงที่นักเรียนแสดงว่ามีความสามารถไม่ถึงระดับพื้นฐานและไม่สามารถใช้วิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ตาราง 3 แสดงระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	คะแนน ต่ำสุด	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
6	708	ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยาก ๆ ได้สำเร็จสมบูรณ์เกือบทุกข้อ นักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และโลกและอวกาศมาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย หรือทำนายผลของเหตุการณ์ ในการตีความ แปลความข้อมูลและประจักษ์พยาน ก็สามารถแยกแยะสาระที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูลออกจากกันได้ และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับเรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ
5	633	ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ กระบวนการ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถใช้กระบวนการความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มีความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธีหนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผล นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
4	559	ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่บอกให้ ในข้อความหรือเป็นความรู้ที่เรียกคืนออกมาได้เอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ โดยสามารถ รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ อธิบายเหตุผลในการออกแบบ การทดลองได้ ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับ การได้มาของความรู้ นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มี ความซับซ้อนระดับกลางหรือข้อมูลที่ ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยาย ออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า

ตาราง 3 (ต่อ)

ระดับ	คะแนน ต่ำสุด	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
3	484	ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุบอกประเด็น หรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้หน้าที่เหมาะสมบางอย่างสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อ ออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์
2	410	ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดีความข้อมูล และตั้งปัญหา ของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทัวไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิธีหาความรู้ เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์
1a	335	ที่ระดับ 1a นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการสามัญเพื่อเลือกบอกคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่ต้องการการคิดไม่มาก สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้เมื่อได้รับความช่วยเหลือ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความ ข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรง ๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก
1b	261	ที่ระดับ 1b นักเรียนสามารถใช้ความรู้สามัญเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุม สามารถบอกแบบรูปอย่างง่ายในชุดข้อมูล จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

OECD (จตุรภัทร มาศโสภนา, 2564) ร้อยละเทียบกับเกณฑ์ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ระดับ ดังนี้

ร้อยละ 87.00 ขึ้นไป เท่ากับที่ระดับ 6 หมายถึงนักเรียนแสดง ความสามารถอย่าง สม่่าเสมอในการระบุอธิบายและประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงระหว่างแหล่งสาระกับการ อธิบาย และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนแสดงออกว่ามีความคิดเป็นวิทยาศาสตร์และมีความเป็นเหตุเป็นผลในระดับสูง และ ตั้งใจที่จะใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทาง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างข้อโลกโดยรวม

ร้อยละ 75.00 ถึง 86.99 เท่ากับที่ระดับ 5 หมายถึงนักเรียนสามารถระบุ องค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์ของสถานการณ์ที่ซับซ้อนต่าง ๆ ในชีวิต สามารถประยุกต์ใช้ แนวคิด ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์เหล่านี้ และสามารถ เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกัน เลือกลงและประเมินหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการ ตอบสนองต่อ สถานการณ์นั้น ๆ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ความสามารถในการสืบเสาะหา ความรู้เชื่อมโยงความรู้ อย่างเหมาะสม และมองสถานการณ์อย่างพินิจพิจารณา สามารถ สร้างคำอธิบายบนพื้นฐานของ ประจักษ์พยานและสร้างข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของข้อมูล

ร้อยละ 62.00 ถึง 74.99 เท่ากับที่ระดับ 4 หมายถึงนักเรียนสามารถทำภารกิจอย่าง มีประสิทธิภาพในสถานการณ์และประเด็นปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ทำให้นักเรียน ต้อง อ้างถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถเลือกคำอธิบายและบูรณาการคำอธิบายจาก วิทยาศาสตร์ต่างสาขาและเชื่อมโยงคำอธิบายนั้น ๆ เข้าสู่สถานการณ์นักเรียนที่ระดับนี้ สามารถ สะท้อนความคิดและการกระทำที่ตอบสนองสถานการณ์สามารถสื่อสารโดยการใช้ ความรู้และประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ร้อยละ 50.00 ถึง 61.99 เท่ากับ ที่ระดับ 3 หมายถึงนักเรียนสามารถระบุประเด็น ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน สามารถเลือกข้อเท็จจริงและความรู้เพื่อ อธิบายปรากฏการณ์และสามารถใช้ตัวอย่างง่ายหรือกลยุทธ์การหาความรู้ นักเรียนที่ ระดับนี้ สามารถตีความและใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลายสาขา สามารถสร้าง คำอธิบายสั้น ๆ จาก ข้อเท็จจริง และสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์

ร้อยละ 37.00 ถึง 49.99 เท่ากับ ที่ระดับ 2 หมายถึงนักเรียนแสดงว่ามีความรู้ วิทยาศาสตร์พอที่จะสร้างคำอธิบายที่พอจะเป็นไปได้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยหรือสามารถลง ข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อน สามารถใช้เหตุผลที่ตรง ๆ และสามารถตีความ ตรง ๆ ของผลของการสืบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือปัญหาทางเทคโนโลยี

ร้อยละ 25.00 ถึง 36.99 เท่ากับที่ระดับ 1 หมายถึงนักเรียนแสดงว่ามีความรู้ วิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัดเพียงแค่สามารถใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพียงไม่กี่อย่าง สามารถ ให้คำอธิบายจากหลักฐานที่มีให้เห็นชัดเจนและตรง ๆ เท่านั้น

จากการศึกษาระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถสรุปได้ดังนี้

ร้อยละ 87.00 ขึ้นไป เท่ากับที่ระดับ 6 หมายถึงนักเรียนแสดง ความสามารถอย่าง สม่่าเสมอในการระบุอธิบายและสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้ เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือคาดคะเนปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ไม่คุ้นเคย สามารถเชื่อมโยงระหว่างแหล่งสาระกับการ อธิบาย และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนแสดงออกว่ามีความคิดเป็นวิทยาศาสตร์และมีความเป็นเหตุเป็นผลในระดับสูง และ ตั้งใจที่จะใช้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทาง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสม ของการออกแบบเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูลภาคสนาม หรือการ จำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อประกอบการตัดสินใจ

ร้อยละ 75.00 ถึง 86.99 เท่ากับที่ระดับ 5 หมายถึงนักเรียนสามารถระบุ องค์ประกอบทางวิทยาศาสตร์ของสถานการณ์ที่ซับซ้อนต่าง ๆ ในชีวิต สามารถประยุกต์ใช้ แนวคิด ทางวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์เหล่านี้ และสามารถ เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกัน เลือกลงและประเมินหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการ ตอบสนองต่อ สถานการณ์นั้น ๆ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ความสามารถในการสืบเสาะหา ความรู้เชื่อมโยงความรู้ได้อย่างเหมาะสม ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ ในเชิงวิทยาศาสตร์และระบุข้อจำกัดในการแปลความข้อมูล รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบ จากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างคำอธิบายบนพื้นฐานของ ประจักษ์พยานและสร้างข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของข้อมูล

ร้อยละ 62.00 ถึง 74.99 เท่ากับที่ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาสาระที่ยากขึ้น เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์ หรือกระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ อธิบายเหตุผลในการออกแบบ การทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับ การได้มาของความรู้ สะท้อนความคิดและการกระทำที่ตอบสนองสถานการณ์สามารถสื่อสารโดยใช้ความรู้และประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มี ความซับซ้อนระดับกลาง หรือข้อมูลที่ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและที่ขยาย ออกไกลกว่าที่ได้จากข้อมูลเฉพาะหน้า

ร้อยละ 50.00 ถึง 61.99 เท่ากับ ที่ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุออกประเด็น หรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้หน้าที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อ ออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ สามารถเลือกข้อเท็จจริงและความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์และสามารถใช้ตัวอย่างง่ายหรือกลยุทธ์การหาความรู้ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นวิทยาศาสตร์ (อธิบายได้ มีประจักษ์พยานตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์) และประเด็นใดไม่เป็นวิทยาศาสตร์

ร้อยละ 37.00 ถึง 49.99 เท่ากับ ที่ระดับ 2 หมายถึงนักเรียนแสดงว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์พอที่จะสร้างคำอธิบายที่พอจะเป็นไปได้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยหรือสามารถลงข้อสรุปจากการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อน สามารถใช้เหตุผลที่ตรง ๆ และสามารถตีความที่ตรง ๆ ของผลของการสืบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือปัญหาทางเทคโนโลยี สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้ เมื่อได้รับความช่วยเหลือ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก

ร้อยละ 25.00 ถึง 36.99 เท่ากับที่ระดับ 1 หมายถึงนักเรียนแสดงว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัดเพียงแค่ว่าสามารถใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพียงไม่กี่อย่าง สามารถ

ให้คำอธิบายจากหลักฐานที่มีให้เห็นชัดเจนและสามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้เท่านั้น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวว่าสะเต็มศึกษา คือแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต

ธารทิพย์ ขั้วนา และขวัญชัย ขั้วนา (2562) สรุปว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชาทั้ง 4 สาขา ได้แก่วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติในแต่ละวิชา ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาบูรณาการกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การสืบเสาะค้นหาค้นคว้า การสร้างองค์ความรู้ การสื่อสารและการสร้างสรรค์พัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

สุมินตรา จินเมือง (2564) สรุปว่า สะเต็มศึกษา คือแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

Bybee (2010) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น คือการจัดการเรียนรู้โดยประสานสาระวิชาหลักได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM)

Kennedy and Odell (2014) การศึกษาสะเต็มศึกษา คือการบูรณาการที่รวมเทคโนโลยีและวิศวกรรมเข้ากับหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นไปที่นวัตกรรมและกระบวนการประยุกต์ในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาตามบริบทที่ซับซ้อน โดยใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีปัจจุบัน และยังส่งเสริมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

Baran et al. (2016) ได้เสนอว่า การศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นควรรวมสาขาวิชาต่าง ๆ ในลักษณะสหวิทยาการ ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และความรู้ ทักษะ และความเชื่ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาเหล่านี้

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึงแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติในแต่ละวิชามารวมกันอย่างลงตัว มุ่งเน้นไปที่นวัตกรรมและกระบวนการประยุกต์ในการออกแบบวิธีแก้ปัญหาตามบริบทที่ซับซ้อน การนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้

2. จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ว่ามีดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษา และบุคลากรทางการศึกษา
5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ

ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ (2562) ได้กล่าวว่า ในการรวมศาสตร์ทั้ง 4 เข้าด้วยกัน (STEM Integration) จะช่วย

1. ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper learning)

2. ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีความหมายมากยิ่งขึ้น ผ่านการนำไปออกแบบและแก้ปัญหาตามแนวทางของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3. ส่งเสริมให้มีความเข้าใจและทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้
4. ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ข้ามศาสตร์ได้
5. ผู้เรียนเห็นความสำคัญของ “วิศวกรรมศาสตร์” มากยิ่งขึ้น

3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จินดาพร หมวกหมื่นไวย (2560) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะในหลากหลายด้าน ที่ช่วยให้ประสบความสำเร็จในการทำงาน และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันและอนาคต ดังนี้

1. การค้นหากิจกรรมสะเต็ม ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมเดิมที่มีอยู่แล้ว กิจกรรมที่เคยสอนหรือที่ได้ศึกษาจากแหล่งต่าง ๆ มาพัฒนาให้เป็นกิจกรรมสะเต็มโดยไม่ต้องเริ่มใหม่ทั้งหมด ซึ่งกิจกรรมอาจมาจากรูปแบบดังต่อไปนี้

1.1 กิจกรรม Hands-on เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้น ๆ โดยนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ สัมผัส จัดการ และควบคุมอุปกรณ์

1.2 การทดลอง โจทย์แบบฝึกหัด เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติในรูปแบบของการทดลอง ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การบันทึกผล การควบคุมตัวแปร การอภิปราย และการสรุปผล เป็นต้น และนอกจากนี้ โจทย์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนอาจทำเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะก็ได้

1.3 ชิ้นงาน โครงงาน การแข่งขัน มักมีการกำหนดเป้าหมายหรือสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำผลงานไปใช้ในชีวิตประจำวัน และช่วยให้การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ สะดวกสบายขึ้น

2. แดกความคิดให้เป็นกิจกรรมสะเต็ม ครูผู้สอนอาจเพิ่มการเทียบเคียงกิจกรรมที่เคยจัดมาก่อนหน้ามาพิจารณา แล้วแตกแนวคิดเทียบกับหลักการของกิจกรรมสะเต็ม โดยมีแนวทาง ดังนี้

2.1. การบูรณาการความรู้ STEM ครูผู้สอนควรพิจารณาว่ากิจกรรมมีการบูรณาการวิชาทั้ง 4 อย่างไร บูรณาการในเรื่องใด มีแนวคิดสำคัญอย่างไร และเนื้อหาควรเป็น

เนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง โดยไม่เพิ่มเนื้อหาให้มากเกินไปจนทำให้ผู้เรียนต้องจดจำเนื้อหาปริมาณมาก และใช้เวลาในการทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น

2.2. กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือที่โจทย์กำหนด โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นขั้นตอน

2.3. ทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะของผู้เรียน โดยสอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น การส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เตรียมความพร้อมในการแก้ปัญหาในการทำงานและการดำเนินชีวิตในอนาคต

2.4. ผูกเรื่องราว สร้างความท้าทาย และความสนใจ ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่มีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกัน กำหนดโจทย์ปัญหา เรื่องราว สถานการณ์ที่น่าสนใจ อยู่บนพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เพื่อสร้างความท้าทายให้แก่ผู้เรียน กระตุ้นให้นักเรียนมีแรงกระตุ้นในการหาคำตอบ

สุทธิดา จารัส (2560) ได้เสนอกรอบในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. มีการบูรณาการความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน ตามบริบทเนื้อหาและระดับความรู้ในแต่ละชั้นของผู้เรียน โดยเน้นการเรียนรู้เรื่องสะเต็มเป็นหลัก

2. การออกแบบกิจกรรม อ้างอิงตามกรอบการพัฒนาแนวคิดแบบ “ความก้าวหน้าในการเรียนรู้” ทั้งในมิติเนื้อหาและกระบวนการ รวมทั้งใช้หลักการของการจัดหลักสูตรแบบเกลียว โดยผู้เรียนจะเพิ่มพูนความรู้จากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับสูงตามลำดับการพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละช่วงวัย หรือระดับการรู้คิด

3. การเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับผู้เรียน บริบทที่จำเป็นกับผู้เรียน และเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยอาจยึดกรอบแนวคิดบริบทตาม PISA OECD รวมทั้งนโยบายสถานศึกษา หรือประเด็นเร่งด่วนต่าง ๆ

4. ผู้เรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการพัฒนาทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะของวิชาแกน

5. กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน/โครงการ

6. เน้นการวัดผลตามสภาพจริง และการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมสะเต็มคือ โครงการหรือชิ้นงาน หรือการแก้ปัญหา

Vasques, Sneider and Comer (2013 อ้างถึงใน ปาริชาติ ประเสริฐสังข์, 2559) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะพบว่าจำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการจัดการกระทำข้อมูลอยู่แล้ว จึงเน้นการบูรณาการการปฏิบัติด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมมากกว่า การเพิ่มวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมเข้าไปในหลักสูตรของโรงเรียน โดยเสนอหลักการ 5 ข้อ ดังนี้

1. การบูรณาการระหว่าง 2 วิชาขึ้นไป เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงหลักการและความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดพื้นฐาน การนำประยุกต์ใช้ สร้างวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ร่วมกัน

2. การสร้างความสัมพันธ์ กระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการนำความรู้ใหม่ ๆ ไปประยุกต์ใช้ การสร้างคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในประเด็นนี้ เช่น “STEM เกี่ยวกับปัญหาจริงในชีวิตอย่างไร” “ประเด็นระดับท้องถิ่นหรือระดับโลกใดบ้างที่ต้องอาศัยความรู้ STEM” “นักเรียนจะมองหาอาชีพที่ดีขึ้นได้หรือไม่ หากมีความรู้และทักษะด้าน STEM”

3. ความสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความสามารถที่ต้องการในยุคของสารสนเทศ ไม่ใช่เพียงว่า คุณมีข้อมูลมากมายเท่าใด แต่ขึ้นอยู่กับว่า จะเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างไร การสร้างสมรรถนะที่สร้างสรรค์สามารถแก้ปัญหาและสื่อสารแนวคิด หลักการได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานเป็นทีม การร่วมมือกัน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์

4. สร้างความท้าทายให้แก่ผู้เรียน ความเข้าใจถึงจิตวิทยาพัฒนาการของผู้เรียน จะช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

5. การจัดเตรียมกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ แลกเปลี่ยนประสบการณ์และพัฒนาความสามารถ วิธีการเรียนรู้ที่สำคัญคือ โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาและความสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา วิธีการโครงงานเป็นฐาน เป็นวิธีการสร้างกระบวนการในการเรียนรู้ วิธีการสาธิตการเรียนรู้ของผู้เรียน วิธีการวัดและประเมินผล เพื่อสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น ควรเน้นการบูรณาการทั้ง 4 สาขาวิชา โดยต้องมีการออกแบบกิจกรรมให้มีความท้าทายแก่ผู้เรียน กิจกรรมมีความหลากหลาย เน้นกระบวนการทำงานเป็นทีม กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงาน นวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง และมีกระบวนการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวว่าการบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบ แต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามust กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว

6. ผู้แก้ปัญหามust นำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตาม ในการทำงาน ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอน โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้

ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ (2562) ได้กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากการศึกษาจะทำให้ทราบว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีขั้นตอนหลัก ๆ อยู่ 6 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถสลับไปมาให้เหมาะกับกิจกรรมการเรียนรู้ บริบทต่าง ๆ ได้ โดยในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตามแนวทางของศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ (2562) ที่มีขั้นตอน 6 ขั้นตอน และใช้ประเด็นในการศึกษาเป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่มีการให้ความสำคัญกับการคำนึงถึงผลกระทบ ข้อดีข้อเสีย ผ่าน

มุมมองทางด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านคุณธรรมและจริยธรรม ในบริบทต่าง ๆ โดยเพิ่มรายละเอียดเข้าไปในขั้นตอน ที่ 1- 3 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการระบุปัญหาโดยเลือกประเด็นปัญหาที่เป็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด ในมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์และสังคม

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด การสร้างวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การพิจารณาข้อดีและข้อเสีย และการพิจารณาด้านจริยธรรม

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

5. การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผล ดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์

ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมสถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2.2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน โดยจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงาน มากกว่าผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียนควรจะต้องประชุมปรึกษาหารือ และทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

พินิจ ชำวงษ์ (2551) ได้ให้ความหมายว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคม อันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์

Sadler and Zeidler (2003) ให้ความหมายว่า ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นทางสังคมศาสตร์ที่อธิบายประเด็นขัดแย้งทางสังคมด้วยแนวคิด กระบวนการ หรือความสัมพันธ์ทางเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ ว่า ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มักเป็นข้อถกเถียงโดยธรรมชาติ สามารถพิจารณาได้จากหลากหลายมุมมอง ไม่มีข้อสรุปง่าย ๆ เน้นความสำคัญของการพิจารณาทางศีลธรรมและจริยธรรมในการตัดสินใจ

Zeidler and Nichols (2009) กล่าวว่า ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้หัวข้อทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนา การอภิปราย และการโต้วาที ซึ่งนักเรียนจะเกิดการโต้แย้งกัน โดยธรรมชาติ แต่จะมีองค์ประกอบด้านศีลธรรม หรือด้านจริยธรรมในกระบวนการตัดสินใจ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของปัญหาเหล่านั้น

จากการศึกษาความหมายของ ความหมายของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคม ที่เกี่ยวข้องกับการใช้หัวข้อทางวิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสม และกระบวนการเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบด้านศีลธรรม หรือด้านจริยธรรมในกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของปัญหาเหล่านั้น

2. ลักษณะของประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จะต้องมึลักษณะ หรือ มีองค์ประกอบกี่ประการ และจำเป็นต้องมีครบทุกองค์ประกอบหรือไม่ แต่ได้มีนักวิชาการทางการศึกษาได้ระบุลักษณะของประเด็นปัญหาทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ (กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์, 2558) ดังนี้

Ratckiffe and Grace (2003 อ้างอิงใน กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์, 2558) ได้กล่าวถึงลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 10 ประการว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นแนวหน้า หมายถึง มีพื้นฐานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ที่ยังคงดำเนินการศึกษาวิจัยอยู่ในขั้นแนวหน้าของสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่ยังไม่รู้คำตอบ
2. เป็นการแสดงความคิดเห็นและตัดสินใจ หมายถึง มีความเกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดเห็น และมีการตัดสินใจทั้งในระดับบุคคลและระดับสังคม
3. สื่อมวลชนให้ความสนใจ หมายถึง การที่สื่อต่าง ๆ ให้ความสนใจ รายงานถึงประเด็นหนึ่ง ๆ นำเสนอเป็นหัวข้อพิเศษที่มีจุดประสงค์ในการนำเสนอเฉพาะเจาะจง
4. เป็นข้อมูลที่ยังไม่สมบูรณ์ หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้นยังอยู่ในการศึกษา ยังเป็นประเด็นที่ถกเถียงและยังหาข้อสรุปความรู้ที่ยอมรับร่วมกันยังไม่ได้
5. หลักฐานข้อมูลการรายงานทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์ หมายถึง การที่ประเด็นนั้นยังไม่สามารถสรุปหรือหาคำอธิบายได้เป็นที่แน่ชัด เนื่องจากยังขาดหลักฐานสนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
6. เป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบทั้งในระดับท้องถิ่นถึงระดับโลก หมายถึง ประเด็นนั้น ๆ ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อบุคคลหรือชุมชนในท้องถิ่นหนึ่ง ๆ เท่านั้น แต่อาจส่งผลรวมถึงทุกคนในชาติหรือระดับโลก โดยมีความเกี่ยวข้องทั้งมิติของสังคมและการเมือง
7. มีการประเมินเรื่องงบประมาณ หมายถึง ประเด็นนั้นได้รับการพิจารณาคำนวณด้านการลงทุน ผลกระทบต่าง ๆ ในเชิงตัวเลข เศรษฐกิจถึงคุณค่าและผลประโยชน์ที่จะได้รับ
8. มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การพัฒนานั้นจะคำนึงถึงผลกระทบที่ต่อเนื่องไปในรุ่นลูกหลาน ไม่จำกัดอยู่แค่ในช่วงชีวิตของคนในรุ่นปัจจุบันเท่านั้น
9. มีความเกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็น หมายถึง การพิจารณาในประเด็นนั้นจะศึกษาถึงแนวโน้มและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากผลของการตัดสินใจต่อประเด็นนั้น ๆ
10. มีความเกี่ยวข้องับเรื่องของเหตุผลคุณค่าทางจิตใจศีลธรรมและคุณธรรม หมายถึง การพิจารณาประเด็นนั้นจะไม่เพียงแต่พิจารณาข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลเชิงปริมาณเท่านั้น แต่จะพิจารณาไปถึงผลกระทบในเชิงคุณภาพ จิตใจและความเป็นมนุษย์ด้วย

Lewis (2003 อ้างถึงใน พิณิจ ขำวงษ์, 2551ข) ระบุว่า การเลือกประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนประสบความสำเร็จ ควร มีลักษณะ ดังนี้

1. ควรเลือกประเด็นที่เป็นปัจจุบัน เป็นที่สนใจของนักเรียนและมีผลกระทบต่อนักเรียน จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการค้นคว้าและอภิปรายแสดงความคิดเห็น
2. ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และจะเป็นประโยชน์มากขึ้นถ้าประเด็นดังกล่าวเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย
3. เป็นประเด็นที่ยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ โดยใช้ความรู้ ความคิดเห็น และข้อมูลที่มีอยู่ และยังทำให้นักเรียนเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป แต่เป็นคำตอบหรือทางออกที่ดีและเหมาะสมที่สุด ซึ่งได้จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่
4. เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลายด้าน ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความเกี่ยวข้องและผลกระทบของการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อชีวิตและสังคม

นอกจากนี้ ข้อสังเกตลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควร มีลักษณะดังต่อไปนี้ (Sadler and Zeidler, 2004; Sadler et al., 2007; Sadler, 2004a; Lewis, 2003 อ้างถึงใน อัครวิณ ณะปะปัด, 2558)

1. เป็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งในสังคมที่เกิดจากความเห็นที่ไม่ตรงกันมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิด วิธีการ หรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีความสัมพันธ์กันกับวิทยาศาสตร์
2. เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน นั่นคือ มีความเกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านศาสนาและศีลธรรม โดยทั่วไปมักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งระหว่างเหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับเหตุผลทางด้านศีลธรรมจรรยา เป็นไปได้ว่าความรุนแรงของปัญหาในแต่ละสังคมมีความแตกต่างกัน อาจขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางสังคม และวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ
3. เป็นประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีความชัดเจนในการแก้ปัญหาและปัญหานั้นนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางด้านสังคม และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกัน คำตอบของประเด็นดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับทัศนคติความคิดเห็นของผู้ตอบจึงทำให้ยังไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิดสำหรับประเด็นดังกล่าว

4. มักเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ ซึ่งแต่ละคนอาจตอบสนองต่อประเด็นนั้น ๆ แตกต่างกันอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิด สังคม และวัฒนธรรม

5. เป็นประเด็นที่ไม่กำหนดหรือให้ทราบมาก่อนล่วงหน้า นักเรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องไม่รู้ทั้งหมดหรือไม่มีความรู้มาก่อนที่จะตัดสินใจ

6. เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้รู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง และเห็นความมีอยู่จริงและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูงและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการกับการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในสังคม

Eilks and Mark (2009) ได้เสนอแนวทางในการเลือกหัวข้อประเด็นปัญหาทางสังคมไว้ว่า ควรเป็นปัญหาที่แท้จริง ปัญหาปัจจุบันและข้อขัดแย้งที่กำลังถกเถียงกันในสังคม หัวข้อเหล่านี้ต้องนำเสนอในแหล่งสื่อต่าง ๆ เช่น บทความในหนังสือพิมพ์ โฆษณา รายงานทางทีวี ประเด็นที่อนุญาตให้มีกระบวนการตัดสินใจแบบเปิดเท่านั้น กิจกรรมการสอนท้าทายให้นักเรียนตัดสินใจเองและแสดงความคิดเห็นในแบบเปิด และเป็นประเด็นที่อนุญาตให้มีความเห็นแตกต่างอย่างแท้จริง ซึ่งแสดงในการอภิปรายสาธารณะโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหรือกลุ่มคนที่แตกต่างกันเท่านั้นที่จะถูกเลือก ประเด็นที่ไม่เหมาะสมคือประเด็นที่อนุญาตให้มีความเห็นเพียงด้านเดียวหรือประเด็นที่คนส่วนใหญ่ในชั้นเรียน ครู หรือผู้ปกครองมองว่าไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรม หรือสังคมวิทยา

โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดหรือเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์ได้ดึงดูดความสนใจของชาติในช่วงที่ผ่านมา (Sadler, 2004b) เช่น การโคลนนิ่ง สเต็มเซลล์ โครงการจีโนม ภาวะโลกร้อน เชื้อเพลิงทางเลือก (Herman et al., 2018) การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ไฮโดรฟรอนด์ การนำพืชและสัตว์กลับคืนสู่ชุมชนทางธรรมชาติ (Sadler) อาหารดัดแปลงพันธุกรรม การสูญเสียโอโซน และพลังงานนิวเคลียร์

จากการศึกษา สรุปได้ว่า ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีผลกระทบในหลายด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านศาสนาและศีลธรรม ยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน และมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องของเหตุผล คุณค่าทางจิตใจ ศีลธรรม และคุณธรรม เช่น การโคลนนิ่ง สเต็มเซลล์ โครงการจีโนม ภาวะโลกร้อน เชื้อเพลิงทางเลือก เป็นต้น

3. ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

พินิจ ขำวงษ์ (2551ข) ได้กล่าวว่า ข้อดีของการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน มีดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการตัดสินใจและลงความเห็น ทักษะในการอภิปรายอย่างเห็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน ทักษะการตีความ และทักษะการคิดขั้นสูง

2. ช่วยสร้างความเข้าใจในทัศนทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้า หาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการอภิปราย และให้เหตุผล

3. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

Lewis;Sadler;Sadler and Zeidler;and Zeidler et al.. (Lewis, 2003, Sadler, 2004, Sadler and Zeidler, 2009, and Zeidler et al., 2010 อ้างถึงใน ญัฐวัตร อ้ายแก้ว, 2563) สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เช่น ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการระบุปัญหา ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น ความสามารถในการอภิปรายอย่างเห็นเหตุเป็นผล โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์ ในการตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่า และความน่าเชื่อถือของข้อมูล และข่าวสารที่มีอยู่ เสริมสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา

2. สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และตระหนักถึงผลกระทบจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการเมือง และด้านสังคม ซึ่งมีอิทธิพลทางสังคม และวัฒนธรรม ซึ่งส่งผลต่อการตีความหมายและการยอมรับหรือไม่ยอมรับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. พัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และด้านจิตวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะนำประสบการณ์จากการเรียนมาผนวกกับความรู้ เจตคติ และนำประสบการณ์เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทของปัญหาที่แตกต่างกันอนาคตได้

4. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ภายใต้ข้อกำหนดทางสังคมได้

5. มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน และทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิธีการโต้แย้งในประเด็นที่เป็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีผลต่อการดำรงชีวิต เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวยังไม่สามารถที่จะแก้ไขปัญหาได้ทั้งหมด โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศีลธรรม การเมือง สังคม และเศรษฐกิจ ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องราวจากประเด็นต่าง ๆ ในสังคมเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตในสังคมในอนาคตต่อไป

จากการศึกษา สรุปได้ว่า ข้อดีของการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงผลกระทบจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการเมือง และด้านสังคม ซึ่งมีอิทธิพลทางสังคม และวัฒนธรรม รับรู้เรื่องราวจากประเด็นต่าง ๆ ในสังคม และสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคตภายใต้ข้อกำหนดทางสังคม ศีลธรรม การเมือง สังคม และเศรษฐกิจ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

พรสวรรค์ สองแคว (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รั้วกษัตริย์ ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รั้วกษัตริย์ ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รั้วกษัตริย์ ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า 1. หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รั้วกษัตริย์ ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 79.21/76.30 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2. ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รั้วกษัตริย์ ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า 2.1) นักเรียนตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

อธิบายผลการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงาน ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 2.2) นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 2.3) นักเรียนมีผลการประเมินกระบวนการสร้างชิ้นงานจากหน่วยการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

รักษ์ศิริ จิตอารี และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบฯ และ 3) เพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบฯ 3.1) เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น 3.2) ศึกษากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ชั้น 2) รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$, $SD.=0.55$) 3) ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแยกเป็นรายด้าน ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นาริมะห์ วาโต และคณะ (2566) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) เปรียบเทียบความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ และ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด

สะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 องค์ประกอบคือ 1. หลักการ 2. วัตถุประสงค์ 3. สารการเรียนรู้ 4. กระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5. สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 6. การวัดและประเมินผล โดยมีผลการประเมินภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก 2) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสรุปผลได้ว่ารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้สูงขึ้นได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Zeidler and Nichols (2009) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้ตัวอย่างการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) 3 ตัวอย่าง ในห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ วิทยาศาสตร์โลก (การแทนที่ด้วยทรายชายหาด) วิทยาศาสตร์เพื่อชีวิต (การล่าแมงน้ำของแคนาดา) และวิทยาศาสตร์กายภาพ (การจำกัดความเร็ว) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับประถมศึกษาของครูผู้สอน และผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ ในขณะที่เข้าร่วมกิจกรรม นักเรียนเริ่มแสดงความรู้สึกผิดชอบชั่วดีเกี่ยวกับปัญหาความยุติธรรมทางสังคมอีกด้วย

Sole (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Rahayu et al. (2022) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเว็บไซต์ eLSMAWAR เรื่องวัสดูปิโตรเลียม ที่มีผลต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ร่วมกับเว็บไซต์ eLSMAWAR เรื่อง วัสดูปิโตรเลียม ที่มีผลต่อการจัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในช่วงการระบาด

ของ Covid-19 โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (R&D) ซึ่งอ้างอิงถึงรูปแบบการพัฒนาของ Borg and Gall ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ร่วมกับเว็บไซต์ eLSMAWAR สามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาการ
เรอกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน
ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนจุน 2
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10
โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียน 100 คน

ตาราง 4 แสดงจำนวนนักเรียนกลุ่มโรงเรียนจุน 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาพะเยา เขต 2 ปีการศึกษา 2566

ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (คน)
โรงเรียนบ้านรองแมต	17
โรงเรียนบ้านสันหลวง	4
โรงเรียนบ้านน้ำจุน	10
โรงเรียนชุมชนบ้านห้วยจ้าว	13
โรงเรียนบ้านห้วยไคร้	5
โรงเรียนบ้านพวงพะยอม	12

ตาราง 4 (ต่อ)

ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (คน)
โรงเรียนบ้านเวียงล่อ	5
โรงเรียนบ้านสักท่ง	13
โรงเรียนบ้านสักล่อ	13
โรงเรียนบ้านศรีเมืองชุม	8
รวม	100

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยใช้ห้องเรียนของแต่ละโรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างพิจารณาจากขนาดประชากรตามเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์ในการประมาณกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากร

จำนวนประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
หลักร้อย	15-30 %
หลักพัน	10-15 %
หลักหมื่น	5-10 %

ที่มา: บุญชุม ศรีสะอาด, 2535 และ ยุทธ ไกรวรรณ, 2546

โดยผู้วิจัยกำหนดสัดส่วนของประชากรเท่ากับ 30% เนื่องจากจำนวนประชากรมีแน่นอน และมีจำนวนหลักร้อย ควรใช้ขนาดตัวอย่าง 15-30 % กำหนดสัดส่วนความคลาดเคลื่อนที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้เท่ากับ 0.50 และกำหนดระดับความมั่นใจเท่ากับ 95% จากการคำนวณ พบว่าได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 30 คน

จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน ประกอบไปด้วย

- 1) นักเรียนโรงเรียนบ้านเวียงล่อ จำนวน 5 คน
- 2) นักเรียนโรงเรียนบ้านน้ำจุน จำนวน 10 คน
- 3) นักเรียนโรงเรียนบ้านร่องแมต จำนวน 17 คน

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ณ ห้องเรียนของโรงเรียนทั้ง 3 โรงเรียน ทำการจัดการเรียนการสอนแยกตามตารางเรียนปกติของนักเรียนในแต่ละโรงเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เดียวกัน และจัดบรรยากาศชั้นเรียนให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกลุ่มเดียว มีการเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน (One group Pre-test Post-test Design)



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง

2. แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ที่สร้างตามกรอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์เพื่อตอบจุดประสงค์ของการวิจัย โดยข้อสอบจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) บริบท 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะข้อสอบมี 3 รูปแบบ คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก, ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน และข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 15 ข้อ

3. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 15 ข้อ สร้างตามกรอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 โดยใช้แบบสอบถาม และประเมินเจตคติใน 3 ด้าน ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ด้านละ 5 ข้อ

2. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ รวมเวลา 14 ชั่วโมง

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

2.1.2 ศึกษาเนื้อหาบทเรียน รายวิชาพื้นฐาน (ว 16101) เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก และจัดแบ่งเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 6 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร	5
2	ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจก	4
3	แนวทางการลดแก๊สเรือนกระจก	5

2.1.3 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามแนวทางของศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ (2562) และได้เพิ่มหัวข้อประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เข้าไปในขั้นตอนที่ 1-3 ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาทางสังคม มุมมองทางสังคมและทางด้านจริยธรรม ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ๆ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) (การระบุปัญหาที่เป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (SSI))

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) (มุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์และสังคม ข้อจำกัดและข้อจำกัด)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) (การสร้างวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การพิจารณาข้อดีและข้อเสีย การพิจารณาด้านจริยธรรม)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนา
นวัตกรรม (Presentation)

2.1.4 ศึกษาประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง
ปรากฏการณ์เรือนกระจก ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1.5 เลือกสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาปรากฏการณ์เรือน
กระจก และทำการวิเคราะห์เนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ
คณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง ซึ่ง
แต่ละแผนมีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้
- 2) ตัวชี้วัด
- 3) สาระสำคัญ
- 4) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 5) สาระการเรียนรู้
- 6) กรอบแนวคิดบูรณาการ STEM
- 7) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหา

ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

- 7.1) ชั้นระบุปัญหา
- 7.2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 7.3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 7.4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 7.5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง
- 7.6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนา

นวัตกรรม

- 7.8) สื่อและแหล่งการเรียนรู้
- 7.9) การวัดผลประเมินผล
- 7.10) บันทึกผลหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 7 แสดงการบูรณาการเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

แผนที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	เวลา	
	เรียนรู้	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์ (ชม.)	
1	ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร	<p>วิทยาศาสตร์</p> <p>1. การเลือกใช้เครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน</p> <p>2. การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล</p> <p>3. การสืบค้นข้อมูล</p> <p>4. การสืบค้นข้อมูล</p> <p>5. การสืบค้นข้อมูล</p>	<p>วิศวกรรมศาสตร์</p> <p>กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>1. แผนภูมิขั้นระบุปัญหา</p> <p>2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง</p> <p>3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา</p> <p>4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง</p> <p>6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม</p>	5

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	เวลา
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์ (ชม.)
2	ผลของปรากฏการณ์เรือนกระจก	<p>1. เทคโนโลยีที่ใช้ในการกระบวนกรออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>1) ชั้นระบุปัญหา</p> <p>2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง</p> <p>3) ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>4) ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>5) ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง</p> <p>6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนาวัตกรรม</p>	- 4

ตาราง 7 ต่อ)

แผนที่	เนื้อหา				เวลา	
	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์		
3	แนวทางการลดแก๊สเรือนกระจก	ปรากฏการณ์เรือนกระจกในธรรมชาติที่เหมาะสมจะส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยบนโลกเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ แต่หากมีแก๊สเรือนกระจกมากเกินไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศโลก และส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต	1. เทคโนโลยีที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 1) ชีวระบุปัญหา 2) ชีวรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ชีวออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชีววางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ชีวทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม	1. การคำนวณ	5

2.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล 1 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบความถูกต้อง ชี้แนะข้อบกพร่อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.1.9 ผลการพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 0.67–1.00

2.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.11 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 3 แผน และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จากเอกสารงานวิจัย รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

2.2.2 ศึกษาตัวอย่างข้อสอบ PISA ใน PISA Thailand และ OECD

2.2.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ว่ามีรูปแบบข้อสอบรูปแบบใด และมีลักษณะของข้อสอบอย่างไร

2.2.4 ศึกษาสถานการณ์ในบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง ปรัชญาการณเรื่อนกระจัก โดยจะเน้นไปที่บริบทในระดับบุคคล สังคม และระดับโลกที่ใกล้ตัวผู้เรียน

2.2.5 ออกแบบโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีเนื้อหาการประเมินครอบคลุม 3 องค์ประกอบ และกำหนดตามตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีรูปแบบข้อสอบ ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ



ตาราง 8 แสดงลักษณะข้อสอบและจำนวนข้อสอบของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบข้อสอบ (ข้อ)					ข้อสอบ ทั้งหมด
	เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบ	
	บุคคล ท้องถิ่น/ ชาติ	โลก	บุคคล ท้องถิ่น/ ชาติ	โลก	บุคคล ท้องถิ่น/ ชาติ	
การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์		1		1	1	3
	ความรู้ด้านเนื้อหา					
	ความรู้ด้านกระบวนการ	1				1
	ความรู้เกี่ยวกับการได้มา ของความรู้		1			1
	รวม	2		1	2	5
การประเมินและ ออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์						0
	ความรู้ด้านเนื้อหา					
	ความรู้ด้านกระบวนการ	1			1	2
	ความรู้เกี่ยวกับการได้มา ของความรู้		1			1
	รวม	2	2		1	5

ตาราง 8 (ต่อ)

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบข้อสอบ (ข้อ)					ข้อสอบ ทั้งหมด
	เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบ	
	บุคคล ท้องถิ่น/ ชาติ	โลก	บุคคล ท้องถิ่น/ ชาติ	โลก			บุคคล ท้องถิ่น/ ชาติ	โลก
การแปลความหมาย ข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์	1		1			1
					1	2
			1	1		2
รวม	2	2	2	5	1	5
รวมทั้งหมด	6	5	4	15		

2.2.6 สร้างแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามกรอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ PISA 2015 จำนวน 15 ข้อ โดยผู้วิจัยจะสร้างแบบทดสอบเป็นจำนวน 2 เทาของข้อสอบที่ต้องการใช้ โดยผู้วิจัยได้ปรับระดับข้อสอบให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เกณฑ์การแปลผลระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ร้อยละ 87.00 ขึ้นไป	เท่ากับ	ระดับ 6
ร้อยละ 75.00 ถึง 86.99	เท่ากับ	ระดับ 5
ร้อยละ 62.00 ถึง 74.99	เท่ากับ	ระดับ 4
ร้อยละ 50.00 ถึง 61.99	เท่ากับ	ระดับ 3
ร้อยละ 37.00 ถึง 49.99	เท่ากับ	ระดับ 2
ร้อยละ 25.00 ถึง 36.99	เท่ากับ	ระดับ 1

เกณฑ์ระดับพื้นฐาน คือ ระดับ 2

2.2.7 นำแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำข้อสอบไปปรับปรุง และแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2.8 นำแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของภาษา ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล 1 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน

2.2.9 ตรวจสอบความถูกต้องและความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) เป็นรายข้อ หากข้อนั้นมีค่าความตรงเชิงเนื้อหามากกว่า 0.50 ถือว่าสามารถนำไปใช้ได้ แต่หากข้อสอบนั้นมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาต่ำกว่า 0.50 ข้อสอบนั้นจะถูกตัดออกไปหรือต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.10 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา พบว่า มีข้อสอบที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา สูงกว่า 0.50 ทั้ง 30 ข้อ

2.2.11 คัดเลือกแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ ให้ครอบคลุมกรอบการประเมินทั้ง 3 สมรรถนะ โดยจำแนกเป็น ข้อสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ

ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ และข้อสอบเขียนตอบอิสระ จำนวน 4 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ

2.2.12 นำแบบทดสอบใช้กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มโรงเรียนจุน 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพะเยา เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจกมาแล้ว รวมจำนวน 34 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.13 วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของข้อสอบปรนัยเพื่อหาค่าความยาก โดยใช้เกณฑ์ค่าความยาก (P) ระหว่าง 0.20–0.80 และหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.20 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 18 ข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 15 ข้อ ที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ โดยตัดข้อที่มีลักษณะข้อสอบที่ซ้ำกันจำนวน 3 ข้อ ซึ่งข้อสอบที่คัดเลือกมีค่าความยาก (P) อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.30–0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ ซึ่งข้อสอบที่คัดเลือกมีค่า r ตั้งแต่ 0.20–0.60 และข้อสอบอัตนัยมีดัชนีค่าความยาก (IDiff) อยู่ระหว่าง 0.50–0.64 มีดัชนีค่าอำนาจจำแนก (IDisc) อยู่ระหว่าง 0.29–0.79 และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.79

2.2.14 จัดทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับสมบูรณ์

2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากเอกสารงานวิจัย รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

2.3.2 ศึกษาการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามรูปแบบของ Likert รวมทั้งศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.3.3 กำหนดคุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสร้างแบบวัด ซึ่งให้ครอบคลุมหัวข้อ 3 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ได้แก่ 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ 2) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีทั้งหมด 15 ข้อ จำแนกออกเป็น ด้านละ 5 ข้อ

2.3.4 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อความ ให้สอดคล้องกับพฤติกรรม 3 ด้าน ที่ต้องการวัด โดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงข้อความและระดับมาตราส่วนประมาณค่าของแบบวัดเจตคติต่อ

วิทยาศาสตร์		
ข้อความ	เชิงนิมิต	เชิงนิเสธ
เห็นด้วย	3	1
ไม่แน่ใจ	2	2
ไม่เห็นด้วย	1	3

การแปลผล ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระดับเจตคติเป็น 3 ระดับ โดยมีความกว้างของชั้น (วิเชียร เกตุสิงห์, 2538) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความกว้างของชั้น} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ &= \frac{3 - 1}{3} \\ &= 0.66 \end{aligned}$$

คะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.00 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 1.67 – 2.33 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.66 หมายถึง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย

2.3.5 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล 1 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความนั้นสามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านนั้นได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นสามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านนั้นได้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความนั้นไม่สามารถวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านนั้น

ได้

2.3.6 นำผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกข้อที่ได้คะแนน 0.50 ขึ้น ได้ข้อความที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 16 ข้อ มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3.7 คัดเลือกข้อความวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งเป็นด้านละ 5 ข้อ พบว่าแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.71

2.3.8 จัดทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับจริง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนบอกจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก จำนวน 3 แผน กับกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลา 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
4. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยเป็นแบบทดสอบและแบบวัดชุดเดียวกันกับแบบฉบับก่อนเรียน
5. นำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ความเหมาะสม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรัชญาการณเริอนกระจก จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้

2. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

3. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

4. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบที (Dependent t-test)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนข้อมูล

1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน	คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาสาระข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ คำนวณได้จากสูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ΣR แทน คะแนนรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าความยากของข้อสอบโดยใช้สูตร

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

เมื่อ P แทน ความยากง่ายของข้อสอบ

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

$$\text{หรือ } r = \frac{R_H - R_L}{N_L}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.4 หาดัชนีค่าความยาก (IDiff) โดยใช้สูตรของ Scannell and Tracy (1975 อ้างถึงใน สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2547)

$$IDiff = \frac{S_H + S_L - [(n_T)X_{min}]}{n_T(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	IDiff	แทน	ดัชนีความยาก (Difficulty Index)
	S_H	แทน	คะแนนรวมรายชื่อของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
	S_L	แทน	คะแนนรวมรายชื่อของกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
	n_T	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ผู้เข้าสอบทำได้
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ผู้เข้าสอบทำได้

2.5 หาดัชนีค่าอำนาจจำแนก (IDisc) โดยใช้สูตรของ Scannell and Tracy (1975 อ้างถึงใน สุพัฒน์ สุกมลสันต์, 2547)

$$IDisc = \frac{S_H - S_L}{n_H(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	IDisc	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index)
สูง	S_H	แทน	คะแนนรวมรายชื่อของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
	S_L	แทน	คะแนนรวมรายชื่อของกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
ต่ำ	n_H	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบที่อยู่ในกลุ่มสูง
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ผู้เข้าสอบทำได้
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ผู้เข้าสอบทำได้

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2545) ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
-------	----------	-----	---------------------------

n	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียน – หลังเรียน

โดยการทดสอบที่ (t- test) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าอัตราส่วนวิกฤติ
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (จำนวนคู่)



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก

2. การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก

การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก

1. การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก รายละเอียดดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

รายการ	คะแนน	\bar{X}	S.D.	ร้อยละค่าเฉลี่ย	แปลผล	ร้อยละของผลต่างค่าเฉลี่ย
สมรรถนะที่ 1 ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์						
ก่อนเรียน	10	5.13	1.93	51.30	ระดับ 3	15.30
หลังเรียน	10	6.66	2.09	66.60	ระดับ 4	
สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						
ก่อนเรียน	10	3.38	2.14	33.80	ระดับ 1	15.00
หลังเรียน	10	4.88	1.77	48.80	ระดับ 2	
สมรรถนะที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์						
ก่อนเรียน	10	5.16	1.46	51.60	ระดับ 3	10.00
หลังเรียน	10	6.16	1.32	61.60	ระดับ 3	
ภาพรวมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์						
ก่อนเรียน	30	13.66	3.39	45.53	ระดับ 2	13.43
หลังเรียน	30	17.69	3.35	58.97	ระดับ 3	

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 58.97 ($\bar{X}= 17.69$, S.D.= 3.35) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 2 และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 45.53 ($\bar{X}=13.66$, S.D.= 3.39) เมื่อพิจารณารายสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นไปมากที่สุด โดยหลังเรียนอยู่ในระดับ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 66.60 ($\bar{X}= 6.66$, S.D.= 2.09) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 51.30 ($\bar{X}= 5.13$, S.D.= 1.93) รองลงมาคือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยหลังเรียนอยู่ในระดับ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 48.80 ($\bar{X}= 4.88$, S.D.= 1.77) สูง

กว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.80 ($\bar{X}= 3.38$, S.D.= 2.14) และสมรรถนะที่มีคะแนนเฉลี่ยการพัฒนาที่น้อยที่สุดคือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 61.60 ($\bar{X}= 6.16$, S.D.= 1.32) และก่อนเรียนอยู่ในระดับ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 51.60 ($\bar{X}= 5.16$, S.D.= 1.46)

2. การศึกษาการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก รายละเอียดดังตาราง 11 ตาราง 11 แสดงผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	N	\bar{X}	S.D.	ระดับ	ร้อยละของผลต่างค่าเฉลี่ย
ความสนใจในวิทยาศาสตร์					
ก่อนเรียน	32	2.30	0.26	ปานกลาง	4.00
หลังเรียน	32	2.42	0.28	มาก	
การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้					
ก่อนเรียน	32	2.31	0.30	ปานกลาง	6.00
หลังเรียน	32	2.49	0.27	มาก	
ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม					
ก่อนเรียน	32	2.34	0.29	มาก	9.67
หลังเรียน	32	2.63	0.33	มาก	
ภาพรวมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์					
ก่อนเรียน	32	2.31	0.16	ปานกลาง	7.00
หลังเรียน	32	2.51	0.19	มาก	

จากตาราง 11 สรุปได้ว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังเรียนในระดับมาก ($\bar{X}=2.51$, S.D.= 0.19) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}= 2.31$, S.D.= 0.16) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านความตระหนัก

ถึงสิ่งแวดลอมสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นร้อยละ 9.67 โดยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.63 , S.D. = 0.33) สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนที่อยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.34 , S.D. = 0.29) รองลงมาคือ ด้านการให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สูงขึ้นร้อยละ 6.00 โดยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.49 , S.D. = 0.27) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} = 2.31 , S.D. = 0.30) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นร้อยละ 4.00 โดยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.42 , S.D. = 0.28) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} = 2.30 , S.D. = 0.26)

การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

1. การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก รายละเอียดดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดลอง	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	T	df	P
ก่อนเรียน	32	30	13.66	3.39	9.09	31	0.01*
หลังเรียน	32	30	17.69	3.35			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน (\bar{X} = 17.69, S.D. = 3.35) สูงกว่าก่อนเรียน (\bar{X} = 13.66, S.D. = 3.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก รายละเอียดดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

การทดลอง	N	\bar{X}	S.D.	t	df	P
ก่อนเรียน	32	2.31	0.16	12.61	31	0.01*
หลังเรียน	32	2.51	0.19			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 2.51$, S.D. = 0.19) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 2.31$, S.D. = 0.16) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จากองค์ประกอบทั้ง 3 ซึ่งได้แก่ บริบท ความรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่ง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจกสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้

บทที่ 5

อภิปรายผล

การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปრაกฏการณ์เรือนกระจก มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

1.1) นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยรวมหลังเรียนอยู่ในระดับ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 58.97 (\bar{X} = 17.69 , S.D. = 3.35) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 2 และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 45.53 (\bar{X} = 13.66, S.D. = 3.39) เมื่อพิจารณารายสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงชันมากที่สุด โดยหลังเรียนอยู่ในระดับ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 66.60 (\bar{X} = 6.66 , S.D. = 2.09) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 51.30 (\bar{X} = 5.13 , S.D. = 1.93) รองลงมาคือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยหลังเรียนอยู่ในระดับ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 48.80 (\bar{X} = 4.88 , S.D. = 1.77) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.80 (\bar{X} = 3.38 , S.D. = 2.14) และสมรรถนะที่มีคะแนนเฉลี่ยการพัฒนาน้อยที่สุดคือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 61.60 (\bar{X} = 6.16 , S.D. = 1.32) และก่อนเรียนอยู่ในระดับ 3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 51.60 (\bar{X} = 5.16 , S.D. = 1.46)

1.2) นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังเรียนในระดับมาก (\bar{X} = 2.51, S.D. = 0.19) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} = 2.31, S.D. = 0.16) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยสูงชันร้อยละ 9.67 โดยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.63 , S.D. = 0.33) สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนที่อยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.34 , S.D. = 0.29) รองลงมาคือ ด้านการให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ สูงชันร้อยละ 6.00 โดยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.49 , S.D. = 0.27) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} = 2.31 , S.D. = 0.30) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ สูงชันร้อยละ 4.00 โดยหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 2.42 , S.D. = 0.28) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง (\bar{X} = 2.30 , S.D. = 0.26)

2. ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

2.1) นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน (\bar{X} = 17.69, S.D. = 3.35) สูงกว่าก่อนเรียน (\bar{X} = 13.66, S.D. = 3.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.2) นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน (\bar{X} = 2.51, S.D. = 0.19) สูงกว่าก่อนเรียน (\bar{X} = 2.31, S.D. = 0.16) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

2. การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ภาพรวมก่อนเรียนอยู่ในระดับ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้

วิทยาศาสตร์และสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดีความข้อมูล และตั้งปัญหาเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่ายในสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561; จตุรภัทร มาศโสภิตา, 2564) และหลังเรียนนักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ภาพรวมอยู่ในระดับ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น เพื่อระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ หรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย และสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และเมื่อพิจารณาถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะ พบว่า

1. สมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นมาากที่สุด เนื่องมาจากนักเรียนจะถูกฝึกฝนให้เกิดสมรรถนะนี้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 6 ชี้แนะเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการสร้างนวัตกรรม ซึ่งในขั้นตอนนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล ผลการสร้างและผลการทดสอบชิ้นงาน เช่น ข้อมูล ตาราง หรือกราฟ มาสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลในเชิงวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยง่าย และได้รับข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะนี้รองลงมา โดยนักเรียนจะถูกฝึกฝนให้เกิดสมรรถนะนี้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1 ชั้นระบุปัญหา ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงการระบุปัญหาจากประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์การณ์เรื้อรัง และในขั้นตอนที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องขั้นนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประเมินความเป็นไปได้ และข้อดีข้อจำกัดของแต่ละแนวทางเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่เนื่องจากขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้มีเวลาไม่เพียงพอต่อการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ส่งผลต่อการประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละแนวทางตามไปด้วย จึงทำให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนพฤติกรรมในขั้นตอนนี้ลดลง

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการพัฒนาน้อยที่สุด โดยนักเรียนจะได้รับการฝึกฝนให้เกิดสมรรถนะผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 ขึ้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาออกแบบแบบจำลองภายใต้ข้อจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนดให้ ขั้นตอนที่ 4 ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องกำหนดลำดับขั้นตอนการสร้างแบบจำลองหรือชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างแบบจำลองตามที่ออกแบบไว้ และขั้นตอนที่ 5 ขึ้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง โดยในขั้นตอนนี้นักเรียนได้ทำการทดสอบแบบจำลองหรือชิ้นงาน วิเคราะห์ผล แปลความหมายข้อมูลโดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และสรุปผลการใช้แบบจำลอง แต่จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 4 และ 5 พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถแปลงข้อมูลจากการทดลองไปยังรูปแบบอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากเวลาไม่เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมทั้ง 2 ขั้นตอน จึงส่งผลให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนสมรรถนะนี้น้อยที่สุด

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก นักเรียนมีระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะ อยู่ในระดับ 2 (ระดับพื้นฐาน) ขึ้นไป สอดคล้องกับพัทธดนย์ อุดมสันธิ (2560) ที่สรุปว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมในแต่ละสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

2. การศึกษาการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ในภาพรวมหลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=2.51$, S.D.= 0.19) สูงกว่าก่อนเรียนที่อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.31$, S.D.= 0.16) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า

1. นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมสูงสุด ซึ่งอาจเนื่องมาจากหัวข้อประเด็นปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในด้านสิ่งแวดล้อม นั่นก็คือ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยหัวข้อครอบคลุมทั้งการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงขึ้น และแนวทางการลดแก๊สเรือนกระจก ซึ่งเมื่อจัดกิจกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นให้นักเรียนศึกษาสภาพปัญหา ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ออกแบบและสร้างชิ้นงาน หรือนวัตกรรมในการแก้ไขปัญหา ยิ่งส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงสภาพของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นในด้านต่าง ๆ ในมุมมองที่

หลากหลาย รวมถึงมุมมองด้านสังคมและวัฒนธรรม ผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนและลงข้อสรุปภายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับ จตุรภัทร มาศโสภา (2564) ที่สรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีจิตสำนึกต่อสังคม ใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างมีความหมาย

2. รองลงมาคือ ด้านการให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ที่นักเรียนมีการพัฒนาในด้านนี้รองลงมา เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองหรือแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ (อภิชาติ พยัคฆิน, 2564) เห็นความสำคัญของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนมีการพัฒนาในด้านนี้น้อยที่สุด เนื่องจากบริบทสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยคัดเลือกเป็นบริบทที่เป็นปัญหาค่อนข้างไกลตัวนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับ แสงแก้ว พานจันทร์ (2562) ที่พบว่าการเลือกประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และสนใจในวิทยาศาสตร์ได้นั้น ควรเป็นประเด็นปัญหาในปัจจุบันที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ง่าย และเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนเป็นอย่างมาก

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก นักเรียนมีการพัฒนาด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมาก สอดคล้องกับ ณัฐธิดา นาคเสน และคณะ (2563) ที่สรุปว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้น ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี มีทัศนคติทางบวกต่อการจัดการเรียนรู้ กระตือรือร้นในการเรียน มีความสุขภาคภูมิใจในชิ้นงาน และมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้

การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียด ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 17.69$, S.D. = 3.35) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 13.66$, S.D. = 3.39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เน้นฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิจิตคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ และนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง (มนตรี จุฬาวัดมณฑล, 2556) ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ สามารถประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และยังสามารถใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนสิ่งที่ได้ค้นพบในกิจกรรมได้ (อภิชาติ พยัคชิน, 2564) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นะริมะห์ วาโด (นาริมะห์ วาโด) ที่ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสมรรถนะทั้ง 3 ด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

2. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 2.51$, S.D. = 0.19) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 2.31$, S.D. = 0.16) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น มีจุดเริ่มต้นมาจากการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริง หรือเป็นเรื่องราวที่นักเรียนให้ความสนใจ มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ (ชวนพิศ คณะพัฒน์ et al.,

2559) ซึ่งเห็นได้จากการแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแสดงออกถึงความตระหนักในผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมที่อาจเกิดขึ้นได้ (นาริมะห์ วาโต, 2566) สอดคล้องกับ ดุสิต ทองสุขนอก และณัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน (2565) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องโยเกิร์ตข้าว พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. ในขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และสร้างชิ้นงาน ครูผู้สอนควรให้เวลาในขั้นตอนนี้เพิ่มขึ้น และเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ให้นักเรียนอย่างครบถ้วนและหลากหลายตามที่นักเรียนกำหนดในใบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานได้อย่างสมบูรณ์ตามที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม
2. ควรให้เวลาสำหรับให้นักเรียนได้สืบค้นอย่างเพียงพอ เนื่องจากหากนักเรียนขาดข้อมูลที่ครบถ้วนและหลากหลาย จะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาตามบริบทของท้องถิ่นของนักเรียน ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยการให้นักเรียนสืบค้น หรือระดมความคิดเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่พบในท้องถิ่น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ นอกจากการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนต่อไป เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการโต้แย้ง ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับผู้เรียน ต่อไป



บรรณานุกรม

กมลวรรณ ก้นยาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะไรศตวรรษที่

21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 26(2), 1-9.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). **แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2566 ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). **ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท ชัคเซลพับลิเคชั่น จำกัด.

จตุรภัทร มาศโสภา. (2564). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

จินดาพร หมวกหมื่นไวย. (2560). **ปรับกิจกรรมเก่าให้เข้ากับเทรนสะเต็ม. นิตยสาร สสวท**, 45, 50-53.

จุฑาทิพย์ คำดีด. (2557). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง มลพิษสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ชญาดา จอมทะรัญ. (2562). **การพัฒนาหลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

- ชวนพิศ คณะพัฒน์, อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, มนัส บุญประกอบ และประสงค์ เมธีพินิตกุล. (2559). ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาทางและการวิพากษ์วิจารณ์ทางสังคมและแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. **วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ**, 6(11), 67–80.
- ชาคริต ดิลกโคภณ. (2565). การรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ด้วยแผนที่ประเทศไทย โดยใช้โปรแกรมทาโบลัว. **วารสารการทดสอบและการประเมินทางการศึกษาระดับชาติ**, 3(2), 1–11.
- ณัฐธิดา นาคเสน, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 43(2), 31–42.
- ณัฐวัตร อ้ายแก้ว. (2563). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- คูสิต ทองสุขนอก และณัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง โยเกิร์ตข้าว. **วารสาร บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร**, 19(84), 128–138.
- ธนวรรธน์ เหง้าดา, ศศิเทพ ปติพรเทพิน, ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2565). สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 45(2), 53–68.
- ธารทิพย์ ช้วนา และขวัญชัย ช้วนา. (2562). สะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่ทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21. **วารสารบัณฑิตศึกษา**, 16(73), 1–12.
- นาริมาห์ วาโด. (2566). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **Journal of Roi Kaensarn Academi**, 8(5), 389–403.

- บัณฑิตา อินสมบัติ, สิทธิพร ปานาวงษ์ และอนงค์นาถ ยิ้มช้าง. (2560). การยกระดับคุณภาพผู้เรียนจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) โรงเรียนขนาดเล็กสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์. **วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์**, 12(34), 39-50.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 2(3), 99-105.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2559). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. **วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์**, 3(3), 129-140.
- พรสวัสดิ์ สองแคว. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- พรสวัสดิ์ สองแคว และอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 19(3), 210-224.
- พัทธดนย์ อุดมสันติ. (2560). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนูปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- พิชิต ฤทธิจรรณ. (2545). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์รี่มีสท์.
- พินิจ ขำวงษ์. (2551ข). **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิรุณ ไพรสนธิ และดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ. (2551). การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้ เพื่อยกระดับการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. **วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา**, 9(2), 739-752.
- ภาคภูมิ พุ่มพวง. (2562). **ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาพสมดุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัย

นเรศวร, พิษณุโลก.

มนตรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). *นิตยสาร สสวท.*, 42, 14–18.

รักษ์ศิริ จิตอารี. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

รักษ์ศิริ จิตอารี, วิจิตร อุดอ้าย และวารินทร์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 203–213.

วรรณงาม มาระคลอง. (2553). การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโนนม่วง จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศิริพร ศรีจันทร์, พีรภัฏ รุ่งสัทธรรม และประดิษฐ์ วิชัย. (2562). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้. *วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 6(1), 157–178.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล. (2545). การศึกษาลักษณะความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นที่นฐาน (O-NET)*. <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015*

วิทยาศาสตร์การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ชัคเซสพับลิเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022. <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>

สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มจร, 10(2), 13-34.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย: การพัฒนาและภาวะถดถอย (พิมพ์ครั้งที่ 1). สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิซ.

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(186), 3-5.

สุมินตรา จินเมือง. (2564). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

แสงแก้ว พานจันทร์. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

อภิชาติ พัยคชิน. (2564). การเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 12(2), 128-139.

อัศวิน ณะนะปัด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยงานการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพะเยา
UNIVERSITY OF PHAYAO

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ลือชา ลดาชาติ อาจารย์ประจำสาขาวิชา สาขาหลักสูตรและการสอน คณะวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
2. นางสุทิน จันธิมา ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ/หัวหน้ากลุ่มงานบริหารงานวิชาการ โรงเรียนพญาลอ วิทยาكم จังหวัดพะเยา
3. นางขวัญกมล จางวิริยะ ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเชียงคำวิทยาكم จังหวัดพะเยา



ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก
2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน 14 ชั่วโมง
3. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจำนวนทั้งหมด 15 ข้อ
5. เฉลยแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
6. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
7. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนทั้งหมด 15 ข้อ



1. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. ขอความอนุเคราะห์ที่ท่านได้โปรดพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับ

2. การประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ว่ามีความสอดคล้องเชื่อมโยงและครอบคลุมเพียงใด ตามเกณฑ์ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องกัน

3. ท่านสามารถเขียนข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ลงในช่อง "ข้อเสนอแนะ" เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผลการพิจารณาของท่านผู้เชี่ยวชาญจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ท่านให้ความอนุเคราะห์



นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน

วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
ชื่อแผน ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร

รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
	+1	0	-1
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน			
1.2 แนวคิดสำคัญมีความเหมาะสม สามารถแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้			
1.3 ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ (K) ทักษะ (P) และคุณลักษณะ (A)			
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดการเรียนรู้			
1.5 จุดประสงค์มีความชัดเจน สามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน			
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 เนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้			
2.2 มีการบูรณาการเนื้อหาจาก 3 สาระการเรียนรู้เข้ากับกระบวนการการวิศกรรมศาสตร์ (STEM) และเนื้อหาสอดคล้องกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องวิทยาศาสตร์			
2.3 เนื้อหาครอบคลุมมาตรฐาน ตัวชี้วัดการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้			
3. กิจกรรมการเรียนรู้			
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเหมาะสมและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ			
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนครอบคลุมความรู้ (K) ทักษะ (P) และ คุณลักษณะ (A)			
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง สร้างและสรุปลงค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง			
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมให้กับนักเรียน			

รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
	+1	0	-1
3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก			
3.6 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่เหมาะสมกับกิจกรรม และวัยของผู้เรียน			
3.7 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงประเด็นทางสังคมและวัฒนธรรม			
3.8 การดำเนินกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา			
3.9 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม			
4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้			
4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้			
4.2 วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลายเหมาะสม			
4.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างทั่วถึง			
5. การวัดและประเมินผล			
5.1 การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้			
5.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามแนวทางสะเต็มศึกษา			
5.3 มีแนวทางการวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย			
5.4 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความชัดเจน			

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	วิชาวิทยาศาสตร์ ว16101	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก		เวลา 14 ชั่วโมง
ชื่อแผน ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร		เวลา 5 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้ความคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค. 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

2. ตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ว 3.2 ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

ว 4.2 ป.6/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

ว 4.2 ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ค 3.1 ป.6/1 ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

3. สารสำคัญ

โลกของเรามีปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลมาจากแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศกักเก็บความร้อนแล้วคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลก ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายถึงการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้
- นักเรียนสามารถอ่านแผนภูมิรูปร่างกลมที่แต่ละรายการอยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ได้

ด้านทักษะพิสัย (P)

- นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้
- นักเรียนสามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

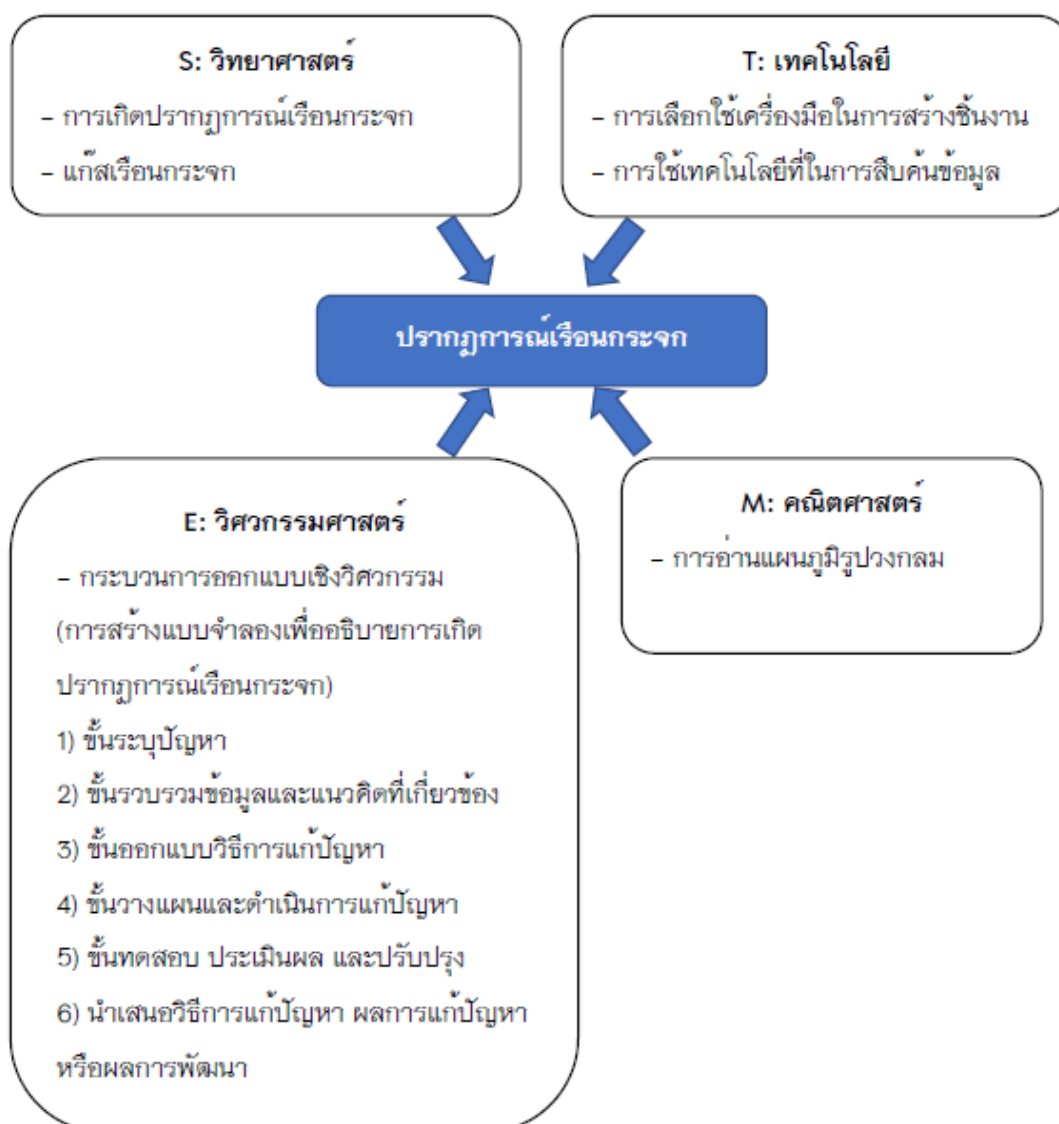
ด้านจิตพิสัย (A)

- นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้

5. สารการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดจากแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของโลกกักเก็บความร้อนแล้วคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลก ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต	- การอ่านแผนภูมิรูปร่างกลม	- การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ - การค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลาที่รวดเร็วจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือหลายแหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน

6. กรอบแนวคิดบูรณาการ STEM



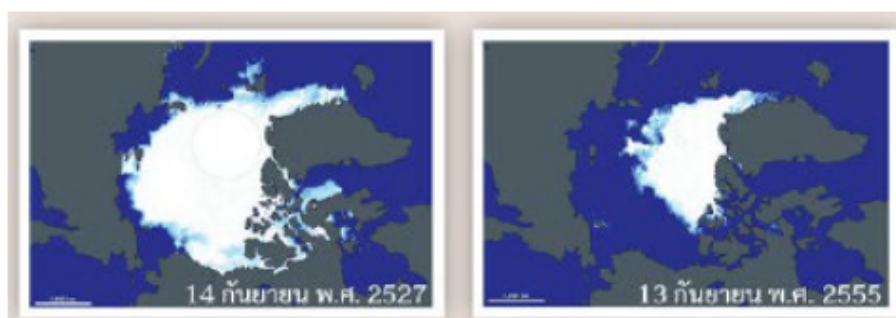
7. กิจกรรมการเรียนรู้

จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1

1) ชั้นระบุปัญหา

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยคละนักเรียนให้มีทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ด้วยกัน
2. ครูให้นักเรียนดูภาพน้ำแข็งบริเวณ ขั้วโลกในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2527 และวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2555



ภาพ 1 น้ำแข็งขั้วโลก ที่มา : หนังสือเรียนพื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 สสวท.

3. นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบรูปน้ำแข็งบริเวณ ขั้วโลกในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2527 และวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2555 แล้วร่วมกันตอบคำถามดังต่อไปนี้
 - 3.1 จากรูป น้ำแข็งขั้วโลก ในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2527 และวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2555 แตกต่างกันอย่างไร
(นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น ปริมาณน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2555 มีปริมาณน้อยกว่าวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2527)
 - 3.2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดที่ทำให้น้ำแข็งขั้วโลกลดลง
(นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น น้ำแข็งขั้วโลกหลอมเหลวเนื่องจากอุณหภูมิของโลกสูงขึ้น, เกิดจากภาวะโลกร้อน, เกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจก)
 - 3.3 ปรากฏการณ์เรือนกระจกคืออะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร

3.4 (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง เช่น ปรากฏการณ์เรือนกระจกคือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากแก๊สเรือนกระจก ครูผู้สอนสังเกตแนวการตอบคำถามของนักเรียน โดยยังไม่เฉลยคำตอบ)

4. ครูนำเข้าสู่ปัญหา ดังนี้

4.1 นักเรียนจะทราบได้อย่างไร ว่าปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวคำตอบ เช่น สอบถามจากนักวิทยาศาสตร์ อ่านจากหนังสือ ค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ทำการทดลอง เป็นต้น)

4.2 นักเรียนจะสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้อย่างไร (แนวคำตอบ เช่น สืบค้นข้อมูล ศึกษาจากเว็บไซต์ยูทูบ ออกแบบและสร้างแบบจำลองทดสอบแบบจำลอง เป็นต้น)

2) ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

5. ครูแจกใบความรู้ เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ให้แก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม
6. นักเรียนศึกษาใบความรู้ ในประเด็นต่าง ๆ และหากนักเรียนมีข้อสงสัยเพิ่มเติม สามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
7. นักเรียนดูคลิปวิดีโอ การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่อง แก๊สเรือนกระจกคืออะไร? จาก <https://www.youtube.com/watch?v=SQajrlvh1BA>

8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ดังต่อไปนี้

8.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดขึ้นได้อย่างไร และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต (แนวคำตอบ เช่น เกิดจากแก๊สเรือนกระจกที่สะสมในชั้นบรรยากาศของโลก โดยแก๊สดังกล่าวจะช่วยกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลก ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต)

8.2 ภาวะโลกร้อนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เรือนกระจกหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ เช่น เกี่ยวข้อง เนื่องจากภาวะโลกร้อนเป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงขึ้น โดยเมื่อแก๊สเรือนกระจกมีการสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องและยาวนาน จะทำให้มีการกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลกมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยบนโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนโลกอยู่ในภาวะโลกร้อน)

8.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกเป็นผลมาจากอะไร

(แนวคำตอบ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นผลมาจากภาวะโลกร้อน เมื่ออุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยบนโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จะส่งผลให้สภาพภูมิอากาศแปรปรวนไปจากเดิม และมีแนวโน้มรุนแรงจนเป็นภัยธรรมชาติ)

9. นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ชั่วโมงที่ 2 (บูรณาการวิชาคณิตศาสตร์)

10. ครูแจกใบความรู้ที่ 2 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก ให้กับนักเรียน
11. นักเรียนศึกษาใบความรู้ แล้วร่วมกันตอบคำถาม ดังต่อไปนี้
 - 11.1 ในอากาศประกอบไปด้วยแก๊สอะไรบ้าง ในสัดส่วนเท่าไร
 - 11.2 องค์ประกอบของแก๊สเรือนกระจกในธรรมชาติได้แก่แก๊สชนิดใดบ้าง และมีสัดส่วนเท่าไร
 - 11.3 แผนภูมิวงกลมบอกข้อมูลอะไรแก่นักเรียนบ้าง
 - 11.4 แผนภูมิมีความสำคัญอย่างไรกับข้อมูลองค์ประกอบของแก๊สเรือนกระจก
12. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับชนิดของแก๊สเรือนกระจก เปรียบเทียบความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนของแก๊สเรือนกระจก
13. นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก
14. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่ปัญหา การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยอธิบายเพิ่มเติมว่า ในการสร้างแบบจำลอง นักเรียนต้องเลือกแก๊สเรือนกระจกมาใช้ในการทดลอง ซึ่งแก๊สที่หาได้ง่ายก็คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำนวนมาก ซึ่งก่อนที่นักเรียนจะออกแบบแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกนั้น นักเรียนต้องหาข้อมูล และเลือกสารที่จะให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับนักเรียนได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน และราคาประหยัดที่สุด
15. นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
16. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
17. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันว่าเลือกสารที่ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ เพราะเหตุใด

ชั่วโมงที่ 3 (บูรณาการวิชาเทคโนโลยี)

3) ขั้นตอนการแก้ปัญหา

18. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ให้แก่นักเรียน
19. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก เพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนได้ศึกษา และเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์ที่กำหนดให้
20. นักเรียนออกแบบแบบจำลองของกลุ่มร่วมกัน จากนั้นวาดภาพอธิบายแบบจำลอง พร้อมอธิบายแนวคิดแบบจำลอง ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
21. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอภาพแบบจำลอง และวิธีการสร้างแบบจำลองของกลุ่มตนเอง หากนักเรียนนำเสนอวิธีการทำไม่ชัดเจน ครูผู้สอนสามารถอธิบายเพิ่มเติมหรือสอบถามเพื่อให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในวิธีการสร้างแบบจำลองของกลุ่มตนเองได้อย่างชัดเจน

ชั่วโมงที่ 4

4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

22. นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของกลุ่ม และแบ่งหน้าที่ให้แก่สมาชิกภายในกลุ่ม
23. นักเรียนสร้างแบบจำลองปรากฏการณ์เรือนกระจก ตามที่ออกแบบไว้ โดยครูผู้สอนคอยดูและช่วยเหลือ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างระมัดระวังและปลอดภัยแก่ผู้เรียน

5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

24. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบแบบจำลองของกลุ่มตนเอง และบันทึกผลการทดสอบของแบบจำลอง จากนั้นนักเรียนจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลโดยใช้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการดู เปรียบเทียบ และทำนายผล
25. นักเรียนนำเสนอผลการทดสอบแบบจำลองของกลุ่ม สรุปผลการทดลอง และอภิปรายผลการทดลองว่าแบบจำลองสามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้ชัดเจนหรือไม่ อย่างไร และร่วมเสนอแนวทางการปรับปรุงแบบจำลองให้ดีขึ้น และหากต้องการปรับปรุงแบบจำลอง ให้นักเรียนทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้ดีขึ้นกว่าเดิม

26. นักเรียนทดสอบแบบจำลองอีกครั้งหลังจากแก้ไขปรับปรุงแบบจำลองแล้ว

ชั่วโมงที่ 5

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

27. นักเรียนนำเสนอแบบจำลอง ผลการสร้างแบบจำลอง และผลการทดสอบจากแบบจำลองที่อธิบายถึงการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติและปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงขึ้น
28. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ ตามประเด็นคำถามดังต่อไปนี้ ร่วมกัน
 1. ปรากฏการณ์เรือนกระจกของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร
 2. แก๊สเรือนกระจกในธรรมชาติมีอะไรบ้าง
 3. ปรากฏการณ์เรือนกระจกที่รุนแรงขึ้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) ภาพน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ป.6 เล่ม 2 สสวท.
- 2) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
- 3) วิดีโอ การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกคืออะไร? จาก <https://www.youtube.com/watch?v=SQajrLvhlBA>
- 4) ใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
- 5) ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก
- 6) ใบงานที่ 2 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก
- 7) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- 8) คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเพื่อสืบค้นข้อมูล
- 9) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
- 10) ขวดพลาสติกใส 1.5 ลิตร
- 11) ฝาขวดที่เจาะรูตรงกลาง
- 12) กระดาษสีขาว
- 13) เทอร์มอมิเตอร์
- 14) แก้วพลาสติกใส
- 15) ไม้บรรทัด
- 16) เทปใส
- 17) กรรไกร

- 18) ปีกเกอร์
- 19) นาฬิกา
- 20) ดินน้ำมัน
- 21) โคมไฟ
- 22) น้ำโซดา
- 23) น้ำ
- 24) เบกกิ้งโซดา
- 25) น้ำส้วมสายชู
- 26) ผงฟู
- 27) ยาลดกรด

9. การวัดผลประเมินผล

ด้าน	จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การผ่าน
ด้านพุทธิพิสัย	- นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้	- ตรวจใบงาน ที่ 1 เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก	- เฉลยใบงาน ที่ 1 เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
	- นักเรียนสามารถอ่านแผนภูมิรูปร่างกลมที่แต่ละรายการอยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ได้	- ตรวจใบงาน ที่ 2 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก	- เฉลยใบงาน ที่ 2 เรื่อง แก๊สเรือนกระจก	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะพิสัย	1. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้	ประเมินการสร้างแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก	แบบประเมินการสร้างแบบจำลองการเกิด	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ด้าน	จุดประสงค์	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การผ่าน
			ปรากฏการณ์ เรื่อนกระจก	
	2. นักเรียนสามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์	แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล	ผ่านเกณฑ์ระดับปานกลางขึ้นไป
ด้านจิตพิสัย	1. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้	ประเมินการทำงานเป็นกลุ่ม	แบบประเมินการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป



10. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้
ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(นายณัฐพงษ์ ชุมภู)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านร่องแมต

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก



ที่มา : <https://greenhouseemporium.com/products/juliana-junior-greenhouse-9ft-x-14ft/>

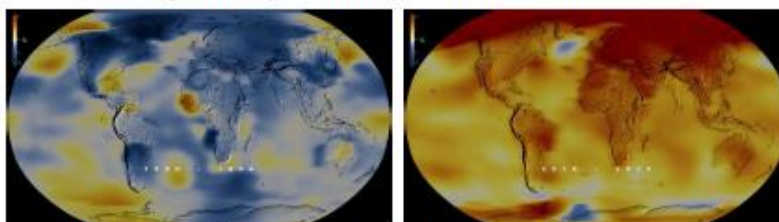
ปัจจุบันมีการเพาะปลูกพืชบางชนิดในเรือนกระจก ผนังและหลังคาครอบเรือนกระจกทำจากวัสดุที่สามารถกักเก็บความร้อนได้ เช่น กระจก พลาสติกใส เพื่อให้อุณหภูมิของอากาศและความชื้นภายในเรือนกระจกเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โลกของเราที่เช่นเดียวกัน มีปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ที่เกิดจากแก๊สเรือนกระจกซึ่งเป็นแก๊สบางชนิดในบรรยากาศ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) โอโซน โดยแก๊สดังกล่าวจะช่วยกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลก ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต



ที่มา : <https://www.pqa.co.th>

โดยปกติชั้นบรรยากาศของโลกจะประกอบด้วยแก๊สชนิดต่าง ๆ และไอน้ำเมื่อรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามายังพื้นผิวโลกทำให้ผิวโลกอบอุ่นขึ้นมันจะถูกดูดกลืนไว้ด้วยพื้นน้ำ พื้นดิน พืช และสัตว์ หลังจากนั้นก็จะคายออกมาเป็นพลังงานในรูปของรังสีคลื่นยาวอินฟราเรด ซึ่งเป็นคลื่นความร้อนกลับขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศและบางส่วนก็ถูกกักเก็บไว้โดยแก๊สในชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก ดังนั้นที่ผ่านมามีโลกจึงสามารถรักษาอุณหภูมิได้อย่างเหมาะสม ไม่ร้อนจัดเหมือนดาวศุกร์หรือเย็นจัดอย่างดาวอังคาร

ปัจจุบันชั้นบรรยากาศของโลกถูกปกคลุมด้วยแก๊สเรือนกระจกมากขึ้นไป แก๊สเรือนกระจกนั้นประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก ประมาณว่ามากกว่า 50% ของการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดจากแก๊สนี้ ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีในการดูดกลืนและเก็บกักรังสีอินฟราเรด ดังนั้นรังสีอินฟราเรดที่ควรจะสะท้อนออกนอกโลก ก็จะถูกเก็บกักสะสมไว้ในชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้พื้นผิวโลกร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ปัญหาเรื่องภาวะเรือนกระจกก็คือแก๊สเรือนกระจกไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่เข้มข้นมากขึ้น ทำให้ภาวะเรือนกระจกในปัจจุบันมีความรุนแรงมากขึ้นกว่าสภาพที่ควรจะเป็น



ภาพ 1 บันทึกลงอุณหภูมิโลกด้วยการจับรังสีความร้อนเมื่อปี 1880-1884 และ ระหว่างปี 2016-2020

โดย nasa

ที่มา : <https://www.springnews.co.th/spring-life/820166>

ถ้าปริมาณแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศมากขึ้น จะทำให้การกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลกมากขึ้นด้วย ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยบนโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนโลกอยู่ในภาวะโลกร้อน ถ้าภาวะนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและยาวนานจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแปรปรวนไปจากเดิมและมีแนวโน้มที่จะรุนแรงจนเป็นภัยธรรมชาติที่ทำลายชีวิตบนโลก

อ้างอิง

1. หนังสือเขียน วิทยาศาสตร์ ป.6 เล่ม 2 สสวท. หน้า 33
2. <http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/tpage/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%8F%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%81%E0%B9%AA%E0%BA%B2%E0%BA%8B%E0%B9%80%E0%BA%A3%E0%BA%B7%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%BA%A1%E0%BA%A3%E0%BA%B0%E0%BA%88%E0%BA%A1-319>

ใบงานที่ 1

เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านคำถาม แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. ปรากฏการณ์เรือนกระจกของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. แก๊สเรือนกระจก ประกอบด้วยแก๊สชนิดใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. ในภาวะปกติ ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีผลอย่างไรต่อโลก

.....

.....

.....

4. “หากโลกไม่มีปรากฏการณ์เรือนกระจกจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมากกว่า”

นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

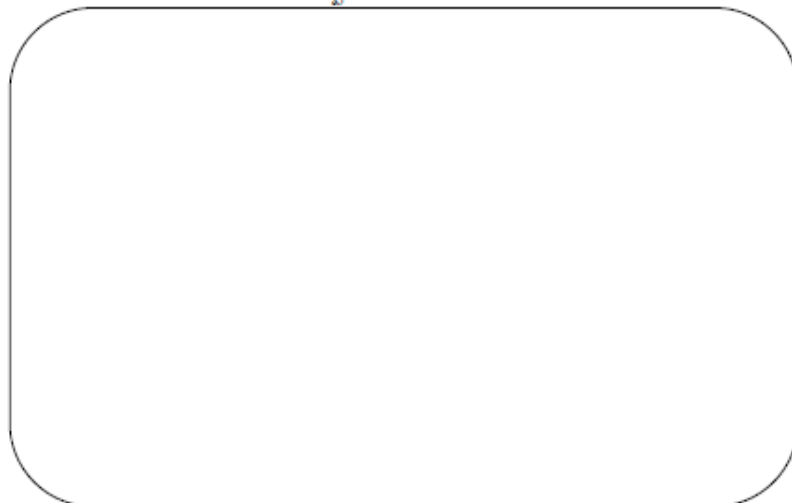
.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก พร้อมเขียนอธิบายมาพอสังเขป



.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

เฉลยใบงานที่ 1
เรื่อง การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านคำถาม แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. ปรากฏการณ์เรือนกระจกของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร (2 คะแนน)

คำสำคัญ

- เกิดจากแก๊สเรือนกระจกที่สะสมในชั้นบรรยากาศของโลก
- แก๊สดังกล่าวจะช่วยกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลก

2. แก๊สเรือนกระจก ประกอบด้วยแก๊สชนิดใดบ้าง (2 คะแนน)

- องค์ประกอบคำตอบได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) โอโซน และ ไอโซน
 - หากตอบถูก 3-6 ข้อ ได้ 2 คะแนน
 - หากตอบถูก 1-3 ข้อ ได้ 1 คะแนน
 - หากตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

3. ในภาวะปกติ ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีผลอย่างไรต่อโลก (1 คะแนน)

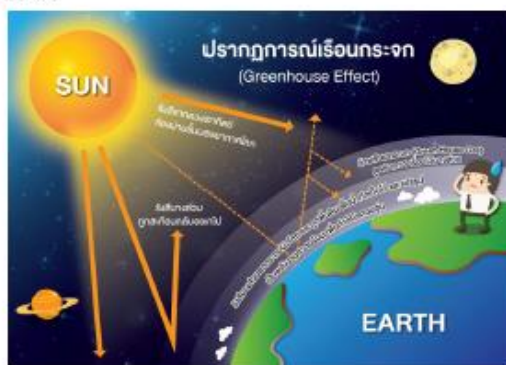
ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

4. “หากโลกไม่มีปรากฏการณ์เรือนกระจกจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมากกว่า”

นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย (3 คะแนน)

- ไม่เห็นด้วย (1 คะแนน)
- การให้เหตุผล 2 คะแนน โดยมีความสำคัญดังนี้ เพราะว่า หากไม่มีปรากฏการณ์เรือนกระจกจะส่งผลให้อากาศบริเวณโลกร้อนจัดและหนาวจัด ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก

5. ให้นักเรียนวาดภาพแสดงการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก พร้อมเขียนอธิบายมาพอสังเขป (7 คะแนน)(ตัวอย่าง)



องค์ประกอบของภาพวาด (3 คะแนน)

1. ดวงอาทิตย์
2. โลก
3. ชั้นบรรยากาศ
4. รังสีแสง
5. คำอธิบายการสะท้อนและการดูดซับความร้อน

เกณฑ์การให้คะแนน

1. วาดองค์ประกอบครบตามกำหนดทั้งหมด ได้ 3 คะแนน
2. วาดองค์ประกอบเพียง 3-4 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน
3. วาดองค์ประกอบเพียง 1-2 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน
4. วาดองค์ประกอบที่นอกเหนือจากกำหนด ไม่มีความเกี่ยวข้องหรือไม่ว่าภาพ ได้ 0 คะแนน

คำอธิบาย (4 คะแนน)

1. รังสีจากดวงอาทิตย์ส่องไปยังโลก
 2. รังสีบางส่วนถูกสะท้อนกลับออกไป
 3. รังสีบางส่วนตกกระทบบนพื้นผิวโลก ถูกพื้นดินและพื้นน้ำก็กักเก็บไว้และแปรรูปเป็นพลังงานความร้อน
 4. แก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศดูดซับความร้อนไว้บางส่วนและปล่อยความร้อนสู่โลก
- เกณฑ์การให้คะแนน ให้คะแนนองค์ประกอบละ 1 คะแนน

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง แก๊สเรือนกระจก



ที่มา : https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTe_h1492liNsQjQIPGBqqqsMEhk8_i0m600Q&usqp=CAU

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) คือ กลุ่มก๊าซในชั้นบรรยากาศโลกที่สามารถกักเก็บและดูดกลืนคลื่นความร้อนหรือรังสีอินฟราเรด ที่ส่งผ่านลงมายังพื้นผิวโลกจากดวงอาทิตย์ได้ที ก่อนทำการปลดปล่อยพลังงานดังกล่าวออกมาในรูปของความร้อน ซึ่งทำให้โลกเกิด “ภาวะเรือนกระจก”

ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญประกอบไปด้วย

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide): CO_2

เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโลกสูงสุด (ร้อยละ 76) และเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนในชั้นบรรยากาศมากที่สุด โดยคาร์บอนไดออกไซด์มีอายุอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานถึง 200 ปี

2. มีเทน (Methane): CH_4

เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโลกมากเป็นลำดับที่ 2 (ร้อยละ 16) มีเทนสามารถคงอยู่ในชั้นบรรยากาศโลกได้ราว 12 ปี ซึ่งถือว่ามีอายุสั้นที่สุดในบรรดากลุ่มก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด แต่มีเทนมีคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 27-30 เท่า

3. ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide): N_2O

เป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพในการสร้างภาวะเรือนกระจกได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 273 เท่า รวมถึงการมีอายุเกินหนึ่งศตวรรษในชั้นบรรยากาศโลก โดยมีสัดส่วนในบรรยากาศร้อยละ 6

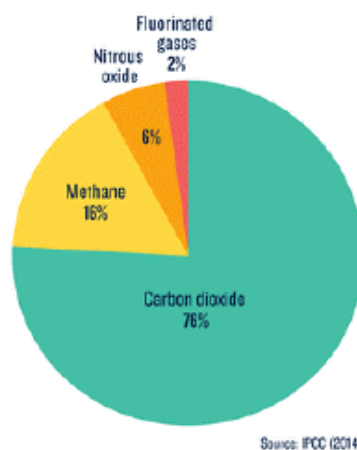
4. กลุ่มก๊าซฟลูออรีเนต หรือ สารฮาโลคาร์บอน (Fluorinated gases):

กลุ่มก๊าซฟลูออรีเนตประกอบไปด้วยไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃) รวมถึงสารซีเอฟซี (CFCs) ที่เกิดจากการสังเคราะห์ของมนุษย์ โดยมีสัดส่วนในบรรยากาศประมาณร้อยละ 2

ก๊าซเหล่านี้มีศักยภาพในการกักเก็บความร้อนได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์กว่า 1,000 – 10,000 เท่า และอยู่ในชั้นบรรยากาศได้ตั้งแต่ 100 ถึง 50,000 ปี

5. ไอน้ำ (Water vapor) และโอโซนภาคพื้นดิน (Ground Level Ozone) :

ไอน้ำเป็นก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติที่ช่วยส่งเสริมให้ผลกระทบบางอย่างจากก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นรุนแรงยิ่งขึ้น ไอน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น หากบรรยากาศโลกอบอุ่นขึ้น



ภาพ 2 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนแก๊สเรือนกระจกในธรรมชาติ

ที่มา : <https://www.caro.ie/knowledge-hub/general-information/science-of-climate-change/greenhouse-gases>

อ้างอิง

NGThai.2019. (ออนไลน์). ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases).สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2566 จาก <https://ngthai.com/science/25344/greenhouse-gases/>

Greenhouse Gases <https://www.caro.ie/knowledge-hub/general-information/science-of-climate-change/greenhouse-gases>

Understanding Global Warming Potentials | U.S. EPA

<https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>

ใบงานที่ 2

เรื่อง แก๊สเรือนกระจก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. แก๊สเรือนกระจกประกอบไปด้วยแก๊สสำคัญชนิดใดบ้าง

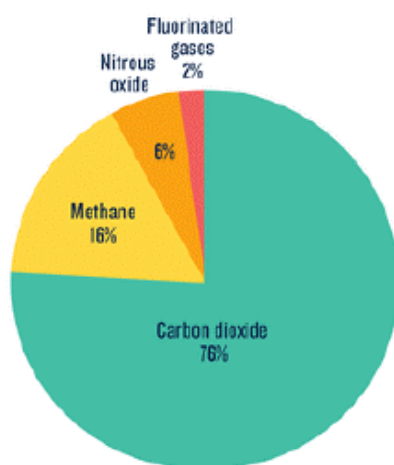
.....

.....

.....

.....

2. จากแผนภาพ จงตอบคำถามด้านล่าง



Source: IPCC (2014)

2.1 แก๊สเรือนกระจกชนิดใดถูกปล่อยออกมา
มากที่สุด คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ

2.2 แก๊สไนตรัสออกไซด์ถูกปล่อยออกมาคิดเป็น
กี่เปอร์เซ็นต์ของแก๊สเรือนกระจกทั้งหมด

ตอบ

2.3 แก๊สเรือนกระจกทั้งหมดที่ถูกปล่อยออกมา
คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

ตอบ

2.4 จงเรียงลำดับแก๊สเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมา
มากที่สุดไปยังน้อยที่สุด (ระบุเปอร์เซ็นต์)

ตอบ.....

.....

.....

3. จากตารางค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (GWP) จงตอบคำถามด้านล่าง

แก๊สเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (ในช่วงระยะเวลา 100 ปี) เทียบเท่ากับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1
มีเทน (CH ₄)	27-30
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	273
กลุ่มก๊าซฟลูออรีเนต	1,000 -10,000

หมายเหตุ ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) คือ ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้เกิดโลกร้อน ในช่วงระยะเวลา 100 ปี โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1 แก๊สชนิดใดมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนสูงสุด มีค่าที่เท่าเทียมกับค่าการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตอบ

.....

3.2 แก๊สไนตรัสออกไซด์แผ่รังสีความร้อนสูงกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เท่า

ตอบ

.....

3.3 จงเรียงลำดับแก๊สเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการแผ่รังสีความร้อนจากน้อยไปมากที่สุด

ตอบ

.....

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

เฉลยใบงานที่ 2

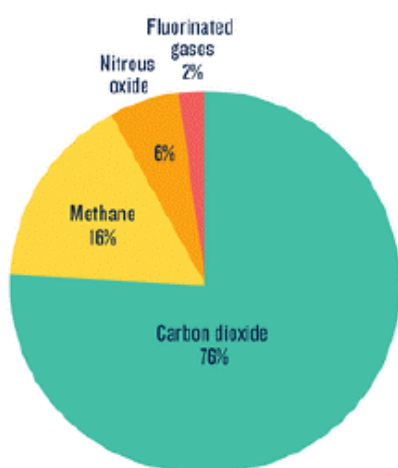
เรื่อง แก๊สเรือนกระจก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. แก๊สเรือนกระจกประกอบไปด้วยแก๊สสำคัญชนิดใดบ้าง (2 คะแนน)

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide): CO_2
2. มีเทน (Methane): CH_4
3. ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide): N_2O
4. กลุ่มก๊าซฟลูออรีเนต หรือ สารฮาโลคาร์บอน (Fluorinated gases)
5. ไอน้ำ (Water vapor) และโอโซนภาคพื้นดิน (Ground Level Ozone)

2. จากแผนภาพ จงตอบคำถามด้านล่าง



Source: IPCC (2014)

2.1 แก๊สเรือนกระจกชนิดใดถูกปล่อยออกมา
มากที่สุด คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ (1 คะแนน)

ตอบ คาร์บอนไดออกไซด์ 76%

2.2 แก๊สไนตรัสออกไซด์ถูกปล่อยออกมาคิดเป็น
กี่เปอร์เซ็นต์ของแก๊สเรือนกระจกทั้งหมด
(1 คะแนน)

ตอบ 6%

2.3 แก๊สเรือนกระจกทั้งหมดที่ถูกปล่อยออกมา
คิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ (1 คะแนน)

ตอบ 100%

2.4 จงเรียงลำดับแก๊สเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุดไปยังน้อยที่สุด (ระบุเปอร์เซ็นต์)
(2 คะแนน)

ตอบ 1. คาร์บอนไดออกไซด์ (76%), มีเทน (16%), ไนตรัสออกไซด์ (6%), กลุ่มก๊าซฟลูออรีเนต
หรือ สารฮาโลคาร์บอน (2%), ไอน้ำ และโอโซนภาคพื้นดิน (ปริมาณน้อย)

3. จากตารางค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (GWP) จงตอบคำถามด้านล่าง

แก๊สเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (ในช่วงระยะเวลา 100 ปี) เทียบเท่ากับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1
มีเทน (CH ₄)	27-30
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	273
กลุ่มก๊าซฟลูออรีน	1,000 -10,000

หมายเหตุ ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) คือ ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้เกิดโลกร้อน ในช่วงระยะเวลา 100 ปี โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1 แก๊สชนิดใดมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนสูงสุด มีค่าเท่าเท่ากับค่าการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (1 คะแนน)

ตอบ กลุ่มก๊าซฟลูออรีน มีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน 1,000 -10,000 เท่า เทียบกับค่าการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.2 แก๊สไนตรัสออกไซด์แผ่รังสีความร้อนสูงกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เท่า (1 คะแนน)

ตอบ 273 เท่า

3.3 จงเรียงลำดับแก๊สเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการแผ่รังสีความร้อนจากน้อยไปมากที่สุด (2 คะแนน)

ตอบ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 1 เท่า, มีเทน (CH₄) 27-30 เท่า, ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) 273 เท่า, กลุ่มก๊าซฟลูออรีน 1,000 -10,000 เท่า

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

จุดประสงค์

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
2. เลือกสารที่ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลที่สืบค้นได้ ได้อย่างเหมาะสม

วัสดุ/อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์จำนวนกลุ่มละ 1 เครื่อง
2. แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
2. ศึกษาบทความ เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วตอบคำถาม
3. ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสารที่ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วบันทึกข้อมูล
4. ตัดสินใจเลือกสารที่ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง ทดลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก พร้อมให้เหตุผล

สมาชิกกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ตอนที่ 1 อ่านบทความแล้วตอบคำถาม

“คาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีประโยชน์เลยหรือ?”

คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) เป็นหนึ่งใน แก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gases) ซึ่งเป็นแก๊สที่มีอยู่ตามธรรมชาติและไม่เป็นอันตรายหากมีในปริมาณน้อย แต่ทว่าในสถานการณ์ปัจจุบันได้มีการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอย่างมาก จนทำให้ถึงระดับที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติต่าง ๆ ซึ่งสาเหตุของการเพิ่มขึ้นส่วนใหญ่ก็มาจากฝีมือของมนุษย์ เช่น การผลิตไฟฟ้า การใช้น้ำมันในยานพาหนะต่าง ๆ

จริง ๆ แล้วคาร์บอนไดออกไซด์เรียกได้ว่าเป็นหนึ่งในแก๊สที่มีความสำคัญมากถึงมากที่สุดของโลกเพราะว่า คาร์บอนไดออกไซด์นั้นเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการสร้างอาหารของพืช ที่เรียกว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือก็คือพืชพันธุ์ต่าง ๆ มีชีวิตอยู่ได้ก็ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ เช่นเดียวกับที่มนุษย์มีชีวิตรอดอยู่ได้จากการหายใจด้วยแก๊สออกซิเจน นั้นหมายความว่าหากไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ ก็จะไม่มีการหายใจด้วยแก๊สออกซิเจน นั้นหมายความว่าหากไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์ ก็จะไม่มีการหายใจด้วยแก๊สออกซิเจน สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เองก็คงจะอยู่ไม่ได้

การนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ประโยชน์นั้นส่วนมากจะเป็นอุตสาหกรรมโรงงานที่ผลิตเกี่ยวกับวัสดุโพลีโพรพิลีนและพอลิเอสเตอร์ อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม เช่น โซดา, น้ำอัดลม , อุตสาหกรรมการผลิตยา และเครื่องมือแพทย์ หรือเปลี่ยนให้เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการผลิตคอนกรีต

แต่ทั้งนี้ทุกอย่างเมื่อมีข้อดีก็ย่อมจะมีข้อเสียตามมา เพราะคาร์บอนไดออกไซด์นั้นเป็นสาเหตุส่วนหนึ่งของการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (warming effect) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาวะอากาศ หรือภัยพิบัติทางธรรมชาติต่าง ๆ นั่นเอง

ที่มา : <https://www.scimath.org/article-physics/item/9827-2019-02-21-08-51-20>

จงระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

1. ให้นักเขียนสืบค้นเกี่ยวกับสารดังต่อไปนี้ แล้วบันทึกข้อมูลลงในตาราง

ที่	สาร	องค์ประกอบสำคัญ	วิธีการใช้เพื่อให้ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	ปริมาณ (ระบุหน่วย)	ราคาต่อหน่วย
1.	น้ำโซดา	...............	...............	...............	...............
2.	น้ำอัดลม	...............	...............	...............	...............
3.	เบกกิ้งโซดา	...............	...............	...............	...............

ที่	สาร	องค์ประกอบสำคัญ	วิธีการใช้เพื่อให้ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	ปริมาณ (ระบุหน่วย)	ราคาต่อหน่วย
4.	ผงฟู	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....
5.	ยาลดกรด	...............	...............	...............	...............

แหล่งอ้างอิง

.....

.....

ตอนที่ 3 สารที่ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

หากนักเรียนต้องการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการทำการทดลอง นักเรียนจะเลือกสารชนิดใดในการทดลอง จากข้อมูลก่อนหน้าที่นักเรียนทำการสืบค้นมา โดยที่เป็นสารที่หาได้ง่าย ปลอดภัย และง่ายต่อการใช้งาน

สารที่เลือก คือ

เหตุผล

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

จุดประสงค์

1. ออกแบบแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
2. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
3. อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น

วัสดุ/อุปกรณ์

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1. ขวดพลาสติกใส 1.5 ลิตร 2 ขวด | 11. น้ำโซดา 1 ขวด |
| 2. ฝาขวดที่เจาะรูตรงกลาง 2 อัน | 12. น้ำ 1 ขวด |
| 3. กระดาษสีขาว 1 แผ่น | 13. น้ำอัดลม 1 ขวด |
| 4. เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน | 14. เบกกิ้งโซดา 1 ถุง |
| 5. แก้วพลาสติกใส 2 ใบ | 15. ผงฟู 1 ถุง |
| 6. ไม้บรรทัด 1 อัน | 16. น้ำส้มสายชู 1 ขวด |
| 7. เทปใส 1 ม้วน | 17. ยาลดกรด 1 ขวด |
| 8. กรรไกร 1 อัน | 18. แคลเซียมเน็ค 3 เม็ด |
| 9. ปีกเทอร์ 2 ใบ | 19. ดินน้ำมัน 1 ก้อน |
| 10. นาฬิกา 1 อัน | 20. โคมไฟ 2 อัน |

ตอนที่ 1 ออกแบบแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

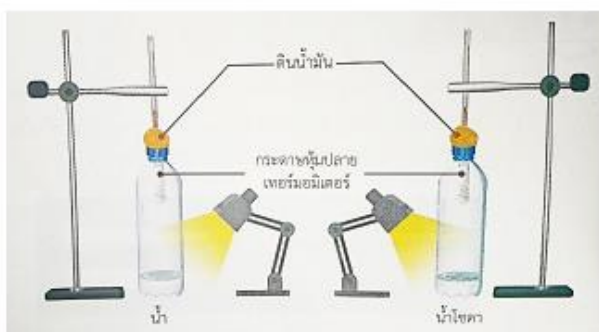
ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
2. ออกแบบแบบจำลองอธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์ที่กำหนดให้ข้างต้น หรือเลือกวัสดุ/อุปกรณ์อื่น ๆ ตามเหมาะสม
3. ระบุวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนวิธีการทดลอง วาดภาพแบบจำลองและเขียนอธิบายแนวคิดของแบบจำลอง
4. บันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ตอนที่ 2 สร้างและทดสอบแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. เตรียมเทอร์โมมิเตอร์จำนวน 2 อัน และนำกระดาษสีขาวมาทำเป็นกรวยหุ้มกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์แล้วติดด้วยเทปใส
2. นำฝาขวดน้ำมาเจาะรูแล้วเสียบเทอร์โมมิเตอร์ผ่านฝาขวดที่เจาะรูไว้ จัดให้ปลายของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ห่างจากฝาขวดประมาณ 10 ซม. จากนั้นปิดรอยต่อระหว่างเทอร์โมมิเตอร์และฝาขวดด้วยดินน้ำมันให้แน่น
3. เทน้ำและน้ำโซดาลงในแก้วใบละประมาณครึ่งแก้ว สังเกตว่าน้ำและน้ำโซดา มีสิ่งใดแตกต่างกันบ้าง
4. เทน้ำและน้ำโซดาลงในขวดพลาสติก ขวดละ 200 มิลลิลิตร ตามลำดับ แล้วรีบนำฝาขวดที่มีเทอร์โมมิเตอร์เสียบอยู่ไปปิดขวดแต่ละใบทันที บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้น
5. ใช้โคมไฟส่องให้ห่างจากขวดแต่ละใบเท่ากัน และให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที สังเกตและบันทึกผลอุณหภูมิของอากาศภายในขวดแต่ละใบ ทุก ๆ 2 นาที



ภาพที่ 1 แบบจำลองปรากฏการณ์เรือนกระจก

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ตอนที่ 1 ออกแบบแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบแบบจำลองเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก
สมาชิกกลุ่ม

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

ชื่อแบบจำลอง

ประเภทของแบบจำลอง

วัสดุ/อุปกรณ์

1..... 11.....
2..... 12.....
3..... 13.....
4..... 14.....
5..... 15.....
6..... 16.....
7..... 17.....
8..... 18.....
9..... 19.....
10..... 20.....

ตอนที่ 2 สร้างและทดสอบแบบจำลอง

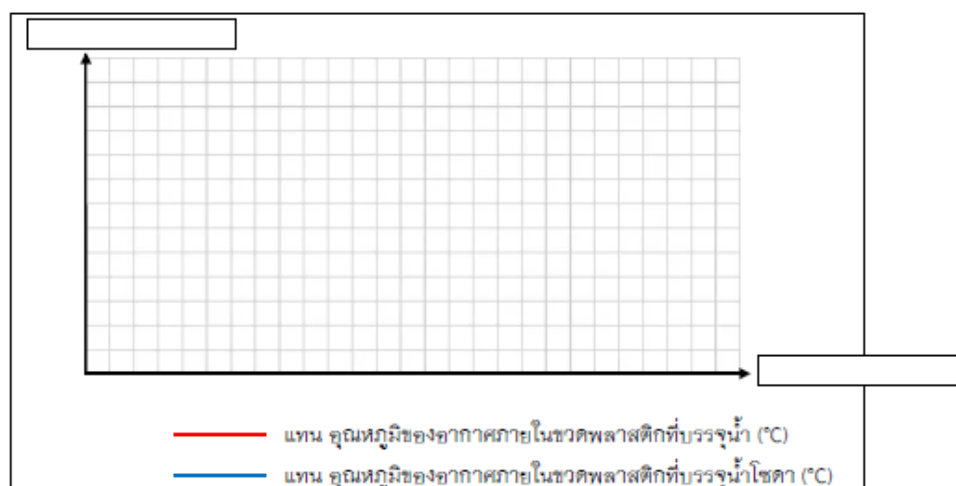
คำชี้แจง : ให้นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลอง และทดสอบเพื่ออธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก จากนั้นบันทึกผล สรุปผลและอภิปรายผล

ตารางบันทึกผลการสังเกต

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของอากาศภายในขวดที่บรรจุน้ำ (°C)	อุณหภูมิของอากาศภายในขวดที่บรรจุน้ำโซดา (°C)
2		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		

จัดกระทำข้อมูล

ให้นักเรียนนำข้อมูลจากการสังเกตมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบของกราฟ



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล

1. สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างน้ำและน้ำโซดา คือ

.....

2. ผลการอภิปรายเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศในขวดที่บรรจุน้ำและขวดที่บรรจุน้ำโซดา เมื่อให้ความร้อน

อุณหภูมิภายนอกขวดที่บรรจุน้ำและขวดที่บรรจุน้ำโซดา ต่างกัน

ไม่ต่างกัน

โดยพบว่า

เพราะ

.....

.....

แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				

เกณฑ์การผ่าน : ผ่านเกณฑ์ในระดับ 2 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี)
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนนการสืบค้นข้อมูล

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต	นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลอย่างเป็นระบบ ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 5 แหล่งขึ้นไป	นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลอย่างเป็นระบบ ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ และอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 3-4 แหล่ง	นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลอย่างเป็นระบบ แต่ข้อมูลไม่มีความน่าเชื่อถือ อ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 1-2 แหล่งหรือไม่มีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ถูกต้อง

แบบประเมินการทำงานร่วมกับผู้อื่น

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ประเด็นการประเมิน : นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				

เกณฑ์การผ่าน : ผ่านเกณฑ์ในระดับ 2 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมิน การทำงานร่วมกับผู้อื่น

พฤติกรรม	เกณฑ์การประเมิน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. ร่วมมือในการสืบค้น ข้อมูลในกิจกรรมที่ 1 2. ร่วมมือในการสร้าง แบบจำลองและทำ กิจกรรมที่ 2 3. ร่วมอภิปราย เปรียบเทียบ ปรากฏการณ์เงื่อนไข กระเจกตามธรรมชาติ ในภาวะปกติและ ปรากฏการณ์ เงื่อนไข กระเจกที่รุนแรงขึ้น 4. ยอมรับความ คิดเห็นของเพื่อนใน กลุ่ม	แสดงพฤติกรรมตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป	แสดงพฤติกรรมเพียง 2 ข้อ	แสดงพฤติกรรมเพียง 1 ข้อ หรือแสดง พฤติกรรมได้ไม่ชัดเจน

แบบประเมินการสร้างแบบจำลอง

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในตารางที่ตรงกับการประเมินการสร้างแบบจำลองที่สุด

กลุ่มที่	การสร้างแบบจำลองปรากฏการณ์ เงื่อนไขกระจก			การอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ เงื่อนไขกระจกตามธรรมชาติโดยใช้ แบบจำลองที่สร้างขึ้น			รวม (6 คะแนน)
	3	2	1	3	2	1	
1							
2							
3							
4							
5							
6							

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือ 4 คะแนนขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างแบบจำลอง

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1) การสร้างแบบจำลองปรากฏการณ์เชิงกระจัด	<p>นักเขียนทำได้ตามเกณฑ์ 3 ข้อ</p> <p>1. สร้างแบบจำลองได้ตรงตามแบบ</p> <p>2. แบบจำลองสามารถใช้งานจริงได้</p> <p>3. แบบจำลองที่สร้างมีความแข็งแรง</p>	<p>นักเขียนทำได้ตามเกณฑ์ 2 ข้อ</p> <p>1. สร้างแบบจำลองได้ตรงตามแบบ</p> <p>2. แบบจำลองสามารถใช้งานจริงได้</p> <p>3. แบบจำลองที่สร้างมีความแข็งแรง</p>	<p>นักเขียนทำได้ตามเกณฑ์ 1 ข้อ</p> <p>1. สร้างแบบจำลองได้ตรงตามแบบ</p> <p>2. แบบจำลองสามารถใช้งานจริงได้</p> <p>3. แบบจำลองที่สร้างมีความแข็งแรง</p>
2) การอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ เชื้อนกระจัดตามธรรมชาติ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น	<p>สามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ เชื้อนกระจัดตามธรรมชาติ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น ได้ถูกต้องด้วยตนเอง</p>	<p>สามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ เชื้อนกระจัดตามธรรมชาติ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น ได้ถูกต้องจากการชี้แนะของครูหรือผู้อื่น</p>	<p>สามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ เชื้อนกระจัดตามธรรมชาติ โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น ได้ถูกต้องบางส่วน แม้ว่าจะได้รับการชี้แนะ</p>

แบบประเมินการส่งงาน

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ประเด็นการประเมิน : นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 = นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายภายในวัน และเวลาที่กำหนด
 2 = นักเรียนส่งงานล่าช้าเกินกำหนดไม่เกิน 1 วัน
 1 = นักเรียนส่งงานล่าช้าเกิน 2 วันขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

3. แบบประเมินความค่าความตรงของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. ขอความอนุเคราะห์ท่านโปรดพิจารณาข้อคำถามของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ว่ามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ตามความคิดของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดตามตัวชี้วัดและสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นได้จริง
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบสามารถวัดตามตัวชี้วัดและสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นได้จริง
- 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่สามารถวัดตามตัวชี้วัดและสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นได้จริง

2. ท่านสามารถเขียนข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ลงในช่อง "ข้อเสนอแนะ" เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผลการพิจารณาของท่านผู้เชี่ยวชาญจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ท่านให้ความอนุเคราะห์



นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรดี

นักศึกษาลัทธิสุตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน

วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา



สถานการณ์ที่ 1

“พะเยา คลุกฝุ่น PM 2.5”



ที่มา : <https://www.pptvhd36.com/health/news/3066>

PM 2.5 เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ล่องลอยอยู่ในอากาศได้เป็นวันหรือเป็นอาทิตย์รวมทั้งกระจายได้ไปไกลถึง 100 ไมล์ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของคนในพื้นที่ เช่น การจราจร การเผาขยะ การทำการเกษตร การเผาป่า และเกิดจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า เป็นต้น โดยฝุ่นละอองสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายผ่านระบบทางเดินหายใจ หากได้รับอย่างต่อเนื่องหรือในปริมาณที่มาก อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคมะเร็งปอด โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหัวใจขาดเลือดได้

สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ยังคงหนักหน่วง ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมที่ผ่านมา สภาพอากาศฝุ่น ค่อนข้าง ยังมีค่าเกินมาตรฐาน ส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศที่จังหวัดพะเยา พบผู้ป่วยทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ป่วยภูมิแพ้ ไช้ส้ออักเสบกำเริบเพิ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิต้านทานต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจและผู้คนทั่วไป เพราะสูดดมเอาฝุ่นควันเป็นละอองขนาดเล็ก เข้าสู่ร่างกายจนมีผลกระทบต่อสุขภาพ หลังเกิดหมอกควัน พบผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในสถานพยาบาลในสังกัด ยอดสะสมตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม - 18 มีนาคม 2566 จำแนกเป็นกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ จำนวน 14,859 คน, กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด จำนวน 12,596 คน, กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ จำนวน 1,375 คน และกลุ่มโรคเชื้อราผิวหนังอักเสบ จำนวน 1,066 คน

ตัวชี้วัด	ลักษณะข้อสอบ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ			ข้อเสนอแนะ
			ผู้เชี่ยวชาญ	0	-1	
ว 3.2 ป. 6/8 ว 3.2 ป. 6/9	<p>การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p> <p>สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ</p> <p>บริบท : บุคคล-คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือตอบ</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>1. จากสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของ PM 2.5 ของภาคเหนือ ในบริบทของจังหวัดพะเยา ข้อใดไม่ใช่กิจกรรมที่เป็นการปล่อยฝุ่นควัน PM 2.5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การเผาป่า 2. การใช้รถยนต์ส่วนตัว 3. การเผาซังข้าวในนาข้าว 4. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน 	+1	0	-1	
ว 4.2 ป. 6/1	<p>สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา</p> <p>บริบท : บุคคล - สุขภาพและโรคภัย</p> <p>รูปแบบคำถาม : เขียนตอบ</p>	<p>2. จงระบุแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากฝุ่น pm 2.5 จำนวน 1 แนวทาง และอธิบายว่าแนวทางดังกล่าวมีผลต่อการป้องกันตนเองจากฝุ่น pm 2.5 อย่างไร</p>				

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0		-1
ว 3.2 ป. 6/8	<p>ว 3.2 ป. 6/9</p> <p>สมรรถนะ : การแปลความหมาย ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา</p> <p>บริบท : ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลิกตอบ</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>1. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการไหลลงตลิ่ง ฟางข้าว</p> <p>1. ช่วยไหลกาคดี เพราะลดการเกิดฝุ่นขนาดเล็ก</p> <p>2. ลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากลดการเผาตลิ่ง ฟางข้าว</p> <p>3. ช่วยลดต้นทุนในการทำนา เพราะไม่ต้องไถพรวนให้พืชร เนื่องจากมีธาตุอาหารจากตลิ่ง ฟางข้าวแล้ว</p> <p>4. เพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน เพราะจุลินทรีย์ในดินจะย่อยสลายตลิ่ง ฟางข้าวให้กลายเป็นธาตุอาหารแก่ดิน</p>			
ว 3.2 ป. 6/8	<p>ว 3.2 ป. 6/8</p> <p>สมรรถนะ : การประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้</p> <p>บริบท : ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลิกตอบเชิงซ้อน</p>	<p>2. เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นต้องการศึกษาว่าดินที่ผ่านการเผาตลิ่ง และฟางข้าว และดินที่ผ่านการไหลลงตลิ่งและฟางข้าว ดินชนิดใดจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่ากัน เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นจึงได้ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปรของ เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นดังต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง</p> <p>1. ตัวแปรต้น คือ ดิน ที่ผ่านการเผาตลิ่งและฟางข้าว และดินที่ผ่านการไหลลงตลิ่งและฟางข้าว</p> <p>2. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณดิน และพันธุ์พืช</p> <p>3. ตัวแปรตาม คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>4. ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ การเจริญเติบโตของพืช</p>			

สถานการณ์ที่ 3

การเผาตอซัง ฟางข้าว

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ หรือประมาณ ร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ได้ผลผลิตข้าว 24 ล้านตัน มีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 25.45 ล้านตัน และมีปริมาณตอซังข้าวที่ ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี หรือมีปริมาณฟางข้าวและตอซัง โดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม ดังนั้น ประเทศไทยจะมีปริมาณตอซังและฟางข้าวที่ถูกเผา ประมาณ 29.15 ล้านตันต่อปี

การเผาตอซัง ฟางข้าว ก่อให้เกิดมลพิษปล่อยขึ้นสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน และถูกพัดพาเป็นระยะทางไกลจากแหล่งกำเนิดทุกทิศทาง ทำให้ผู้ที่อาศัยบริเวณพื้นที่ที่มีการเผา หรือพื้นที่ใกล้เคียงได้รับผลกระทบจากควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นอย่างมาก ซึ่งในฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้โลกร้อนขึ้น 69 เปอร์เซ็นต์



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/2360672>

การไถกลบตอซัง เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการลดการเผาตอซัง ฟางข้าว ที่ก่อให้เกิดมลพิษต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินโดยตรง ได้ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์มาก ซึ่งสามารถทำได้โดยการไถกลบวัสดุเศษพืชในระหว่างการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกแล้วทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายในดิน ก่อนที่จะทำการปลูกพืชต่อไป

สถานการณ์ที่ 5

หญ้าทะเล อาหารหลักของพะยูน

พะยูนเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีความยาวประมาณ 2.5 – 3 เมตร และมีน้ำหนักราว 230 – 500 กิโลกรัม กินพืชในน้ำเป็นอาหาร สถานการณ์พะยูนทั่วโลกน่าเป็นห่วง คาดว่าบางพื้นที่เสี่ยงใกล้สูญพันธุ์ และเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากประชากรพะยูนทั่วโลกลดลงอย่างน้อย 20% ในช่วง 90 ปีที่ผ่านมา โดยพะยูนถูกล่าเพื่อเอาเนื้อและน้ำมันมาตั้งแต่สมัยโบราณ บวกกับพื้นที่หญ้าทะเลที่ลดลง เมื่ออาหารไม่เพียงพอการผสมพันธุ์ก็ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ ทำให้จำนวนพะยูนค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง

หญ้าทะเล อาหารหลักของพะยูน เริ่มลดจำนวนลงในภูมิภาคพื้นแชนเติลของรัฐฟลอริดา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ โดยมีสาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

1) **ภาวะโลกร้อน** ภาวะโลกร้อนส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทรเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นด้วย โดยอุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงขึ้นมีผลต่อวงจรชีวิตของหญ้าทะเล มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอกและเมล็ดของหญ้าทะเลอีกทั้งความเครียดจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทำให้การกระจายตัวของหญ้าทะเลเปลี่ยนแปลง

2) ภัยธรรมชาติอื่นๆ เหตุการณ์สึนามิ ความรุนแรงจากพายุต่างๆ


3) การเดินเรือ และการสัญจรทางน้ำ ทำให้ใบหญ้าทะเลถูกตัดขาด หน้าดินถูกคุ้ย เกิดการพังกระจายของตะกอนในน้ำ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล

4) การทำประมงบางประเภท เช่น คราดหอย เรืออวนลากขนาดเล็ก เรืออวนรุน เรืออวนทับตลิ่งขนาดใหญ่ ที่ทำการประมงในแหล่งหญ้าทะเล ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่แหล่งหญ้าทะเล และสัตว์ทะเล

5) น้ำเสียตามชายฝั่งทะเล เช่น การทำเหมืองแร่ ทำเทียบเรือ สะพานปลา โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนบ้านเรือน และการทำนาเกลือ ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล



ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0 -1	
ว 3.2 ป. 6/9 ว 4.2 ป. 6/5 ค 3.1 ป. 6/1	<p>สมรรถนะ : การแปลความหมาย ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้เกี่ยวกับกรได้มาของความรู้</p> <p>บริบท : โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>1. หากนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนประชากรพะยูนทั่วโลกต่อเมื่อ 10 ปี และต้องการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูลจำนวนประชากรของพะยูนที่มีแนวโน้มลดลง ให้เข้าใจง่าย นักเรียนจะจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตาราง 2. แผนภูมิแท่ง 3. แผนภูมิวงกลม 4. เขียนอธิบาย 			
ว 3.2 ป. 6/8 ว 3.2 ป. 6/9	<p>สมรรถนะ : การประเมินและ อธิกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ บริบท : โลก - ก้าวหน้าทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ</p>	<p>2. นักเรียนสนใจศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้ปัญหาทะเลลดลง จึงต้องการ ทำการทดลอง โดยนักเรียนต้องการศึกษาว่าระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร</p> <p>คำถามการทดลองข้อใดที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความเป็นกรด-เบสของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร 2. อุณหภูมิของน้ำทะเลที่สูงขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร 			

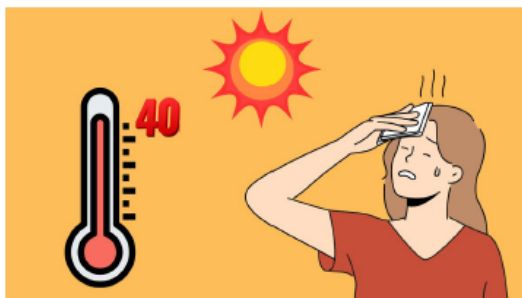
ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0 -1	
ว 3.2 ป. 6/8 ว 3.2 ป. 6/9	<p>สมรรถนะ : การประเมินและอธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ</p> <p>บริบท : โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือตอบเชิงซ้อน</p>	<p>3. อุณหภูมิของน้ำทะเลจากภาวะโลกร้อนทำให้น้ำทะเลเร็วขึ้นได้</p> <p>4. น้ำทะเลที่มีสภาพเป็นกรดมากขึ้นทำให้น้ำทะเลเร็วขึ้นได้</p> <p>3. “นักเรียนต้องการศึกษาว่าระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร”</p> <p>จากปัญหาการทดลองด้านบน จงเขียนสมมติฐานการทดลองมา 1 สมมติฐาน</p>			
ว 3.2 ป. 6/8	<p>สมรรถนะ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ</p> <p>บริบท : โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p>	 <p>ภาพ f อุณหภูมิ น้ำ 18°C ภาพ d อุณหภูมิ น้ำ 22°C</p>			

ตัวชี้วัด	ลักษณะข้อสอบ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0	-1	
	รูปแบบคำถาม : เขียนตอบ	<p>4. จากภาพผลการทดลอง จงสรุปผลการทดลองที่สอดคล้องกับสมมติฐานการทดลองข้างต้น</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>				

สถานการณ์ที่ 6

โรคลมแดด ภัยหน้าร้อน

ในช่วงฤดูร้อน หลายจังหวัดในประเทศไทยมีอุณหภูมิทะลุสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จนติด 1 ใน 15 ของเมืองที่ร้อนที่สุดในโลก อากาศที่ร้อนจัดทำให้เสี่ยงต่อโรคลมแดด โรคที่มีอันตรายถึงชีวิต ซึ่งเคยมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคฮีทสโตรกถึง 18 ราย และคาดการณ์ว่าจะมีผู้เสียชีวิตสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากภาวะอากาศร้อนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี



โรคลมแดด หรือ ฮีทสโตรก (Heatstroke) เป็นภาวะที่เกิดจากร่างกายมีความร้อนสูงเกินไปซึ่งมักเกิดจากการทำงาน ใช้แรงงาน หรือออกกำลังกายอย่างหนักในภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง มักเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงถึง 40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า และมักจะเกิดในช่วงฤดูร้อนหรือบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง อาจทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะสำคัญ เช่น สมอง หัวใจ ปอด ไต และกล้ามเนื้อได้ หากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องอย่างทันท่วงที จะมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายได้ บางรายถึงขั้นพิการและเสียชีวิตได้



ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ		ข้อเสนอแนะ										
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0 -1											
ว 4.2 ป. 6/1	<p>สมรรถนะ : การอธิบาย</p> <p>ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา</p> <p>บริบท : บุคคล - คุณภาพ</p> <p>สิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เล็กตอบเชิงข้อ</p>	<p>1. ข้อความที่อธิบายว่าเพราะเหตุใดประเทศไทยถึงมีอุณหภูมิสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ดังต่อไปนี้ถูกต้องใช้หรือไม่</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>การกำหนดตัวแปรการทดลอง</th> <th>ใช่ หรือ ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ทำให้ได้รับรังสีจากแสงดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่น ๆ</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ประเทศไทย มีพื้นที่ตั้งสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ บนโลก</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	การกำหนดตัวแปรการทดลอง	ใช่ หรือ ไม่ใช่	ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก	ใช่ / ไม่ใช่	ทำให้ได้รับรังสีจากแสงดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่	ประเทศไทย มีพื้นที่ตั้งสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ บนโลก	ใช่ / ไม่ใช่	ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่			
การกำหนดตัวแปรการทดลอง	ใช่ หรือ ไม่ใช่														
ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก	ใช่ / ไม่ใช่														
ทำให้ได้รับรังสีจากแสงดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่														
ประเทศไทย มีพื้นที่ตั้งสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ บนโลก	ใช่ / ไม่ใช่														
ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่														

สถานการณ์ที่ 8

วิกฤตักวันพะเยา

ักวันพะเยาน้ำแห้งจนวิกฤติ ปลาขาดน้ำแห้งตายเกลื่อน ดินดอนโผล่ยาวกว่า 1 กม. ักวันพะเยาน้ำแห้งวิกฤติเหลือน้ำกักเก็บแค่ 5-6 ล้าน ลบ.ม. ปลาที่อาศัยอยู่ในักวันเกษน้ำตื้นตายเกลื่อนตามแนวชายหาด เห็นสันดินดอนโผล่ยาวกว่า 1 กม. ตำน ผู้ว่าฯ เตรียมผันน้ำอ่างฮินมาเติมช่วยก่อน ผู้สื่อข่าวรายงานว่า สถานการณ์น้ำักวันพะเยาเข้าสู่วิกฤติ น้ำแห้งทำให้เห็นสันดินดอนยาวกว่า 1 กิโลเมตรแฉวบริเวณหน้าลานพญานาคหรือหน้าอนุสาวรีย์พ่อขุนงำเมือง ซึ่งปัจจุบันน้ำในักวันพะเยา เหลือ 5-6 ล้านลบ.ม. จากปริมาณกักเก็บเดิม 55 ล้านกว่าลูกบาศก์เมตร น้ำักวันแห้ง ส่งผลกระทบ ทำให้ปลาที่อาศัยอยู่ในักวัน ตายเกษน้ำตื้นเกลื่อนตามแนวชายหาด โดยเฉพาะปลาไหล ปลานิล ปลาชุก ที่ไม่สามารถว่ายลงไปอยู่ที่มีน้ำลึกได้ทัน จึงนอนตาย เน่าแห้งตายอยู่บริเวณสันดินดอนที่น้ำแห้งไปทั่วบริเวณ



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/north/2661525>

สำหรับสถานการณ์ภัยแล้งปีนี้ทำให้น้ำักวันพะเยาแห้งเร็วกว่าปกติซึ่งมีการปล่อยน้ำให้ชาวบ้านทำนาปรังในเขตพื้นที่ท้ายน้ำ จึงทำให้น้ำักวันพะเยาแห้งและเหลือปริมาณน้อย ทำให้ปลาเล็กปลาใหญ่ที่ไม่สามารถแหวกว่ายลงที่มีน้ำลึกได้จนต้องแห้งและเน่าตายอยู่บริเวณสันดินดอนที่น้ำแห้ง เช่น ปลาไหล ปลานิล ปลาชุก เน่าและแห้งตาย โดยทำให้ผู้ที่อยู่รอบักวันได้รับผลกระทบไปทั่ว ถ้าหากไม่มีฝนเพิ่มปริมาณน้ำในักวันพะเยาอาจจะแห้งลงไปอีก พี่น้องประชาชนพะเยาอาจได้รับผลกระทบน้ำอุปโภคบริโภคและน้ำใช้การเกษตรมากกว่านี้

สำหรับวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำักวันพะเยาแห้ง ทางว่าที่ร้อยตรีณรงค์ โรจนโสทร ผู้ว่าราชการจังหวัดพะเยา ก็ได้มีการเตรียมเปิดประตูระบายน้ำผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำแม่ต๋ำและอ่างเก็บน้ำแม่ปืม ให้ไหลเข้ามาเพิ่มปริมาณน้ำในักวันพะเยาภายในวันที่ 24 มี.ค. 2566 นี้ต่อไป

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0 -1	
ว 3.2 ป. 6/8	<p>สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ</p> <p>บริบท : บุคคล-คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ</p>	<p>ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้น้ำในภาชนะทะเลลดลง จนแห้งเหือด และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและผู้คนในพื้นที่ใกล้เคียง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้น้ำในการเกษตรของชาวนา 2. การไหลของวงน้ำปริมาณมากไปยังแม่น้ำต่าง ๆ 3. การใช้น้ำในการอุปโภค บริโภคจำนวนมากของคนในเมือง 4. การระเหยของน้ำเนื่องจากได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ 			
ว 3.2 ป. 6/8	<p>สมรรถนะ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p>	<p>2. นักเรียนได้สืบค้นแนวทางการใช้ น้ำ ของเกษตรกรในการทำนา ซึ่งได้ค้นพบวิธีการทำนาดังต่อไปนี้</p> <p>“การทำนาใช้น้ำน้อย ให้น้ำแบบปลูกผักจะช่วยให้ต้นข้าวแข็งแรง ผลผลิตเพิ่ม ประหยัดต้นทุนปราบศัตรูพืช ประหยัดน้ำ และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าการทำนาโดย ชาวนาได้ผลผลิตเพราะไม่เกิดการหมักเหมือนการทำนาทั่วไปโดย ชาวนาได้ผลผลิตเป็นข้าวเปลือกมากถึง 6 ตันต่อไร่ โดยใช้น้ำเพียงไร่ละ 500 ลบ.ม. และลงทุนแค่ไม่เกิน 5,000 บาท/ไร่ โดยเริ่มจากการเตรียมดิน โถกสบพีซที่ขึ้นอยู่แล้วหรือปุ๋ยอินทรีย์มาหว่านทั่วแปลง ในอัตราไร่ละ 5-10 กระสอบ จากนั้นรดด้วยจุลินทรีย์หน่อกล้วย 5-10 ลิตรผสมน้ำ 200 ลิตร โถกสบทั้งไร่ 20-30 วัน ขั้นตอนนี้ถ้าดินไม่ได้ออกทำหลายรอบ</p>			
ว 4.2 ป. 6/1	<p>ความรู้ : ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้</p> <p>บริบท : บุคคล-คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบเชิงซ้อน</p>				

ตัวชี้วัด	ลักษณะข้อสอบ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ						
			+1	0		-1					
	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์	<p>จากนั้นได้ตรวจ ท้าคั้นมา เดินทอระบบเทปน้ำพุ ซึ่งจะ เหมาะมากกับบนนอกเขตชลประทาน น้ำกลายอายุ 15 วัน จาก แปลงเพาะลงปลูกห่างกัน 40x40 ซม. พื้นที่ 1 ไร่ จะลงกล้าได้ ทั้งหมด 6,400 หลุม</p> <p>การรดน้ำ ไม่จำเป็นต้องให้ทั่วทั้งแปลงตามความเชื่อเดิม ๆ แต่ให้พองุ้มเหนือปลูกผัก และการปลูกข้าวที่ได้ผลผลิตไร่ละ 6 ตัน เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการนี้เปิดน้ำรดต้นข้าวแค่วันละ 10 นาที เฉพาะในช่วงที่ต้นดูแห้ง หากฝนตกไม่ต้องรดน้ำ เป็นอีกวิธีในการที่จะประหยัดน้ำ</p> <p>จากข้อมูลก็นักเรียนสืบค้นมา หากเปรียบเทียบข้อดีและ ข้อจำกัดของการทำนาแบบน้ำน้อยและการทำนาและน้ำขังปกติ ข้อสรุปคือไปนี้ถูกต้องใช้หรือไม่</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อความ</th> <th>ใช่ หรือ ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>การทำนาแบบน้ำน้อยจะพบปัญหาวัชพืชมากกว่าการทำนาแบบน้ำขัง</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>การทำนาแบบน้ำน้อยจะใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารน้อยกว่าการทำนาแบบน้ำขัง</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่	การทำนาแบบน้ำน้อยจะพบปัญหาวัชพืชมากกว่าการทำนาแบบน้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่	การทำนาแบบน้ำน้อยจะใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารน้อยกว่าการทำนาแบบน้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่			
ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่										
การทำนาแบบน้ำน้อยจะพบปัญหาวัชพืชมากกว่าการทำนาแบบน้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่										
การทำนาแบบน้ำน้อยจะใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารน้อยกว่าการทำนาแบบน้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่										

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0		-1
ว 3.2 ป. 6/9	สมรรถนะ : การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	<p>3. จงระบุแนวทางในการประหยัดน้ำ และลดการใช้พลังงานในชุมชนที่อาศัยในบริเวณบ้าน ที่สามารถกระทำได้ง่าย และไม่ส่งผลกระทบท่อต่อการดำเนินชีวิตของคนในชุมชน</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>			
ว 4.2 ป. 6/1	ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา บริบท : บุคคล - คุณภาพ สิ่งแวดล้อม รูปแบบคำถาม : เชิงตอบ				

สถานการณ์ที่ 9

เต่าทะเลในฟลอริดากำลังเผชิญกับปัญหาที่เลวร้าย จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพราะคลื่นความร้อนเมื่อเร็ว ๆ นี้ทำให้ทรายบนชายหาดบางแห่งร้อนจัดจนเต่าทุกตัวที่เกิดมาเป็นตัวเมีย เพศของเต่าทะเลจะถูกกำหนดโดยอุณหภูมิที่ไข่ได้รับ ภาวะโลกร้อนทำให้เต่าทะเลเกิดใหม่ในแถบฟลอริดา ฟักออกมาเป็นตัวเมียทุกตัวตลอด 4 ปีที่ผ่านมา

เมื่อเต่าทะเลผสมพันธุ์ เต่าทะเลตัวเมียจะต้องเดินทางมายังชายหาดเพื่อวางไข่ โดยจะขุดทรายและฝังไข่เอาไว้รอวันฟักออกมา ดังนั้นอุณหภูมิของหาดทรายที่ห่อหุ้มไข่เต่าทะเลเหล่านี้ไว้ จึงมีผลต่อลูกเต่าทะเลในไข่



ที่มา :

<https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8/177896>

ข้อมูลจากองค์การบริหารมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐฯ (NOAA) ระบุว่า เพศของเต่าทะเลและจระเข้ไม่ได้ถูกกำหนดในช่วงของการปฏิสนธิ แต่จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ไข่ได้รับ

โดยหากไข่เต่าฟักตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27.7 องศาเซลเซียส ลูกเต่าที่ฟักออกมาจะเป็นตัวผู้ แต่หากฟักที่อุณหภูมิสูงกว่า 31 องศาเซลเซียส ลูกเต่าจะเป็นตัวเมีย ในขณะที่โลกเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้เกิดสภาวะการฟักตัวของสัตว์บางชนิดปิดเบี่ยงหรือถึงตายได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสายพันธุ์เต่าและสัตว์เลื้อยคลานอื่น ๆ ที่ต้องวางไข่

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา จำนวนประชากรเต่าทะเลลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่มีเต่าทะเลตัวผู้และตัวเมียเพียงพอที่จะผสมพันธุ์ได้สำเร็จ

ทั้งนี้ ยังไม่มีรายงานจากหาดทรายอื่น ๆ ในโลกว่า กำลังเผชิญปัญหาแบบเดียวกันหรือไม่ หากเต่าทั้ง 100 ตัวในหาดเกือบทุกแห่งทั่วโลก ฟักออกมาเป็นตัวเมีย ก็จะทำให้ประชากรเต่าเพศผู้ที่กลับสู่ทะเลมีน้อยมาก อาจส่งผลต่อการขยายพันธุ์ของเต่าทะเล และอาจส่งผลกระทบรุนแรงถึงขั้นสูญพันธุ์ได้ในท้ายที่สุด

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		ข้อเสนอแนะ						
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0 -1							
ว 3.2 ป. 6/8	<p>สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา</p> <p>บริบท : โลก - คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ</p>	<p>1. ข้อใดคือปัจจัยในการกำหนดเพศของลูกเต่า</p> <p>1. อุณหภูมิแม่เต่าขณะกกไข่</p> <p>2. อุณหภูมิของทรายในการฟักไข่</p> <p>3. เพศของเต่ากำหนดจากยีนในเซลล์ของเพศผู้</p> <p>4. ยีนส์กำหนดเพศที่เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย</p>									
ว 3.2 ป. 6/8	<p>สมรรถนะ : การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ</p>	<p>2. จงออกแบบการทดลองว่าอุณหภูมิของทรายมีผลต่อการกำหนดเพศของลูกเต่า</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อความ</th> <th>ใช่ หรือ ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>กำหนดตัวแปรต้นคืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ตัวแปรตามคือ เพศของลูกเต่า ตัวแปรควบคุมคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>กำหนดตัวแปรต้นคือ เพศของลูกเต่า ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ตัวแปรตามคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ตัวแปรควบคุม คืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่	กำหนดตัวแปรต้นคืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ตัวแปรตามคือ เพศของลูกเต่า ตัวแปรควบคุมคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่	กำหนดตัวแปรต้นคือ เพศของลูกเต่า ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ตัวแปรตามคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ตัวแปรควบคุม คืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่			
ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่										
กำหนดตัวแปรต้นคืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ตัวแปรตามคือ เพศของลูกเต่า ตัวแปรควบคุมคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่										
กำหนดตัวแปรต้นคือ เพศของลูกเต่า ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ตัวแปรตามคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ตัวแปรควบคุม คืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่										
ว 4.2 ป. 6/1	<p>เสถียรภาพความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ</p> <p>บริบท : โลก - คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบเชิงซ้อน</p>										

สถานการณ์ที่ 10

3 งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ชี้ชัด กทม.และปริมาณทลจมน้ำในอนาคต 100% ในอีก 20 ปีข้างหน้า โดยเฉพาะช่วงแรก ต้องรับมือกับฝน 100 ปี ที่เกิดขึ้นในช่วง ก.ย.-พ.ย.65 ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณฝนตกหนักมากขึ้นและเป็นระยะเวลายาวขึ้น จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ได้คาดการณ์ไว้ว่าปี2565 พายุอาจจะเข้าไทย 2-3 ลูก ซึ่งอาจมีโอกาสเป็นฝน 100 ปี เมื่อเทียบเคียงกับสถานการณ์ฝนที่กรุงโซล เกาหลีใต้ ที่เกิดปรากฏการณ์ฝนหนักมากในรอบ 80 ปี ในปริมาณ 140 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง อีกทั้งในระยะอันใกล้นี้มีโอกาสเป็นไปได้สูงที่สถานการณ์จะเหมือนน้ำท่วมใหญ่ปี 2554 เพราะปริมาณน้ำฝนเท่ากัน

รศ.ดร.เสรี ศุภราทิตย์ ผู้อำนวยการศูนย์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติ มหาวิทยาลัยรังสิต จากการติดตาม และศึกษาข้อมูลงานวิจัยในระดับโลกที่มีการศึกษากันนั้น ชี้ให้เห็นว่า กทม.และปริมาณทลมีความเสี่ยงสูงมากที่จะจมน้ำ 100% เพราะปริมาณน้ำฝน น้ำเหนือหลากที่จะเกิดขึ้นในหน้าฝน ขณะที่น้ำทะเลหนุนสูงถาวร ซึ่งใน 30 ปีข้างหน้าจะสูงขึ้นอีก 30-40 เซนติเมตร จึงเป็นสิ่งที่น่ากังวล เพราะจากงานวิจัยพบว่า กรุงเทพฯ อยู่ในลำดับ 7 เมืองน้ำท่วมชายฝั่งเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง



ที่มา : <https://maronline.com/specialscoop/detail/9650000084200>

แต่ในความเป็นจริงเพื่อแก้วิกฤตโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาน้ำท่วมและน้ำทะเลหนุนสูงซึ่งเป็นข้อมูลจากทั่วโลกที่บรรดานักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการ รวมทั้งของไทยได้เคยออกมาเตือนให้รัฐบาลเตรียมรับมือจากสภาวะโลกร้อน น้ำแข็งในขั้วโลกละลาย จะส่งผลกระทบต่อ กทม.ในอีก 10 ปี 20 ปี และ 40 ปี ข้างหน้าที่อาจส่งผลให้ กทม.ถึงขั้นจมนบาดาล จากสภาวะโลกร้อนทำให้น้ำทะเลหนุนสูงขึ้นปีละ 4 มิลลิเมตร ขณะที่แผ่นดิน กทม.ทรุดปีละประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เท่ากับว่า กทม.ทรุดลงในระดับ 5.5 มิลลิเมตรต่อปี

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		+1	0 -1	
ว 3.2 ป. 6/8 ว 4.2 ป. 6/1	<p>สมรรถนะ : การแปลความหมาย ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา</p> <p>บริบท : ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>1. ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มมากขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับการหลอมเหลวของน้ำแข็งทั่วโลกหรือไม่ อย่างไร</p> <p>1. เกี่ยวข้อง เนื่องจาก น้ำแข็งทั่วโลกหลอมเหลวเป็นไอน้ำจำนวนมาก แล้วลอยไปรวมตัวกัน ความหนาแน่นของไอน้ำนั้น</p> <p>2. เกี่ยวข้อง เนื่องจาก เมื่อน้ำแข็งและน้ำที่หลอมเหลวมากขึ้นได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยขึ้นไปรวมตัวกันในอากาศ และควบแน่นเกิดเป็นน้ำมากขึ้น</p> <p>3. ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากน้ำฝนเกิดขึ้นในอากาศ ส่วนน้ำแข็งทั่วโลกเกิดจากการหลอมเหลวอยู่บริเวณขั้วโลก</p> <p>4. ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้นเกิดจากมีก้อนเมฆมากขึ้น ส่วนการหลอมเหลวของน้ำแข็งทั่วโลกเกิดจากความร้อนของดวงอาทิตย์ที่ทำให้น้ำเดือดหรือน้ำทะเลเพิ่มมากขึ้น</p>			

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคาดหวัง		ชื่อเสนอแนะ						
ตัวชี้วัด			+1	0 -1							
ว 4.2 ป. 6/3	<p>การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p> <p>สมรรถนะ : การประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้เกี่ยวกับการได้มา ของความรู้</p> <p>บริบท : ท้องถิ่น – ความก้าวหน้า ของเทคโนโลยี</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ เิงซ้อน</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>2. หากต้องการทราบว่ากรุงเทพฯจะมีได้บ้างหรือไม่ นักเรียน ต้องการสืบค้นข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐ นักเรียนจะเลือกค้นข้อมูล จากเว็บไซต์ไหน ถึงจะได้ข้อมูลที่นักเรียนต้องการ</p> <table border="1"> <tr> <td>เว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล</td> <td>ใช่ หรือ ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>www.bu.ac.th</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>www.google.co.th</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> </table>	เว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	ใช่ หรือ ไม่ใช่	www.bu.ac.th	ใช่ / ไม่ใช่	www.google.co.th	ใช่ / ไม่ใช่			
เว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	ใช่ หรือ ไม่ใช่										
www.bu.ac.th	ใช่ / ไม่ใช่										
www.google.co.th	ใช่ / ไม่ใช่										
ว 3.2 ป. 6/8 ว 4.2 ป. 6/1	<p>สมรรถนะ : การแปลงความหมาย ข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ บริบท ท้องถิ่น – คุณภาพ สิ่งแวดล้อม</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือกตอบ</p>	<p>3. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของโลก ส่งผลทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น นักเรียนจะอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นโดยใช้องค์ความรู้เรื่องวัฏจักรน้ำและการเปลี่ยนแปลงของสสารได้อย่างไร</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>									

สถานการณ์ที่ 11

ค่า ยูวีอัลตราไวโอเล็ต รังสีที่ไม่ควรมองข้าม

โดยธรรมชาติแล้วแสงจากดวงอาทิตย์จะประกอบด้วยแสง UV 3 ชนิด ชนิดแรกคือ ยูวีเอ (UVA) ยูวีบี (UVB) และ ยูวีซี (UVC) รังสี UV หากได้รับในระดับต่ำจะมีประโยชน์ต่อการสร้างวิตามินดี และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกาย แต่หากได้รับในปริมาณมากเกินไปจนเกินความเป็นประโยชน์จะมีผลต่อการทำลายระบบภูมิคุ้มกัน การทำลายเนื้อเยื่อเซลล์ ทำให้ผิวหนังแลดูเหี่ยวหยุ่นจนถึงขั้นระดับรุนแรงกลายเป็นเซลล์มะเร็ง

UV Index คือค่าดัชนีที่บ่งบอกความเข้มข้นของรังสี UV หรือ Ultra Violette (อัลตราไวโอเล็ต) ที่มาพร้อมกับแสงแดด ซึ่งใช้เพื่อเป็นค่าที่บอกว่าแดดแรงจนเกิดความเสี่ยงกับเราแค่ไหน โดยวัดจากปริมาณของความเข้มข้นรังสียูวี ที่แสงจากพระอาทิตย์ส่องลงมาบนพื้นผิวโลก

ค่าดัชนี UV INDEX แบ่งออกเป็น 5 ระดับได้ดังนี้

ค่าดัชนี	ความหมาย	คำอธิบาย
น้อยกว่า 2	ต่ำ	ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ปลอดภัย
3-5	ปานกลาง	จำเป็นต้องป้องกันผิวจากแดด ผิวจะเบิร์นเมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที
6-7	สูง	
8-10	สูงมาก	ต้องได้รับการปกป้องเป็นพิเศษ ผิวจะเบิร์นเมื่ออยู่กลางแจ้ง 20-30 นาที
มากกว่า 11	สูงจัด	

ทั้งนี้องค์การอนามัยโลกยังกำหนดค่ามาตรฐานไว้ว่า “ผิวคนเราจะเบิร์นได้” หากอยู่กลางแจ้งเป็นเวลา 30-60 นาที ในช่วงที่มีค่า UV Index 3-7 หรือเพียง 20-30 นาที ในช่วงที่มีค่า UV Index มากกว่า 8 ขึ้นไป จึงจำเป็นต้องหาวิธีปกป้องผิวเพื่อลดความเสียหายจากการเผชิญ UV โดยตรงให้ได้มากที่สุด จะได้ปลอดภัยเมื่อจำเป็นต้องเผชิญสถานการณ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ค่าเฉลี่ย UV Index ในเมืองไทยนั้นมักอยู่ที่ระดับ 11-12 = Extreme เกือบทั้งปี และสูงขึ้นเรื่อยมาทุกปีในหน้าร้อน ซึ่งช่วงเวลาที่ค่ารุนแรงที่สุดคือ 10-15 น. ซึ่งเป็นตรงต่อดวงดาหรือถึงขั้นมะเร็งผิวหนัง ยิ่งอุณหภูมิสูงด้วยแล้วก็จะเกิดฮีทสโตรกจนอันตรายถึงชีวิตอย่างฉับพลันได้

ตัวชี้วัด	ลักษณะข้อสอบ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ					
			+1	0	-1						
ว 3.2 ป. 6/9	<p>การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</p> <p>สมรรถนะ : การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้ด้านกระบวนการ</p> <p>บริบท : บุคคล-สุขภาพและโรคภัย</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือตอบ</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>1. ปัจจัยใดที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคผิวหนังอย่างรุนแรง เช่นผิวหนังไหม้หรือมะเร็งผิวหนัง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การได้รับแสงแดดช่วงเวลา 07.00-09.00 น. 2. การอยู่กลางแจ้งที่มี UV index 11 เป็นเวลา 15 นาที 3. การอยู่กลางแจ้งที่มี UV index 5 เป็นเวลา 50 นาที 4. การอยู่กลางแจ้งที่มี UV index 7 เป็นเวลา 20 นาที 									
ว 3.2 ป. 6/9	<p>สมรรถนะ : การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์</p> <p>ความรู้ : ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้</p> <p>บริบท : บุคคล - สุขภาพและโรคภัย</p> <p>รูปแบบคำถาม : เลือตอบเชิงซ้อน</p>	<p>2. จากเรื่อง ข้อสรุปต่อไปนี้ถูกต้องใช้หรือไม่</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อความ</th> <th>ใช่ หรือ ไม่ใช่</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ประเทศไทยมีค่า UV index ในระดับ 11-12 ซึ่งจำเป็นต้องป้องกันผิวหนังจากแสงแดด เมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> <tr> <td>หากมนุษย์ได้รับรังสียูวีในช่วงระยะเวลา 07.00-08.00 น. ที่มีความเข้มของรังสียูวีต่ำ จะช่วยในการสร้างวิตามินดีให้กับร่างกาย</td> <td>ใช่ / ไม่ใช่</td> </tr> </tbody> </table>	ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่	ประเทศไทยมีค่า UV index ในระดับ 11-12 ซึ่งจำเป็นต้องป้องกันผิวหนังจากแสงแดด เมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที	ใช่ / ไม่ใช่	หากมนุษย์ได้รับรังสียูวีในช่วงระยะเวลา 07.00-08.00 น. ที่มีความเข้มของรังสียูวีต่ำ จะช่วยในการสร้างวิตามินดีให้กับร่างกาย	ใช่ / ไม่ใช่			
ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่										
ประเทศไทยมีค่า UV index ในระดับ 11-12 ซึ่งจำเป็นต้องป้องกันผิวหนังจากแสงแดด เมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที	ใช่ / ไม่ใช่										
หากมนุษย์ได้รับรังสียูวีในช่วงระยะเวลา 07.00-08.00 น. ที่มีความเข้มของรังสียูวีต่ำ จะช่วยในการสร้างวิตามินดีให้กับร่างกาย	ใช่ / ไม่ใช่										

ลักษณะข้อสอบ		ข้อสอบ	ความคิดเห็นของ		ข้อเสนอแนะ
ตัวชี้วัด	การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์		ผู้เชี่ยวชาญ		
ว 3.2 ป. 6/9	สมรรถนะ : การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	3. จงระบุแนวทางในการป้องกันตนเองจากรังสียูวี หากนักเรียน ต้องทำกิจกรรมนอกอาคารในช่วงเวลา 10.00–15.00 น. พร้อม อธิบายเหตุผล <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>	+1	0	-1
ว 4.2 ป. 6/1	ความรู้ : ความรู้ด้านเนื้อหา บริบท : บุคคล – สุขภาพและโรคร้าย รูปแบบคำถาม : เขียนตอบ				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

4. แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 ข้อ

แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จำนวน 15 ข้อ 30 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ฉบับนี้ ประกอบด้วย ข้อสอบ 15 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 30 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบมี 3 รูปแบบ ได้แก่
 - ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
 - ข้อสอบเลือกตอบแบบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ ให้วงกลมในข้อความ (ใช่/ไม่ใช่) หรือเลือกคำตอบ 1 คำตอบ พร้อมเขียนอธิบาย/ให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบดังกล่าว
 - ข้อสอบเขียนตอบอิสระ จำนวน 4 ข้อ ให้เขียนคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่กำหนด

สถานการณ์ที่ 1
“พะเยา วิกฤตฝุ่น PM 2.5”



ที่มา : <https://www.pptvhd36.com/health/news/3066>

PM 2.5 เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ล่องลอยอยู่ในอากาศได้เป็นวันหรือเป็นอาทิตย์รวมทั้งกระจายได้ไปไกลถึง 100 ไมล์ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของคนในพื้นที่ และเกิดจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายผ่านระบบทางเดินหายใจ หากได้รับอย่างต่อเนื่องหรือในปริมาณที่มาก อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคหอบหืด โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหัวใจขาดเลือดได้

สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ยังคงหนักหน่วง ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมที่ผ่านมา สภาพอากาศฝุ่น ค่อนข้างมีค่าเกินมาตรฐาน ส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศที่จังหวัดพะเยา พบผู้ป่วยทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ป่วยภูมิแพ้ ไช้ส้ออักเสบกำเริบเพิ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิต้านทานต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจและผู้คนที่สูบบุหรี่ เพราะสูดดมเอาฝุ่นควันเป็นละอองขนาดเล็ก เข้าสู่ร่างกายจนมีผลกระทบต่อสุขภาพ

1. จากสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของ PM 2.5 ของภาคเหนือ ในบริบทของจังหวัดพะเยา ข้อใดไม่ใช่กิจกรรมที่เป็นการปล่อยฝุ่นควัน PM 2.5

1. การเผาป่า
2. การใช้รถยนต์ส่วนตัว
3. การเผาซังข้าวในนาข้าว
4. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน

2. จงระบุแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากฝุ่น pm 2.5 1 แนวทาง และอธิบายว่าแนวทางดังกล่าวมีผลต่อการป้องกันตนเองจากฝุ่น pm 2.5 อย่างไร

สถานการณ์ที่ 2

การเผาตอซัง ฟางข้าว

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ และมีปริมาณตอซังข้าวที่ ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี ประเทศไทยจะมีปริมาณตอซังและฟางข้าวที่ถูกเผา ประมาณ 29.15 ล้านตันต่อปี

การเผาตอซัง ฟางข้าว ก่อให้เกิดมลพิษปล่อยขึ้นสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก สามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน และถูกพัดพาเป็นระยะทางไกล ทำให้ผู้ที่อาศัย บริเวณพื้นที่ที่มีการเผา หรือพื้นที่ใกล้เคียงได้รับผลกระทบจากควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นอย่างมาก ซึ่งไม่ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้โลกร้อนขึ้น 69 เปอร์เซ็นต์



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/2360672>

การไถกลบตอซัง เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการลดการเผาตอซัง ฟางข้าว ที่ก่อให้เกิดมลพิษต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินโดยตรง ได้ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์มาก ซึ่งสามารถทำได้โดยการไถกลบวัสดุเศษพืชในระหว่างการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกแล้วทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายในดิน ก่อนที่จะทำการปลูกพืชต่อไป

3. เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นต้องการศึกษาว่าดินที่ผ่านการเผาตอซังและฟางข้าว และดินที่ผ่านการไถกลบตอซังและฟางข้าว ดินชนิดใดจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่ากัน เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นจึงได้ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปรการทดลอง

การกำหนดตัวแปรของเด็กชายกล้าและเด็กชายต้นดังต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

1. ตัวแปรต้น คือ ดินที่ผ่านการเผาตอซังและฟางข้าว และดินที่ผ่านการไถกลบตอซังและฟางข้าว
2. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณดิน และพันธุ์พืช
3. ตัวแปรตาม คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช
4. ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ การเจริญเติบโตของพืช

สถานการณ์ที่ 3

หญ้าทะเล อาหารหลักของพะยูน

พะยูนเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีความยาวประมาณ 2.5 – 3 เมตร และมีน้ำหนักราว 230 – 500 กิโลกรัม กินพืชใต้น้ำเป็นอาหาร สถานการณ์พะยูนทั่วโลกน่าเป็นห่วง คาดว่าบางพื้นที่เสี่ยงใกล้สูญพันธุ์ และเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากประชากรพะยูนทั่วโลกลดลงอย่างน้อย 20% ในช่วง 90 ปีที่ผ่านมา โดยพะยูนถูกล่าเพื่อเอาเนื้อและน้ำมันมาตั้งแต่สมัยโบราณ บวกกับพื้นที่หญ้าทะเลที่ลดลง เมื่ออาหารไม่เพียงพอการผสมพันธุ์ก็ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ ทำให้จำนวนพะยูนค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง

หญ้าทะเล อาหารหลักของพะยูน เริ่มลดจำนวนลงในภูมิภาคพื้นแชนเดิลของรัฐฟลอริดา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ โดยมีสาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

- 1) ภาวะโลกร้อน ภาวะโลกร้อนส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทรเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นด้วย โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อวงจรชีวิตของหญ้าทะเล มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอกและเมล็ดของหญ้าทะเล
- 2) ภัยธรรมชาติอื่นๆ เหตุการณ์สึนามิ ความรุนแรงจากพายุต่างๆ
- 3) การเดินเรือ และการสัญจรทางน้ำ ทำให้ใบหญ้าทะเลถูกตัดขาด หนาดินถูกคุ้ย เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนใต้น้ำ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล
- 4) การทำประมงบางประเภท เช่น คราดหอย เว็ลลวนลากขนาดเล็ก เว็ลลวนรุน เว็ลลวนทับตลิ่งขนาดใหญ่ ก่อเกิดความเสื่อมโทรมแก่แหล่งหญ้าทะเล และสัตว์ทะเล
- 5) น้ำเสียตามชายฝั่งทะเล

4. หากนักเขียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนประชากรพะยูนทั่วโลกต่อเมือง 10 ปี และต้องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจำนวนประชากรของพะยูนที่มีแนวโน้มลดลง ให้เข้าใจง่าย นักเขียนจะจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

1. ตาราง
2. แผนภูมิแท่ง
3. แผนภูมิวงกลม
4. เขียนอธิบาย

5. นักเรียนสนใจศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้หญ้าทะเลลดลง จึงต้องการทำการทดลอง โดยนักเรียนต้องการศึกษาวาระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร

คำถามการทดลองข้อใดที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา

1. ความเป็นกรด-เบสของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร
2. อุณหภูมิของน้ำทะเลที่สูงขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร
3. อุณหภูมิของน้ำทะเลจากภาวะโลกร้อนทำให้หญ้าทะเลเจริญเติบโตได้ดี
4. น้ำทะเลที่มีสภาพเป็นกรดมากขึ้นทำให้หญ้าทะเลเจริญเติบโตได้น้อยลง

6. “นักเรียนต้องการศึกษาวาระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร”

จากปัญหาการทดลองด้านบน จงเขียนสมมติฐานการทดลองมา 1 สมมติฐาน

7. พิจารณาภาพผลการทดลอง



ภาพ f อุณหภูมิน้ำ 18°C



ภาพ d อุณหภูมิน้ำ 22°C

สถานการณ์ที่ 4 โรคลมแดด ภัยหน้าร้อน

โรคลมแดด หรือ ฮีทสโตรก (Heatstroke) เป็นภาวะที่เกิดจากร่างกายมีความร้อนสูงเกินไปซึ่งมักเกิดจากการทำงาน ใช้แรงงาน หรือออกกำลังกายอย่างหนักในภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง มักเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงถึง 40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า และมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อนหรือบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง อาจทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะสำคัญ เช่นสมอง หัวใจ ปอด ไต และกล้ามเนื้อได้ หากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องอย่างทันท่วงที จะมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายได้ บางรายถึงขั้นพิการและเสียชีวิตได้



ในช่วงฤดูร้อน หลายจังหวัดในประเทศไทยมีอุณหภูมิทะลุสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จนติด 1 ใน 15 ของเมืองที่ร้อนที่สุดในโลก อากาศที่ร้อนจัดทำให้เสี่ยงต่อโรคลมแดด โรคที่มีอันตรายถึงชีวิต ซึ่งเคยมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคฮีทสโตรกถึง 18 ราย และคาดการณ์ว่าจะมีผู้เสียชีวิตสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากภาวะอากาศร้อนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี

8. ข้อความที่อธิบายว่าเพราะเหตุใดประเทศไทยถึงมีอุณหภูมิสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ดังต่อไปนี้ ถูกต้องใช่หรือไม่

การกำหนดตัวแปรการทดลอง	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก ทำให้ได้รับรังสีจากแสงดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่
ประเทศไทย มีพื้นที่ตั้งอยู่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ บนโลก ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่

สถานการณ์ที่ 5

วิกฤติกว๊านพะเยา

กว๊านพะเยาน้ำแห้งจนวิกฤติ ปลาขาดน้ำแห้งตายเกลื่อน ดินดอนไหลยาวกว่า 1 กม. กว๊านพะเยาน้ำแห้งวิกฤติเหลือน้ำกักเก็บแค่ 5-6 ล้าน ลบ.ม. ปลาที่อาศัยอยู่ในกว๊านเกยน้ำตื่นตายเกลื่อนตามแนวชายหาด เห็นสันดินดอนไหลยาวกว่า 1 กม. ด้าน ผู้ว่าฯ เตรียมผันน้ำอ่างอื่นมาเติมช่วยก่อน ผู้สื่อข่าวรายงานว่า สถานการณ์น้ำกว๊านพะเยาเข้าสู่วิกฤติ น้ำกว๊านแห้ง ส่งผลกระทบ ทำให้ปลาที่อาศัยอยู่ในกว๊าน ตายเกยน้ำตื่นเกลื่อนตามแนวชายหาด โดยเฉพาะปลาไหล ปลานิล ปลาตุ๊ก ที่ไม่สามารถว่ายลงไปอยู่ที่มีน้ำลึกได้ทัน จึงนอนตาย เน่าแห้งตายอยู่บริเวณสันดินดอนที่น้ำแห้งไปทั่วบริเวณ



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/north/2661525>

สำหรับสถานการณ์ภัยแล้งปีนี้ทำให้น้ำกว๊านพะเยา แห้งเร็วกว่าปกติซึ่งมีการปล่อยน้ำให้ชาวบ้านทำนาปรังในเขตพื้นที่ท้ายน้ำ ถ้าหากไม่มีฝนเพิ่มปริมาณน้ำในกว๊านพะเยาอาจจะแห้งลงไปอีก พื้นที่ประชาชนพะเยาอาจได้รับผลกระทบน้ำอุปโภคบริโภคและน้ำใช้การเกษตรมากกว่านี้

9. นักเรียนได้สืบค้นแนวทางในการลดการใช้น้ำของเกษตรกรในการทำนา ซึ่งได้ค้นพบวิธีการทำนาดังต่อไปนี้

“การทำนาใช้น้ำน้อย ให้น้ำแบบปลูกผักจะช่วยให้ต้นข้าวแข็งแรง ผลผลิตเพิ่ม ประหยัดต้นทุนปราบศัตรูพืช ประหยัดน้ำ แถมอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนตัวการทำโลกร้อนยังต่ำอีกด้วย เพราะไม่เกิดการหมักเหมือนการทำนาทั่วไปโดย ชาวนาได้ผลผลิตเป็นข้าวเปลือกมากถึง 6 ตันต่อไร่ โดยใช้น้ำเพียงไร่ละ 500 ลบ.ม. และลงทุนแค่ไม่เกิน 5,000 บาท/ไร่ โดยเริ่มจากการเตรียมดิน โกลบพืชที่ขึ้นอยู่แล้ว ไม่ว่าจะตอซัง ฟาง หญ้า ปอเทือง พืชตระกูลถั่ว ถ้าไม่มีใช้ใบไม้ ปุ๋ยอินทรีย์มาหว่านทั่วแปลง ในอัตราไร่ละ 5-10 กระสอบ จากนั้นรดด้วยจุลินทรีย์หน่อกล้วย 5-10 ลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร โกลบทิ้งไว้ 20-30 วัน ชั้นตอนนี้ถ้าดินไม่ตื้อต้องทำหลายรอบ

จากนั้นไถคราด ทำคันนา เดินท่อระบบเหน็บน้ำพุ่ง ซึ่งจะเหมาะสมมากกับนานอกเขตชลประทาน น้ำกล้าอายุ 15 วัน จากแปลงเพาะลงปลูกห่างกัน 40x40 ซม. พื้นที่ 1 ไร่ จะลงกล้าได้ทั้งหมด 6,400 หลุม

การรดน้ำ ไม่จำเป็นต้องให้น้ำท่วมขังตามความเชื่อเดิม ๆ แต่ให้พอชุ่มเหมือนปลูกผัก และการปลูกข้าวที่ได้ผลผลิตไร่ละ 6 ตัน เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการนี้เปิดน้ำรดต้นข้าวแคว้นละ 10 นาที เฉพาะในช่วงที่ตื่นตูแห้ง หากฝนตกไม่ต้องรดน้ำ เป็นอีกวิธีในการที่จะประหยัดน้ำ”

จากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมา หากเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการทำนาแบบน้ำน้อย และการทำนาและน้ำขังปกติ ข้อสรุปต่อไปนี้อาจต้องใช้หรือไม่

ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
การทำนาแบบน้ำน้อยจะพบปัญหาวัชพืชมากกว่าการทำนาแบบน้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่
การทำนาแบบน้ำน้อยจะใช้น้ำหรือธาตุอาหารน้อยกว่าการทำนาแบบน้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่

10. จงระบุแนวทางในการประหยัดน้ำ และลดการใช้น้ำของคนในชุมชนที่อาศัยในบริเวณบ้าน ที่สามารถทำได้ง่าย และไม่ส่งผลกระทบต่อการค้าเดินชีวิตของคนในชุมชน

สถานการณ์ที่ 6

เต่าทะเลในฟลอริดากำลังเผชิญกับปัญหาที่เลวร้าย จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพราะคลื่นความร้อนเมื่อเร็ว ๆ นี้ทำให้ทรายบนชายหาดบางแห่งร้อนจัดจนเต่าทุกตัวที่เกิดมาเป็นตัวเมีย เพศของเต่าทะเลจะถูกกำหนดโดยอุณหภูมิที่ไข่ได้รับ ภาวะโลกร้อนทำให้เต่าทะเลเกิดใหม่ในแถบฟลอริดา ฟักออกมาเป็นตัวเมียทุกตัวตลอด 4 ปีที่ผ่านมา

เมื่อเต่าทะเลผสมพันธุ์ เต่าทะเลตัวเมียจะต้องเดินทางมายังชายหาดเพื่อวางไข่ โดยจะขุดทรายและฝังไข่เอาไว้รอวันฟักออกมา ดังนั้นอุณหภูมิของหาดทรายที่ห่อหุ้มไข่เต่าทะเลเหล่านี้ไว้ จึงมีผลต่อลูกเต่าทะเลในไข่



ที่มา :

<https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8/177896>

ข้อมูลจากองค์การบริหารมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐฯ (NOAA) ระบุว่า เพศของเต่าทะเลและจระเข้นั้นไม่ได้ถูกกำหนดในช่วงของการปฏิสนธิ แต่จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ไข่ได้รับ

โดยหากไข่เต่าฟักตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27.7 องศาเซลเซียส ลูกเต่าที่ฟักออกมาจะเป็นตัวผู้ แต่หากฟักที่อุณหภูมิสูงกว่า 31 องศาเซลเซียส ลูกเต่าจะเป็นตัวเมีย ในขณะที่โลกเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้เกิดสภาวะการฟักตัวของสัตว์บางชนิดบิดเบี้ยวหรือถึงตายได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสายพันธุ์เต่าและสัตว์เลื้อยคลานอื่น ๆ ที่ต้องวางไข่

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา จำนวนประชากรเต่าทะเลลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่มีเต่าทะเลตัวผู้และตัวเมียเพียงพอที่จะผสมพันธุ์ได้สำเร็จ

ทั้งนี้ ยังไม่มีรายงานจากหาดทรายอื่น ๆ ในโลกว่า กำลังเผชิญปัญหาแบบเดียวกันหรือไม่ หากเต่าทั้ง 100 ตัวในหาดเกือบทุกแห่งทั่วโลก ฟักออกมาเป็นตัวเมีย ก็จะทำให้ประชากรเต่าเพศผู้ที่กลับสู่ทะเลมีน้อยมาก อาจส่งผลกระทบต่อขยายพันธุ์ของเต่าทะเล และอาจส่งผลร้ายแรงถึงขั้นสูญพันธุ์ได้ในท้ายที่สุด

11. ข้อใดคือปัจจัยในการกำหนดเพศของลูกเต่า

1. อุณหภูมิแม่เต่าขณะกกไข่
2. อุณหภูมิของทรายในการฟักไข่
3. เพศของเต่ากำหนดจากยีนส์ในอสุจิของเพศผู้
4. ยีนส์กำหนดเพศที่เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

12. การออกแบบการทดลองว่าอุณหภูมิของทรายมีผลต่อการกำหนดเพศของลูกเต่าดังต่อไปนี้
เหมาะสมหรือไม่

ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
กำหนดตัวแปรต้นคืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ตัวแปรตามคือ เพศของลูกเต่า ตัวแปรควบคุมคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่
กำหนดตัวแปรต้นคือ เพศของลูกเต่า ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ตัวแปรตามคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ตัวแปรควบคุม คืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่

สถานการณ์ที่ 7

3 งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ชี้ชัด กทม.และปริมณฑลจมน้ำในอนาคต 100% ในอีก 20 ปีข้างหน้า โดยเฉพาะช่วงแรก ต้องรับมือกับฝน 100 ปี ที่เกิดขึ้นในช่วง ก.ย.-พ.ย.65 ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณฝนตกหนักมากขึ้นและเป็นระยะเวลายาวขึ้น จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ได้คาดการณ์ไว้ว่าปี 2565 พายุอาจจะเข้าไทย 2-3 ลูก ซึ่งอาจมีโอกาสเป็นฝน 100 ปี เมื่อเทียบเคียงกับสถานการณ์ฝนที่กรุงโซล เกาหลีใต้ ที่เกิดปรากฏการณ์ฝนหนักมากในรอบ 80 ปี ในปริมาณ 140 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง อีกทั้งในระยะอันใกล้ก็มีโอกาสเป็นไปได้สูงที่สถานการณ์จะเหมือนน้ำท่วมใหญ่ปี 2554 เพราะปริมาณน้ำฝนเท่ากัน

จากการติดตาม และศึกษาข้อมูลงานวิจัยในระดับโลกที่มีการศึกษากันนั้น ชี้ให้เห็นว่า กทม.และปริมณฑลมีความเสี่ยงสูงมากที่จะจมน้ำ 100% เพราะปริมาณน้ำฝน น้ำเหนือหลากที่จะเกิดขึ้นในหน้าฝน ขณะที่น้ำทะเลหนุนสูงถาวร ซึ่งใน 30 ปีข้างหน้าจะสูงขึ้นอีก 30-40 เซนติเมตร จึงเป็นสิ่งที่น่ากังวล เพราะจากงานวิจัยพบว่า กรุงเทพฯ อยู่ในลำดับ 7 เสี่ยงน้ำท่วมชายฝั่งเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง



ที่มา : <https://mgronline.com/specialcoop/detail/9650000084200>

แต่ในความเป็นจริงเพื่อแก้วิกฤตโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาน้ำท่วมและน้ำทะเลหนุนสูง ซึ่งเป็นข้อมูลจากทั่วโลกที่บรรดานักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการ รวมทั้งของไทยได้เคยออกมาเตือนให้รัฐบาลเตรียมรับมือจากสภาวะโลกร้อน น้ำแข็งในขั้วโลกละลาย จะส่งผลกระทบต่อ กทม.ในอีก 10 ปี 20 ปี และ 40 ปีข้างหน้าที่อาจส่งผลให้ กทม.ถึงขั้นจมน้ำบาดาล จากสภาวะโลกร้อนทำให้น้ำทะเลหนุนสูงขึ้นปีละ 4 มิลลิเมตร ขณะที่แผ่นดิน กทม.ทรุดปีละประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เท่ากับว่า กทม.ทรุดลงในระดับ 5.5 มิลลิเมตรต่อปี

13. ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มมากขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลกหรือไม่ อย่างไร
1. เกี่ยวข้อง เนื่องจาก น้ำแข็งขั้วโลกหลอมเหลวเป็นไอน้ำจำนวนมาก แล้วลอยไปรวมตัวกันควบแน่นเป็นหยดน้ำฝน
 2. เกี่ยวข้อง เนื่องจาก เมื่อน้ำแข็งและน้ำที่หลอมเหลวมากขึ้นได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยขึ้นไปรวมตัวกันในอากาศ และควบแน่นจนเกิดน้ำฝนมากขึ้น
 3. ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากน้ำฝนเกิดขึ้นในอากาศ ส่วนน้ำแข็งขั้วโลกเกิดการหลอมเหลวอยู่บริเวณผิวดิน
 4. ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้นเกิดจากมีก้อนเมฆมากขึ้น ส่วนการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลกเกิดจากความร้อนของดวงอาทิตย์ที่ทำให้น้ำผิวดินหรือน้ำทะเลเพิ่มมากขึ้น
14. หากต้องการทราบว่ากรุงเทพจะเจมน้ำจริงหรือไม่ นักเรียนต้องการสืบค้นข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐ นักเรียนจะเลือกค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ไหน ถึงจะได้ข้อมูลที่นักเรียนต้องการ

เว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	ใช้ หรือ ไม่ใช้
www.tu.ac.th	ใช้ / ไม่ใช้
www.greendigitalibrary.deqp.go.th	ใช้ / ไม่ใช้

สถานการณ์ที่ 8

ค่า ยูวีอัลตราไวโอเล็ต รังสีที่ไม่ควรมองข้าม

UV Index คือค่าดัชนีที่บ่งบอกความเข้มข้นของรังสี UV หรือ Ultra Violette (อัลตราไวโอเล็ต) ที่มาพร้อมกับแสงแดด ซึ่งใช้เพื่อเป็นค่าที่บอกว่าแดดแรงจนเกิดความเสี่ยงกับเราแค่ไหน โดยวัดจากปริมาณของความเข้มรังสียูวี ที่แสงจากพระอาทิตย์ส่องลงมาบนพื้นผิวโลก

ค่าดัชนี UV INDEX แบ่งออกเป็น 5 ระดับได้ดังนี้

ค่าดัชนี	ความหมาย	คำอธิบาย
น้อยกว่า 2	ต่ำ	ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ปลอดภัย
3-5	ปานกลาง	จำเป็นต้องป้องกันผิวจากแดด ผิวจะเบิร์นเมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที
6-7	สูง	
8-10	สูงมาก	ต้องได้รับการปกป้องเป็นพิเศษ ผิวจะเบิร์นเมื่ออยู่กลางแจ้ง 20-30 นาที
มากกว่า 11	สูงจัด	

ทั้งนี้องค์การอนามัยโลกยังกำหนดค่ามาตรฐานไว้ว่า “ผิวคนเราจะเบิร์นได้” หากอยู่กลางแจ้งเป็นเวลา 30-60 นาที ในช่วงที่มีค่า UV Index 3-7 หรือเพียง 20-30 นาที ในช่วงที่มีค่า UV Index มากกว่า 8 ขึ้นไป จึงจำเป็นต้องหาวิธีปกป้องผิวเพื่อลดความเสี่ยงจากการเผชิญ UV โดยตรงให้ได้มากที่สุด จะได้ปลอดภัยเมื่อจำเป็นต้องเผชิญสถานการณ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ค่าเฉลี่ย UV Index ในเมืองไทยนั้นมักอยู่ที่ระดับ 11-12 = Extreme เกือบทั้งปี และสูงขึ้นเรื่อยมาทุกปีในหน้าร้อน ซึ่งช่วงเวลาที่ค่ารุนแรงที่สุดคือ 10-15 น. ซึ่งเป็นอันตรายต่อดวงตาหรือถึงขั้นมะเร็งผิวหนัง ยิ่งอุณหภูมิสูงด้วยแล้วก็จะเกิดฮีทสโตรกจนอันตรายถึงชีวิตอย่างฉับพลันได้

15. จากเรื่อง ข้อสรุปต่อไปนี้อยู่ต้องใช้หรือไม่

ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ประเทศไทยมีค่า UV index ในระดับ 11-12 ซึ่งจำเป็นต้องป้องกันผิวจากแสงแดดเมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที	ใช่ / ไม่ใช่
หากมนุษย์ได้รับรังสียูวีในช่วงระยะเวลา 07.00-08.00 น. ที่มีความเข้มของรังสียูวีต่ำ จะช่วยในการสร้างวิตามินดีให้กับร่างกาย	ใช่ / ไม่ใช่

5. เฉลยแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เฉลยแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จำนวน 15 ข้อ 30 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ฉบับนี้ ประกอบด้วย ข้อสอบ 15 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 30 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบมี 3 รูปแบบ ได้แก่
 - ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
 - ข้อสอบเลือกตอบแบบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ ให้วงกลมในข้อความ (ใช่/ไม่ใช่)
 - ข้อสอบเขียนตอบอิสระ จำนวน 4 ข้อ ให้เขียนคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่างที่กำหนด

สถานการณ์ที่ 1

“พะเยา คลุกฝุ่น PM 2.5”



ที่มา : <https://www.pptvhd36.com/health/news/3066>

รมต่าง ๆ ของคนในพื้นที่ และเกิดจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายผ่านระบบทางเดินหายใจ หากได้รับอย่างต่อเนื่องหรือในปริมาณที่มาก อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคกระเพาะปัสสาวะ โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหัวใจขาดเลือดได้

สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ยังคงหนักหน่วง ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมที่ผ่านมา สภาพอากาศฝุ่น ค่อนข้าง ยังมีค่าเกินมาตรฐาน ส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศที่จังหวัดพะเยา พบผู้ป่วยทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้ผู้ป่วยภูมิแพ้ ไซนัสอักเสบกำเริบเพิ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิด้านทานต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจและผู้คนทั่วไป เพราะสูดดมเอาฝุ่นควันเป็นละอองขนาดเล็ก เข้าสู่ร่างกายจนมีผลกระทบต่อสุขภาพ

คำถามที่ 1

จากสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของ PM 2.5 ของภาคเหนือ ในบริบทของจังหวัดพะเยา ข้อใดไม่ใช่กิจกรรมที่เป็นการปล่อยฝุ่นควัน PM 2.5 (ส1)

1. การเผาป่า
2. การใช้รถยนต์ส่วนตัว
3. การเผาซังข้าวไหม้ข้าว
4. การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน

สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	ท้องถิ่น-คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

การให้คะแนน

2 คะแนน – เมื่อตอบ 4

0 คะแนน – เมื่อตอบ 1,2,3 หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 2

จงระบุแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากฝุ่น pm 2.5 1 แนวทาง และอธิบายว่าแนวทางดังกล่าวมีผลต่อการป้องกันตนเองจากฝุ่น pm 2.5 อย่างไร (ส1)

--

สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านเนื้อหา
บริบท	บุคคล - สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบคำถาม	เขียนตอบ

การให้คะแนน

2 คะแนน - นักเรียนตอบ ระบุแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากฝุ่น pm 2.5 และอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องกัน ดังต่อไปนี้

- สวมหน้ากากอนามัยที่มีคุณสมบัติในการกรองฝุ่น pm 2.5 เนื่องจากสามารถกรองฝุ่น pm 2.5 ให้เข้าสู่ร่างกายให้น้อยที่สุด
- หลีกเลี่ยงการอยู่นอกอาคาร หรือเลือกอยู่ภายในห้อง/อาคาร เนื่องจากภายนอกอาคารมีความเข้มข้นของฝุ่น pm 2.5 มากกว่าภายในอาคาร
- ใช้เครื่องกรองอากาศภายในบ้านที่สามารถกรองฝุ่น pm 2.5 ได้ เพื่อช่วยลดการสูดดมฝุ่น pm 2.5 เข้าสู่ร่างกาย

1 คะแนน - เมื่อนักเรียนระบุแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากฝุ่น pm 2.5 ได้ถูกต้อง แต่คำอธิบายไม่สอดคล้องกัน ระบุระบุแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัยจากฝุ่น pm 2.5 ได้ไม่ชัดเจน หรือไม่อธิบายเพิ่มเติม

- สวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันฝุ่น pm 2.5 ได้
- สวมหน้ากากอนามัย เพราะสามารถป้องกันฝุ่นได้
- อยู่ภายในอาคาร
- ใช้เครื่องกรองอากาศ
- เปิดแอร์ในบ้าน

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบสั้น ๆ หรือไม่ตอบ

สถานการณ์ที่ 2

การเผาตอซัง ฟางข้าว

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ และมีปริมาณตอซังข้าวที่ ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี ประเทศไทยจะมีปริมาณตอซังและฟางข้าวที่ถูกเผา ประมาณ 29.15 ล้านตันต่อปี

การเผาตอซัง ฟางข้าว ก่อให้เกิดมลพิษปล่อยขึ้นสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก สามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน และถูกพัดพาเป็นระยะทางไกล ทำให้ผู้ที่อาศัย บริเวณพื้นที่ที่มีการเผา หรือพื้นที่ใกล้เคียงได้รับผลกระทบจากควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นอย่างมาก ซึ่งในฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้โลกร้อนขึ้น 69 เปอร์เซ็นต์



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/2360672>

การไถกลบตอซัง เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการลดการเผาตอซัง ฟางข้าว ที่ก่อให้เกิดมลพิษต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินโดยตรง ได้ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์มาก ซึ่งสามารถทำได้โดยการไถกลบวัสดุเศษพืชในระหว่างการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกแล้วทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายในดิน ก่อนที่จะทำการปลูกพืชต่อไป

คำถามข้อที่ 3

เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นต้องการศึกษาว่าดินที่ผ่านการเผาตอซังและฟางข้าว และดินที่ผ่านการไถกลบตอซังและฟางข้าว ดินชนิดใดจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่ากัน เด็กชายกล้าและเด็กชายต้นจึงได้ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปรการทดลอง

การกำหนดตัวแปรของเด็กชายกล้าและเด็กชายต้นดังต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง(ส2)

1. ตัวแปรต้น คือ ดินที่ผ่านการเผาตอซังและฟางข้าว และดินที่ผ่านการไถกลบตอซังและฟางข้าว
2. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณดิน และพันธุ์พืช
3. ตัวแปรตาม คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช
4. ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ การเจริญเติบโตของพืช

สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

การให้คะแนน

2 คะแนน – เมื่อตอบ 1

0 คะแนน – เมื่อตอบ 2,3,4 หรือไม่ตอบ

สถานการณ์ที่ 3

หญ้าทะเล อาหารหลักของพะยูน

พะยูนเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีความยาวประมาณ 2.5 – 3 เมตร และมีน้ำหนักราว 230 – 500 กิโลกรัม กินพืชในน้ำเป็นอาหาร สถานการณ์พะยูนทั่วโลกน่าเป็นห่วง คาดว่าบางพื้นที่เสี่ยงใกล้สูญพันธุ์ และเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากประชากรพะยูนทั่วโลกลดลงอย่างน้อย 20% ในช่วง 90 ปีที่ผ่านมา โดยพะยูนถูกล่าเพื่อเอาเนื้อและน้ำมันมาตั้งแต่สมัยโบราณ บวกกับพื้นที่หญ้าทะเลที่ลดลง เมื่ออาหารไม่เพียงพอการผสมพันธุ์ก็ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ ทำให้จำนวนพะยูนค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง

หญ้าทะเล อาหารหลักของพะยูน เริ่มลดจำนวนลงในภูมิภาคพื้นแสนใจของรัฐฟลอริดา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ โดยมีสาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

1) ภาวะโลกร้อน ภาวะโลกร้อนส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทรเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นด้วย โดยอุณหภูมิที่น้ำทะเลที่สูงขึ้นมีผลต่อวงจรชีวิตของหญ้าทะเล มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอกและเมล็ดของหญ้าทะเล

2) ภัยธรรมชาติอื่นๆ เหตุการณ์สึนามิ ความรุนแรงจากพายุต่างๆ

3) การเดินเรือ และการสัญจรทางน้ำ ทำให้ใบหญ้าทะเลถูกตัดขาด หนาดินถูกคุ้ย เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนในน้ำ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล

4) การทำประมงบางประเภท เช่น คราดหอย เรืออวนลากขนาดเล็ก เรืออวนรุน เรืออวนทับตลิ่งขนาดใหญ่ ก่อเกิดความเสื่อมโทรมแก่แหล่งหญ้าทะเล และสัตว์ทะเล

5) น้ำเสียตามชายฝั่งทะเล

คำถามข้อที่ 4

หากนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนประชากรพะยูนทั่วโลกต่อเนื่อง 10 ปี และต้องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจำนวนประชากรของพะยูนที่มีแนวโน้มลดลง ให้เข้าใจง่าย นักเรียนจะจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด (ส3)

1. ตาราง
2. แผนภูมิแท่ง
3. แผนภูมิวงกลม
4. เขียนอธิบาย

สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ตามกระบวนการ
บริบท	โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

การให้คะแนน

1 คะแนน – เมื่อตอบ 2

0 คะแนน – เมื่อตอบ 1,3,4 หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 5

นักเรียนสนใจศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้หญ้าทะเลลดลง จึงต้องการทำการทดลอง โดยนักเรียนต้องการศึกษาว่าระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร

คำถามการทดลองข้อใดที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา (ส2)

1. ความเป็นกรด-เบสของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร
2. อุณหภูมิของน้ำทะเลที่สูงขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร
3. อุณหภูมิของน้ำทะเลจากภาวะโลกร้อนทำให้หญ้าทะเลเจริญเติบโตได้ดี
4. น้ำทะเลที่มีสภาพเป็นกรดมากขึ้นทำให้หญ้าทะเลเจริญเติบโตได้น้อยลง

สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
บริบท	โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

การให้คะแนน

1 คะแนน - เมื่อตอบ 2

0 คะแนน - เมื่อตอบ 1,3,4 หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 6

“นักเรียนต้องการศึกษาว่าระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร”

จากปัญหาการทดลองด้านบน จงเขียนสมมติฐานการทดลองมา 1 สมมติฐาน (ส2)

สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
บริบท	โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เขียนตอบ

การให้คะแนน

2 คะแนน - เมื่อตอบ อุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร และให้สมมติฐานที่สื่อถึงว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

- หากอุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มขึ้น หญ้าทะเลจะมีการเจริญเติบโตที่ลดลง
- น้ำทะเลที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้หญ้าทะเลเจริญเติบโตได้ดีกว่าอุณหภูมิของน้ำทะเลที่สูงขึ้น
- หญ้าทะเลจะเจริญเติบโตในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิสูง
- หญ้าทะเลเจริญเติบโตในน้ำเย็นได้ดีกว่าในน้ำอุ่น

1 คะแนน - เมื่อตอบ อุดมภูมิของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร และเขียน สมมติฐานที่เป็นกลาง ไม่ชัดเจน

- อุดมภูมิของระดับน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล

0 คะแนน - เมื่อตอบความเป็นกรด-เบสของน้ำทะเลมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอย่างไร และเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานการทดลอง หรือสมมติฐานการทดลองไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา การทดลอง หรือไม่ตอบ

- หญ้าทะเลเติบโตได้ดีในน้ำทะเล
- พะยูนกินหญ้าทะเลเป็นอาหาร
- หญ้าทะเลเติบโตในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ

คำถามข้อที่ 7



ภาพ f อุดมภูมิน้ำ 18°C



ภาพ d อุดมภูมิน้ำ 22°C

จากภาพผลการทดลอง จงสรุปผลการทดลองที่สอดคล้องกับสมมติฐานการทดลองข้างต้น (๓3)

สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	โลก - ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เขียนตอบ

การให้คะแนน

2 คะแนน – เมื่อตอบ สรุปให้เห็นความแตกต่างของหญ้าทะเลที่ปลูกในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิ 18 °C และ อุณหภูมิ 22 °C

- หญ้าทะเลที่ปลูกในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิ 18 °C มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าหญ้าทะเลที่ปลูกในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิ 22 °C
- หญ้าทะเลที่ปลูกในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิ 18 °C มีจำนวนต้นมากและมีสีเขียวมากกว่าหญ้าทะเลที่ปลูกในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิ 22 °C
- หญ้าทะเลจะเจริญเติบโตในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าน้ำที่มีอุณหภูมิสูง
- หญ้าทะเลเจริญเติบโตในน้ำเย็นได้ดีกว่าในน้ำอุ่น

1 คะแนน – เมื่อตอบ

- หญ้าทะเลมีการเจริญเติบโตที่ต่างกันเมื่อปลูกในน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกัน
- หญ้าทะเลเจริญเติบโตได้ไม่เท่ากัน
- หญ้าทะเลเจริญเติบโตต่างกัน

0 คะแนน – เมื่อตอบ สรุปไม่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานการทดลอง หรือไม่ตอบ

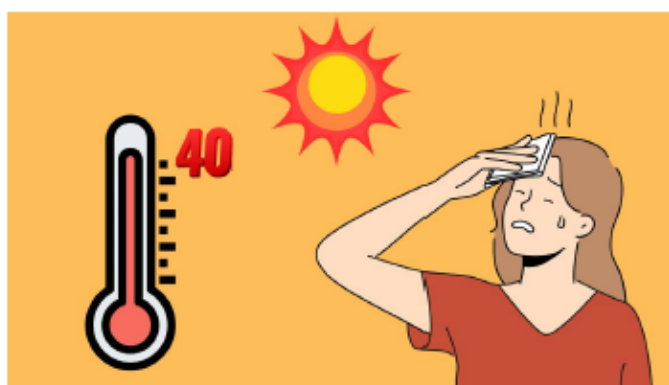
- หญ้าทะเลเจริญเติบโต



สถานการณ์ที่ 4

โรคลมแดด ภัยหน้าร้อน

โรคลมแดด หรือ ฮีทสโตรก (Heatstroke) เป็นภาวะที่เกิดจากร่างกายมีความร้อนสูงเกินไปซึ่งมักเกิดจากการทำงาน ใช้งานหนัก หรือออกกำลังกายอย่างหนักในภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง มักเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงถึง 40 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า และมักจะเกิดในช่วงฤดูร้อนหรือบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง อาจทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะสำคัญ เช่น สมอง หัวใจ ปอด ไต และกล้ามเนื้อได้ หากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องอย่างทันท่วงที จะมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายได้ บางรายถึงขั้นพิการและเสียชีวิตได้



ในช่วงฤดูร้อน หลายจังหวัดในประเทศไทยมีอุณหภูมิทะลุสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จนติด 1 ใน 15 ของเมืองที่ร้อนที่สุดในโลก อากาศที่ร้อนจัดทำให้เสี่ยงต่อโรคลมแดด โรคที่มีอันตรายถึงชีวิต ซึ่งเคยมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคฮีทสโตรกถึง 18 ราย และคาดการณ์ว่าจะมีผู้เสียชีวิตสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากภาวะอากาศร้อนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี

คำถามข้อที่ 8

ข้อความที่อธิบายว่าเพราะเหตุใดประเทศไทยถึงมีอุณหภูมิสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ดังต่อไปนี้ถูกต้องใช่หรือไม่ (ส1)

ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก ทำให้ได้รับรังสีจากแสงดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณอื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่
ประเทศไทย มีพื้นที่ตั้งอยู่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ บนโลก ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ	ใช่ / ไม่ใช่

สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
บริบท	ท้องถิ่น - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

การให้คะแนน

2 คะแนน - นักเรียนต้องตอบ ใช่ และไม่ใช่ ตามลำดับ

1 คะแนน - เมื่อตอบถูก 1 ข้อย่อย

0 คะแนน - เมื่อตอบ ไม่ใช่ และ ใช่ ตามลำดับ หรือไม่ตอบ

สถานการณ์ที่ 5

วิกฤตที่กว๊านพะเยา

กว๊านพะเยาน้ำแห้งจนวิกฤติ ปลาชาตน้ำแห้งตายเกลื่อน ดินตอนไหลยาวกว่า 1 กม. กว๊านพะเยาน้ำแห้งวิกฤติเหลือน้ำกักเก็บแค่ 5-6 ล้าน ลบ.ม. ปลาที่อาศัยอยู่ในกว๊านเกยน้ำตื้นตายเกลื่อนตามแนวชายหาด เห็นสันดินตอนไหลยาวกว่า 1 กม. ด้าน ผู้ว่าฯ เตรียมผันน้ำอ่างอื่นมาเติมช่วยก่อน ผู้สื่อข่าวรายงานว่า สถานการณ์น้ำกว๊านพะเยาเข้าสู่วิกฤติ น้ำกว๊านแห้ง ส่งผลกระทบทำให้ปลาที่อาศัยอยู่ในกว๊าน ตายเกยน้ำตื้นเกลื่อนตามแนวชายหาด โดยเฉพาะปลาไหล ปลานิล ปลาคูง ที่ไม่สามารถว่ายลงไปอยู่ที่มีน้ำลึกได้ทัน จึงนอนตาย เน่าแห้งตายอยู่บริเวณสันดินตอนที่น้ำแห้งไปทั่วบริเวณ



ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/north/2661525>

สำหรับสถานการณ์ภัยแล้งปีนี้ทำให้น้ำกว๊านพะเยาแห้งเร็วกว่าปกติซึ่งมีการปล่อยน้ำให้ชาวบ้านทำนาปรังในเขตพื้นที่ท้ายน้ำ ถ้าหากไม่มีฝนเพิ่มปริมาณน้ำในกว๊านพะเยาอาจจะแห้งลงไปอีก พื้นที่ประชาชนพะเยาอาจได้รับผลกระทบน้ำอุปโภคบริโภคและน้ำใช้การเกษตรมากกว่านี้

คำถามข้อที่ 9

นักเรียนได้สืบค้นแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในการทำนา ซึ่งได้ค้นพบวิธีการทำนาดังต่อไปนี้

“การทำนาใช้น้ำน้อย ให้น้ำแบบปลูกผักจะช่วยให้ต้นข้าวแข็งแรง ผลผลิตเพิ่ม ประหยัดต้นทุนปราบศัตรูพืช ประหยัดน้ำ แลมน้ำจืดการปล่อยก๊าซมีเทนตัวการทำโลกร้อนยังต่ำอีกด้วย เพราะไม่เกิดการหมักเหมือนการทำนาทั่วไปโดย ชาวนาได้ผลผลิตเป็นข้าวเปลือกมากถึง 6 ตันต่อไร่ โดยใช้น้ำเพียงไร่ละ 500 ลบ.ม. และลงทุนแค่ไม่เกิน 5,000 บาท/ไร่ โดยเริ่มจากการเตรียมดิน โถกลบพีชที่ขึ้นอยู่แล้ว ไม่ว่าจะตอซัง ฟาง หญ้า ปอเทือง พืชตระกูลถั่ว ถ้าไม่มีใช้ใบไม้ ปุ๋ยอินทรีย์มาหว่านทั่วแปลง ในอัตราไร่ละ 5-10 กระสอบ จากนั้นรดด้วยจุลินทรีย์หน่อกล้วย 5-10 ลิตร ผสมน้ำ 200 ลิตร โถกลบทิ้งไว้ 20-30 วัน ขั้นตอนนี้ถ้าดินไม่ดีต้องทำหลายรอบ

จากนั้นไถคราด ทำคันนา เดินท่อระบบเทบน้ำพุ่ง ซึ่งจะเหมาะสมกับบนานอกเขตชลประทาน น้ำกล้าอายุ 15 วัน จากแปลงเพาะลงปลูกห่างกัน 40x40 ซม. พื้นที่ 1 ไร่ จะลงกล้าได้ทั้งหมด 6,400 หลุม

การรดน้ำ ไม่จำเป็นต้องให้น้ำท่วมขังตามความเชื่อเดิม ๆ แต่ให้พอชุ่มเหมือนปลูกผัก และการปลูกข้าวที่ได้ผลผลิตไร่ละ 6 ตัน เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการนี้เปิดน้ำรดต้นข้าวแค่วันละ 10 นาที เฉพาะในช่วงที่ดินคูแห้ง หากฝนตกไม่ต้องรดน้ำ เป็นอีกวิธีในการที่จะประหยัดน้ำ”

จากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมา หากเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการทำนาแบบนี้ น้ำน้อย และการทำนาและน้ำขังปกติ ข้อสรุปต่อไปนี้ถูกต้องใช่หรือไม่ (๓3)

ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
การทำนาแบบนี้ น้ำน้อยจะพบปัญหาวัชพืชมากกว่าการทำนาแบบนี้ น้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่
การทำนาแบบนี้ น้ำน้อยจะใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารน้อยกว่าการทำนาแบบนี้ น้ำขัง	ใช่ / ไม่ใช่

สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
บริบท	ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

การให้คะแนน

2 คะแนน – เมื่อตอบ ใช่ และใช่ ตามลำดับ

1 คะแนน – เมื่อตอบถูก ข้อย่อย

0 คะแนน – เมื่อตอบ ไม่ใช่ และ ไม่ใช่ ตามลำดับ หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 10

จงระบุแนวทางในการประหยัดน้ำ และลดการใช้น้ำของคนในชุมชนที่อาศัยในบริเวณกว๊าน ที่สามารถกระทำได้ง่าย และไม่ส่งผลกระทบต่อการทำมาหากินของชุมชน (ส1)

--

สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านเนื้อหา
บริบท	ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เขียนตอบ

การให้คะแนน

2 คะแนน - เมื่อตอบ แนวทางในการประหยัดน้ำ และลดการใช้น้ำที่สามารถปฏิบัติได้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล

- ปิดก๊อกน้ำทุกครั้งหลังใช้งาน และก่อนออกจากบ้าน
- ตรวจเช็คและซ่อมก๊อกน้ำที่ชำรุด
- ใช้น้ำจากการล้างผัก/น้ำสองจากการล้างจานหรือซักผ้ามารดน้ำต้นไม้
- ปิดฝักบัวขณะถูสบู่ ซักผ้า หรือขณะใช้แชมพูสระผม
- ล้างจานในกะละมังแทนการเกิดน้ำก๊อกไหลตลอดเวลา
- ซักผ้าครั้งละมาก ๆ แทนการซักบ่อยๆ แต่จำนวนผ้าน้อยชิ้น

1 คะแนน - เมื่อตอบ แนวทางในการประหยัดน้ำ และลดการใช้น้ำที่สามารถปฏิบัติได้ในชีวิตประจำวันได้ แต่ปฏิบัติได้ยาก หรือไม่สมเหตุสมผล

- ไม้รดน้ำต้นไม้
- ไม้อาบหน้านาน
- เปลี่ยนมาซักผ้าโดยใช้กะละมังซักมือ

0 คะแนน - เมื่อให้คำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

สถานการณ์ที่ 6

เต่าทะเลในฟลอริดากำลังเผชิญกับปัญหาที่เลวร้าย จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพราะคลื่นความร้อนเมื่อเร็ว ๆ นี้ทำให้ทรายบนชายหาดบางแห่งร้อนจัดจนเต่าทุกตัวที่เกิดมาเป็นตัวเมีย เพศของเต่าทะเลจะถูกกำหนดโดยอุณหภูมิที่ไข่ได้รับ ภาวะโลกร้อนทำให้เต่าทะเลเกิดใหม่ในแถบฟลอริดา ฟักออกมาเป็นตัวเมียทุกตัวตลอด 4 ปีที่ผ่านมา

เมื่อเต่าทะเลผสมพันธุ์ เต่าทะเลตัวเมียจะต้องเดินทางมายังชายหาดเพื่อวางไข่ โดยจะขุดทรายและฝังไข่เอาไว้รอวันฟักออกมา ดังนั้นอุณหภูมิของหาดทรายที่ห่อหุ้มไข่เต่าทะเลเหล่านี้ไว้ จึงมีผลต่อลูกเต่าทะเลในไข่



ที่มา :

<https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8/177896>

ข้อมูลจากองค์การบริหารมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐฯ (NOAA) ระบุว่า เพศของเต่าทะเลและจระเข้นั้นไม่ได้ถูกกำหนดในช่วงของการปฏิสนธิ แต่จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ไข่ได้รับ

โดยหากไข่เต่าฟักตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 27.7 องศาเซลเซียส ลูกเต่าที่ฟักออกมาจะเป็นตัวผู้ แต่หากฟักที่อุณหภูมิสูงกว่า 31 องศาเซลเซียส ลูกเต่าจะเป็นตัวเมีย ในขณะที่โลกเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้เกิดสภาวะการฟักตัวของสัตว์บางชนิดปิดเบี้ยวหรือถึงตายได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสายพันธุ์เต่าและสัตว์เลื้อยคลานอื่น ๆ ที่ต้องวางไข่

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา จำนวนประชากรเต่าทะเลลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่มีเต่าทะเลตัวผู้และตัวเมียเพียงพอที่จะผสมพันธุ์ได้สำเร็จ

ทั้งนี้ ยังไม่มีรายงานจากหาดทรายอื่น ๆ ในโลกว่า กำลังเผชิญปัญหาแบบเดียวกันหรือไม่ หากเต่าทั้ง 100 ตัวในหาดเกือบทุกแห่งทั่วโลก ฟักออกมาเป็นตัวเมีย ก็จะทำให้ประชากรเต่าเพศผู้ที่กลับสู่ทะเลมีน้อยมาก อาจส่งผลต่อการขยายพันธุ์ของเต่าทะเล และอาจส่งผลร้ายแรงถึงขั้นสูญพันธุ์ได้ในท้ายที่สุด

คำถามข้อที่ 11

ข้อใดคือปัจจัยในการกำหนดเพศของลูกเต่า (ส1)

1. อุณหภูมิแม่เต่าขณะกกไข่
2. อุณหภูมิของทรายในการฟักไข่
3. เพศของเต่ากำหนดจากยีนส์ในอสุจิของเพศผู้
4. ยีนส์กำหนดเพศที่เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

สมรรถนะ	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านเนื้อหา
บริบท	โลก - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

การให้คะแนน

1 คะแนน – เมื่อตอบ 2

0 คะแนน – เมื่อตอบ 1,3,4 หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 12

จงออกแบบการทดลองว่าอุณหภูมิของทรายมีผลต่อการกำหนดเพศของลูกเต่า (ส2)

ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
กำหนดตัวแปรต้นคืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ตัวแปรตามคือ เพศของลูกเต่า ตัวแปรควบคุมคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่
กำหนดตัวแปรต้นคือ เพศของลูกเต่า ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ตัวแปรตามคือ จำนวนไข่เต่าที่ได้รับการปฏิสนธิ ตัวแปรควบคุม คืออุณหภูมิของทรายที่ 25 และ 35 องศาเซลเซียส ขนาดของกล่องและปริมาณทราย และจำนวนวัน	ใช่ / ไม่ใช่

สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านกระบวนการ
บริบท	โลก - คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

การให้คะแนน

2 คะแนน - นักเรียนต้องตอบ ใช่ และไม่ใช่ ตามลำดับ

1 คะแนน - เมื่อตอบถูกเพียง 1 ข้อย่อย

0 คะแนน - เมื่อตอบ ไม่ใช่ และ ใช่ ตามลำดับ หรือไม่ตอบ

สถานการณ์ที่ 10

3 งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ชี้ชัด กทม.และปริมาณมลพิษน้ำในขนาด 100% ในอีก 20 ปีข้างหน้า โดยเฉพาะช่วงแรก ต้องรับมือกับฝน 100 ปี ที่เกิดขึ้นในช่วง ก.ย.-พ.ย.65 ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณฝนตกหนักมากขึ้นและเป็นระยะเวลายาวขึ้น จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ได้คาดการณ์ไว้ว่าปี 2565 พายุอาจจะเข้าไทย 2-3 ลูก ซึ่งอาจมีโอกาสเป็นฝน 100 ปี เมื่อเทียบเคียงกับสถานการณ์ฝนที่กรุงโซล เกาหลีใต้ ที่เกิดปรากฏการณ์ฝนหนักมากในรอบ 80 ปี ในปริมาณ 140 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง อีกทั้งในระยะอันใกล้ก็มีโอกาสเป็นไปได้สูงที่สถานการณ์จะเหมือนน้ำท่วมใหญ่ปี 2554 เพราะปริมาณน้ำฝนเท่ากัน

รศ.ดร.เสรี ศุภราทิตย์ ผู้อำนวยการศูนย์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติ มหาวิทยาลัยจากการติดตาม และศึกษาข้อมูลงานวิจัยในระดับโลกที่มีการศึกษากันนั้น ชี้ให้เห็นว่า กทม.และปริมาณมลพิษมีความเสี่ยงสูงมากที่จะจมใต้น้ำ 100% เพราะปริมาณน้ำฝน น้ำเหนือหลากที่จะเกิดขึ้นในหน้าฝน ขณะที่น้ำทะเลหนุนสูงถาวร ซึ่งใน 30 ปีข้างหน้าจะสูงขึ้นอีก 30-40 เซนติเมตร จึงเป็นสิ่งที่น่ากังวล เพราะจากงานวิจัยพบว่า กรุงเทพฯ อยู่ในลำดับ 7 เสี่ยงน้ำท่วมชายฝั่งเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง



ที่มา : <https://mgronline.com/specialscoop/detail/9650000084200>

แต่ในความเป็นจริงเพื่อแก้วิกฤตโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาน้ำท่วมและน้ำทะเลหนุนสูง ซึ่งเป็นข้อมูลจากทั่วโลกที่บรรดานักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการ รวมทั้งของไทยได้เคยออกมาเตือนให้รัฐบาลเตรียมรับมือจากสภาวะโลกร้อน น้ำแข็งในขั้วโลกละลาย จะส่งผลกระทบต่อ กทม.ในอีก 10 ปี 20 ปี และ 40 ปีข้างหน้าอาจส่งผลให้ กทม.ถึงขั้นจมนบาดาล จากสภาวะโลกร้อนทำให้น้ำทะเลหนุน

สูงขึ้นปีละ 4 มิลลิเมตร ขณะที่แผ่นดิน กทม.ทรุดปีละประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เท่ากับว่า กทม.ทรุดลงในระดับ 5.5 มิลลิเมตรต่อปี

คำถามข้อที่ 13

ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มมากขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลกหรือไม่ อย่างไร (ส3)

1. เกี่ยวข้อง เนื่องจาก น้ำแข็งขั้วโลกหลอมเหลวเป็นไอน้ำจำนวนมาก แล้วลอยไปรวมตัวกันควบแน่นเป็นหยดน้ำฝน
2. เกี่ยวข้อง เนื่องจาก เมื่อน้ำแข็งและน้ำที่หลอมเหลวมากขึ้นได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยขึ้นไปรวมตัวกันในอากาศ และควบแน่นจนเกิดน้ำฝนมากขึ้น
3. ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากน้ำฝนเกิดขึ้นในอากาศ ส่วนน้ำแข็งขั้วโลกเกิดการหลอมเหลวอยู่บริเวณผิวดิน
4. ไม่เกี่ยวข้อง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้นเกิดจากมีก้อนเมฆมากขึ้น ส่วนการหลอมเหลวของน้ำแข็งขั้วโลกเกิดจากความร้อนของดวงอาทิตย์ที่ทำให้น้ำผิวดินหรือน้ำทะเลเพิ่มมากขึ้น

สมรรถนะ	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้ด้านเนื้อหา
บริบท	ท้องถิ่น – คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบ

การให้คะแนน

1 คะแนน – เมื่อตอบ 2

0 คะแนน – เมื่อตอบ 1,3,4 หรือไม่ตอบ

คำถามข้อที่ 14

หากต้องการทราบว่ากรุงเทพจะจมใต้น้ำจริงหรือไม่ นักเรียนต้องการสืบค้นข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐ นักเรียนจะเลือกค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ไหน ถึงจะได้ข้อมูลที่นักเรียนต้องการ (ส2)

เว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	ใช่ หรือ ไม่ใช่
www.tu.ac.th	ใช่ / ไม่ใช่
www.greendigitallibrary.deqp.go.th	ใช่ / ไม่ใช่

สมรรถนะ	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้	ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้
บริบท	ท้องถิ่น – ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี
รูปแบบคำถาม	เลือกตอบเชิงซ้อน

การให้คะแนน

2 คะแนน - นักเรียนต้องตอบ ไม่ใช่และใช่ ตามลำดับ

1 คะแนน - เมื่อตอบถูกเพียง 1 ข้อย่อย

0 คะแนน - เมื่อตอบ ใช่ และ ไม่ใช่ ตามลำดับ หรือไม่ตอบ



สถานการณ์ที่ 8

ค่า ยูวีอัลตราไวโอเล็ต รังสีที่ไม่ควรมองข้าม

UV Index คือค่าดัชนีที่บ่งบอกความเข้มข้นของรังสี UV หรือ Ultra Violette (อัลตราไวโอเล็ต) ที่มาพร้อมกับแสงแดด ซึ่งใช้เพื่อเป็นค่าที่บอกว่าแดดแรงจนเกิดความเสี่ยงกับเราแค่ไหน โดยวัดจากปริมาณของความเข้มรังสียูวี ที่แสงจากพระอาทิตย์ส่องลงมาบนพื้นผิวโลก

ค่าดัชนี UV INDEX แบ่งออกเป็น 5 ระดับได้ตามนี้

ค่าดัชนี	ความหมาย	คำอธิบาย
น้อยกว่า 2	ต่ำ	ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ปลอดภัย
3-5	ปานกลาง	จำเป็นต้องป้องกันผิวจากแดด ผิวจะเบิร์นเมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที
6-7	สูง	
8-10	สูงมาก	ต้องได้รับการปกป้องเป็นพิเศษ ผิวจะเบิร์นเมื่ออยู่กลางแจ้ง 20-30 นาที
มากกว่า 11	สูงจัด	

ทั้งนี้องค์การอนามัยโลกยังกำหนดค่ามาตรฐานไว้ว่า “ผิวคนเราจะเบิร์นได้” หากอยู่กลางแจ้งเป็นเวลา 30-60 นาที ในช่วงที่มีค่า UV Index 3-7 หรือเพียง 20-30 นาที ในช่วงที่มีค่า UV Index มากกว่า 8 ขึ้นไป จึงจำเป็นต้องหาวิธีปกป้องผิวเพื่อลดความเสียหายจากการเผชิญ UV โดยตรงให้ได้มากที่สุด จะได้ปลอดภัยเมื่อจำเป็นต้องเผชิญสถานการณ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ค่าเฉลี่ย UV Index ในเมืองไทยนั้นมักอยู่ที่ระดับ 11-12 = Extreme เกือบทั้งปี และสูงขึ้นเรื่อยมาทุกปีในหน้าร้อน ซึ่งช่วงเวลาที่ค่ารุนแรงที่สุดคือ 10-15 น. ซึ่งเป็นอันตรายต่อดวงตาหรือถึงขั้นมะเร็งผิวหนัง ยิ่งอุณหภูมิสูงด้วยแล้วก็จะเกิดฮีทสโตรกจนอันตรายถึงชีวิตอย่างฉับพลันได้

คำถามข้อที่ 15

จากเรื่อง ขอสรุปต่อไปนี้ถูกต้องใช้หรือไม่ (๓5)

ข้อความ	ใช้ หรือ ไม่ใช้
ประเทศไทยมีค่า UV index ในระดับ 11-12 ซึ่งจำเป็นต้องป้องกันผิวจากแสงแดด เมื่ออยู่กลางแจ้ง 30-60 นาที	ใช้ / ไม่ใช้
หากมนุษย์ได้รับรังสียูวีในช่วงระยะเวลา 07.00-08.00 น. ที่มีความเข้มของรังสียูวีต่ำ จะช่วยในการสร้างวิตามินดีให้กับร่างกาย	ใช้ / ไม่ใช้

6. แบบประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

การหาความตรงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

คำชี้แจง

1. ขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมิน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความวัดได้สอดคล้องกับประเด็นการประเมินนั้น
- 0 เมื่อไม่แน่ใจข้อความวัดได้สอดคล้องกับประเด็นการประเมินนั้น
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความวัดได้ไม่สอดคล้องกับประเด็นการประเมินนั้น

2. ท่านสามารถเขียนข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ลงในช่อง “ข้อเสนอแนะ” เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผลการพิจารณาของท่านผู้เชี่ยวชาญจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ท่านให้ความอนุเคราะห์



นางสาวพิมพ์กานต์ ลาบุตรศรี

นักศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน
วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

ประเด็นการ ประเมิน	ข้อความ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ความสนใจใน วิทยาศาสตร์	1. ฉันรู้สึกตื่นเต้นและสนุกกับการทำการทดลอง ในห้องวิทยาศาสตร์				
	2. ฉันไม่สนใจข่าวสารหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์				
	3. ฉันมักจะหยุดดูคลิปวิดีโอที่เกี่ยวกับความรู้ วิทยาศาสตร์หรือการทดลองวิทยาศาสตร์ ใหม่ที่ฉันไม่เคยเห็น				
	4. ฉันมักจะเกิดข้อสงสัยหรือคำถามต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมักจะถาม คุณครูหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ				
	5. เมื่อเกิดข้อสงสัย หรือความอยากรู้ในเรื่องที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ฉันมักจะหาคำตอบโดย ทำการทดลอง สืบค้นข้อมูล หรือสำรวจ สิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ				
	6. ฉันคิดว่าอาชีพการงานที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ไม่ค่อยมีความสำคัญ และไม่ ค่อยมีความจำเป็นสำหรับประเทศไทย				
การให้ความสำคัญ กับวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ในการ สืบเสาะหาความรู้	7. ฉันคิดว่าทำการทดลองจะใช้เป็นวิธีที่ใช้ในการหา คำตอบ และแก้ปัญหาได้หลาย ๆ อย่าง				
	8. ในขณะที่ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ ถ้าผล การ ทดลองไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ฉัน จะรู้สึกท้อแท้ใจและล้มเลิกการทดลองทันที				
	9. ฉันเชื่อว่าการทำการทดลองเป็นวิธีในการหา คำตอบทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ				
	10. ฉันเชื่อว่าการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ฉันหาความรู้ได้อย่าง ถูกต้องและน่าเชื่อถือ				

ประเด็นการ ประเมิน	ข้อความ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	11. ฉันคิดว่า การตั้งสมมติฐานและการกำหนดตัวแปรการทดลองไม่มีความสำคัญต่อกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพียงแค่ตั้งคำถามและสามารถทำการทดลองได้เลย				
	12. ฉันเชื่อว่าการวิพากษ์วิจารณ์ มีความสำคัญในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในโลกในทางที่ถูกต้องและมีเหตุผล				
ความตระหนักถึง สิ่งแวดล้อม	13. เมื่อฉันเห็นข่าวผลกระทบของภาวะโลกร้อน หรือก๊าซเรือนกระจกที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ฉันรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น				
	14. ฉันมีการปรับพฤติกรรมบางอย่างในชีวิตประจำวันเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้น้ำอย่างประหยัด ช่วยประหยัดไฟ เป็นต้น				
	15. ฉันมักจะนำสิ่งของต่าง ๆ ที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว มารีไซเคิลเป็นของเล่นหรือของใช้อยู่เสมอ				
	16. ฉันคิดว่า การรักษาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ไม่เกี่ยวข้องกับฉัน ดังนั้นฉันไม่มีความจำเป็นในการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม				
	17. เมื่อฉันออกไปจากห้องเรียนในช่วงพักเที่ยง ฉันจะไม่ปิดไฟหรือพัดลม เนื่องจากเป็นเวลาไม่นาน ไม่ช่วยในการประหยัดไฟฟ้า				
	18. ฉันชอบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมเก็บขยะ และการปลูกต้นไม้ในพื้นที่สาธารณะ				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

7. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ.....โรงเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ สร้างขึ้นเพื่อวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้าน
 - 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์
 - 2) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ
 - 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม
2. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 15 ข้อ
3. ให้นักเรียนตอบคำถามนี้ตามความเป็นจริงมากที่สุด การตอบไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึก ความคิดเห็น และการปฏิบัติที่แตกต่างกัน
4. ข้อความคิดเห็นมีทั้งข้อความบวกและข้อความลบ
5. คำตอบมี 3 คำตอบ สำหรับแต่ละข้อความแต่ละข้อ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อว่าตรงกับนักเรียนมากน้อยเพียงใด จากนั้นให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับตัวนักเรียนมากที่สุด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
ความสนใจในวิทยาศาสตร์				
1	ฉันรู้สึกตื่นเต้นและสนุกกับการทำการทดลองในชั่วโมงวิทยาศาสตร์			
2	ฉันไม่สนใจข่าวสารหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์			
3	ฉันมักจะหยุดดูคลิปวิดีโอที่เกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์หรือการทดลองวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ที่ฉันไม่เคยเห็น			
4	ฉันมักจะเกิดข้อสงสัยหรือคำถามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และมักจะถามคุณครูหรือสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ			
5	เมื่อเกิดข้อสงสัย หรือความอยากรู้ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ฉันมักจะหาคำตอบโดยการทำการทดลอง สืบค้นข้อมูล หรือสำรวจสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ			
การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้				
6	ฉันคิดว่าการทดลองจะใช้เป็นวิธีที่ใช้ในการหาคำตอบ และแก้ปัญหาได้หลาย ๆ อย่าง			
7	ในขณะที่ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ ถ้าผลการทดลองไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ฉันจะรู้สึกท้อแท้ใจและล้มเลิกการทดลองทันที			
8	ฉันเชื่อว่าการทำการทดลองเป็นวิธีในการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ			
9	ฉันเชื่อว่าการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ฉันหาความรู้ได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ			

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
10	ฉันคิดว่า การตั้งสมมติฐานและการกำหนดตัวแปร การทดลองไม่มีความสำคัญต่อกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพียงแค่ตั้งคำถามและสามารถทำการทดลองได้เลย			
ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม				
11	เมื่อนฉันเห็นข่าวผลกระทบของภาวะโลกร้อน หรือภัยธรรมชาติที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ฉันรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น			
12	ฉันมีการปรับพฤติกรรมบางอย่างในชีวิตประจำวัน เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้น้ำอย่างประหยัด ช่วยประหยัดไฟ เป็นต้น			
13	ฉันคิดว่า การรักษาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ไม่เกี่ยวข้องกับฉัน ดังนั้นฉันไม่มีความจำเป็นในการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม			
14	เมื่อนฉันออกไปจากห้องเรียนในช่วงพักเที่ยง ฉันจะไม่ปิดไฟหรือพัดลม เนื่องจากเป็นเวลานาน ไม่ช่วยในการประหยัดไฟฟ้า			
15	ฉันชอบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมเก็บขยะและการปลูกต้นไม้ในพื้นที่สาธารณะ			

ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับด้านองค์ประกอบเจตคติของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง
ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผน 14 ชั่วโมง
ตาราง 14 แสดงค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่		
	1	2	3
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและ เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	1.00	1.00	1.00
1.2 แนวคิดสำคัญมีความเหมาะสม สามารถแสดงให้เห็นถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้	1.00	0.67	1.00
1.3 ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่พัฒนา ผู้เรียนให้เกิดความรู้ (K) ทักษะ (P) และคุณลักษณะ (A)	1.00	1.00	1.00
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00
1.5 จุดประสงค์มีความชัดเจน สามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิด ขึ้นกับผู้เรียน	1.00	1.00	1.00
2. ดานเนื้อหา			
2.1 เนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดการเรียนรู้ และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00
2.2 มีการบูรณาการเนื้อหาจาก 3 สาระการเรียนรู้เข้ากับ กระบวนการการวิศวกรรมศาสตร์ (STEM) และเนื้อหาสอดคล้องกับ ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	0.67	0.67	0.67
2.3 เนื้อหาครอบคลุมมาตรฐาน ตัวชี้วัดการเรียนรู้ และจุดประสงค์ การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00
3. กิจกรรมการเรียนรู้			
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเหมาะสมและเน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	1.00	1.00	1.00
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนครอบคลุมความรู้ (K) ทักษะ (P) และ คุณลักษณะ (A)	1.00	1.00	1.00

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่		
	1	2	3
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง สร้างและสรุปลองค้ความรูด้ด้วยตัวเอง	1.00	1.00	1.00
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมให้กับนักเรียน	1.00	1.00	1.00
3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษารวมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง ปรัชญาการณ้เรือนกระจก	0.67	0.67	0.67
3.6 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษารวมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่เหมาะสมกับกิจกรรม และวัยของผู้เรียน	1.00	1.00	1.00
3.7 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษารวมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงประเด็นทางสังคมและวัฒนธรรม	1.00	1.00	1.00
3.8 การดำเนินกิจกรรม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	1.00	1.00	1.00
3.9 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	1.00	1.00	1.00
4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้			
4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	1.00	1.00	1.00
4.2 วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความหลากหลายเหมาะสม	1.00	1.00	1.00
4.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อย่างทั่วถึง	1.00	1.00	1.00
5. การวัดและประเมินผล			
5.1 การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1.00	1.00	1.00
5.2 วิธีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1.00	1.00	1.00
5.3 มีแนวทางการวัดผลประเมินผลที่หลากหลาย	1.00	1.00	1.00
5.4 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความชัดเจน	1.00	1.00	1.00

2. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 15 แสดงผลค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้



3. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบปรนัยรายข้อ

ข้อ	รูปแบบข้อสอบ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผล	สรุป	หมายเหตุ
1	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.65	0.35	ใช้ได้	เลือกไว้	
2	เลือกตอบ เชิงซ้อน	0.59 0.29	0.24 0.00	ใช้ได้ ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
3	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.82	0.24	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
4	เลือกตอบ เชิงซ้อน	0.82 0.71	0.12 0.24	ใช้ไม่ได้ ใช้ได้	ตัดออก	
5	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.29	0.12	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
6	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.71	0.35	ใช้ได้	เลือกไว้	
7	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.32	0.06	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
8	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.59	0.59	ใช้ได้	เลือกไว้	
9	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.68	-0.06	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
10	เลือกตอบ เชิงซ้อน	0.74 0.68	0.41 0.29	ใช้ได้ ใช้ได้	เลือกไว้	
11	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.44	0.29	ใช้ได้	เลือกไว้	
12	เลือกตอบ เชิงซ้อน	0.65 0.24	0.12 0.00	ใช้ไม่ได้ ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
13	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	0.26	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	รูปแบบข้อสอบ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผล	สรุป	หมายเหตุ
14	เลือกตอบ	0.41	0.35	ใช้ได้	เลือกไว้	
	เชิงซ้อน	0.59	0.35	ใช้ได้		
15	เลือกตอบ 4	0.53	0.59	ใช้ได้	เลือกไว้	
	ตัวเลือก			ใช้ได้		
16	เลือกตอบ	0.74	0.29	ใช้ได้	เลือกไว้	
	เชิงซ้อน	0.53	0.59	ใช้ได้		
17	เลือกตอบ 4	0.41	0.35	ใช้ได้	เลือกไว้	
	ตัวเลือก			ใช้ได้		
18	เลือกตอบ	0.65	0.24	ใช้ได้	เลือกไว้	
	เชิงซ้อน	0.74	0.29	ใช้ได้		
19	เลือกตอบ 4	0.21	-0.06	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
	ตัวเลือก			ใช้ไม่ได้		
20	เลือกตอบ	0.68	0.41	ใช้ได้	ตัดออก	ลักษณะข้อสอบซ้ำกับข้อซ้ำกับข้อ 18 และมีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าข้อ 18
	เชิงซ้อน	0.74	0.29	ใช้ได้		
21	เลือกตอบ 4	0.24	0.24	ใช้ได้	ตัดออก	ลักษณะข้อสอบซ้ำกับข้อซ้ำกับข้อ 15 และมีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าข้อ 15
	ตัวเลือก			ใช้ได้		
22	เลือกตอบ	0.94	0.12	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
	เชิงซ้อน	0.09	-0.06	ใช้ไม่ได้		

ตาราง 17 แสดงผลดัชนีความยากและดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอัตนัย

ข้อ	ดัชนีความยาก	ดัชนีอำนาจจำแนก	ผล	สรุป	หมายเหตุ
1	0.64	0.29	ใช้ได้	เลือกไว้	ลักษณะข้อสอบซ้ำกับข้อ 6 มีความยากมากกว่า และมีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าข้อ 6
2	0.25	0.50	ใช้ได้	ตัดออก	
3	0.32	-0.07	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
4	0.57	0.57	ใช้ได้	เลือกไว้	
5	0.50	0.57	ใช้ได้	เลือกไว้	
6	0.54	0.79	ใช้ได้	เลือกไว้	
7	0.88	0.24	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	
8	0.71	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดออก	

4. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับด้านองค์ประกอบ
เจตคติของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 18 แสดงผลความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	คะแนน	แปลผล	สรุป	หมายเหตุ
	1	2	3					
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
2	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้		
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
6	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้	ตัดออก	ลักษณะข้อ คำถาม ค่อนข้าง เข้าใจยาก
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
8	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้		
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
12	1	0	0	1	0.33	ตัดทิ้ง		
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
15	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้	ตัดออก	ข้อคำถามมี ลักษณะ เช่นเดียวกับ ข้อ 14
16	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้		
17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้		

ภาคผนวก ง คะแนนจากการทดลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

3. ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน



1. ผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 19 แสดงผลการทดสอบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกราย

เลขที่	สมรรถนะ								
	สมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์			สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(D)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(D)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(D)
1	6	8	2	7	9	2	8	8	0
2	8	8	0	3	6	3	7	7	0
3	5	5	0	6	6	0	6	6	0
4	4	6	2	1	4	3	7	7	0
5	6	7	1	7	7	0	5	7	2
6	4	5	1	3	4	1	4	6	2
7	9	9	0	2	4	2	5	5	0
8	5	6	1	7	7	0	6	6	0
9	8	10	2	2	4	2	4	4	0
10	2	6	4	0	6	6	6	6	0
11	4	10	6	5	5	0	8	10	2
12	5	5	0	4	4	0	6	6	0
13	5	5	0	4	6	2	4	4	0
14	4	5	1	0	2	2	6	6	0
15	9	9	0	2	2	0	4	6	2
16	4	6	2	5	5	0	4	6	2
17	4	4	0	3	4	1	6	6	0
18	3	10	7	6	6	0	8	9	1
19	5	7	2	5	6	1	3	5	2
20	6	6	0	3	3	0	4	6	2
21	3	3	0	1	3	2	3	5	2
22	5	9	4	2	5	3	4	6	2

ตาราง 19 (ต่อ)

เลขที่	สมรรถนะความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์			สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(D)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(D)	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	(D)
23	4	6	2	7	7	0	7	8	1
24	7	9	2	1	4	3	5	5	0
25	2	3	1	1	4	3	4	6	2
26	4	4	0	4	5	1	5	7	2
27	3	5	2	1	4	3	5	6	1
28	5	5	0	5	8	3	5	5	0
29	4	8	4	3	6	3	4	5	1
30	5	6	1	4	6	2	4	6	2
31	9	9	0	2	2	0	3	6	3
32	7	9	2	2	2	0	5	6	1
รวม	164	213		108	156		165	197	
เฉลี่ย	5.13	6.66		3.38	4.88		5.16	6.16	
S.D.	1.93	2.09		2.14	1.77		1.46	1.32	

2. ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	21	25	4
2	18	21	3
3	17	17	0
4	12	17	5
5	18	21	3
6	11	15	4
7	16	18	2
8	18	19	1
9	14	18	4
10	8	18	10
11	17	25	8
12	15	15	0
13	13	15	2
14	10	13	3
15	15	17	2
16	13	17	4
17	13	14	1
18	17	25	8
19	13	18	5
20	13	15	2
21	7	11	4
22	11	20	9
23	18	21	3
24	13	18	5
25	7	13	6
26	13	16	3

ตาราง 20 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)	ผลต่าง (D)
27	9	15	6
28	15	18	3
29	11	19	8
30	13	18	5
31	14	17	3
32	14	17	3
รวม	437	566	
เฉลี่ย	13.66	17.69	
S.D.	3.39	3.31	

Paired Samples Test

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
Pair 1 หลังเรียน - ก่อนเรียน	4.03125	2.50785	.44333	3.12707	4.93543	9.093	31	.000

3. ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 21 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำแนกรายด้าน

เลขที่	ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์			ด้านการให้ความสำคัญกับวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา ความรู้			ด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)
	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)		(10 คะแนน)	(10 คะแนน)		(10 คะแนน)		
1	2.20	2.20	0.00	2.20	2.20	0.00	1.80	1.80	0.00
2	2.00	2.20	0.20	2.60	2.80	0.20	2.60	3.00	0.40
3	2.40	2.40	0.00	2.40	2.60	0.20	2.60	3.00	0.40
4	2.00	2.20	0.20	2.40	2.40	0.00	2.00	2.00	0.00
5	2.40	2.60	0.20	2.80	2.80	0.00	2.40	3.00	0.60
6	2.40	2.60	0.20	2.20	2.20	0.00	2.40	2.80	0.40
7	2.20	2.40	0.20	2.40	2.60	0.20	3.00	3.00	0.00
8	2.60	2.80	0.20	2.60	2.60	0.00	2.40	3.00	0.60
9	2.20	2.60	0.40	1.80	1.80	0.00	2.20	2.40	0.20
10	2.80	3.00	0.20	2.00	2.00	0.00	2.00	2.20	0.20
11	2.20	2.40	0.20	2.60	2.60	0.00	2.20	2.40	0.20
12	2.60	2.80	0.20	2.80	2.80	0.00	2.20	2.80	0.60
13	2.20	2.20	0.00	1.80	2.00	0.20	2.60	2.60	0.00
14	2.60	2.60	0.00	2.60	2.60	0.00	2.40	2.60	0.20
15	2.00	2.00	0.00	2.40	3.00	0.60	2.60	2.80	0.20
16	2.00	2.00	0.00	2.2	2.40	0.20	2.60	2.80	0.20
17	2.40	2.60	0.20	1.80	2.40	0.60	2.40	2.60	0.20
18	2.40	2.40	0.00	1.80	2.40	0.6	2.60	2.80	0.20
19	2.20	2.20	0.00	2.40	2.60	0.2	2.40	2.40	0.00
20	2.60	2.60	0.00	2.40	2.40	0.00	2.20	2.40	0.20
21	2.60	2.60	0.00	2.60	3.00	0.40	2.20	2.60	0.40
22	2.60	2.60	0.00	2.20	2.40	0.20	3.00	3.00	0.00

ตาราง 21 (ต่อ)

เลขที่	ด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์			ด้านการให้ความสำคัญกับวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหา ความรู้			ด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง (D)
	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)		(10 คะแนน)	(10 คะแนน)		(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	
23	2.00	2.40	0.40	2.80	2.80	0.00	2.20	2.60	0.40
24	2.60	2.60	0.00	2.00	2.20	0.20	2.60	3.00	0.40
25	2.40	2.40	0.00	2.40	2.60	0.20	2.40	3.00	0.60
26	2.20	2.40	0.20	2.40	2.40	0.00	2.20	2.80	0.60
27	2.60	2.80	0.20	2.00	2.40	0.40	2.00	2.40	0.40
28	2.20	2.20	0.00	2.20	2.60	0.40	2.60	2.80	0.20
29	2.00	2.40	0.40	2.40	2.60	0.20	2.00	2.40	0.40
30	1.80	1.80	0.00	2.40	2.40	0.00	2.00	2.80	0.80
31	1.80	1.80	0.00	2.20	2.60	0.40	2.00	2.00	0.00
32	2.40	2.60	0.20	2.00	2.40	0.40	2.00	2.40	0.40
รวม	73.60	77.40		73.80	79.60		74.80	84.20	
เฉลี่ย	2.30	2.420		2.31	2.49		2.34	2.63	
S.D.	0.26	0.28		0.30	0.27		0.29	0.33	

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน (10 คะแนน)	หลังเรียน (10 คะแนน)	ผลต่าง (D)
1	2.07	2.07	0.00
2	2.40	2.67	0.27
3	2.47	2.67	0.20
4	2.13	2.27	0.14
5	2.53	2.80	0.27
6	2.33	2.53	0.20
7	2.53	2.67	0.14
8	2.53	2.80	0.27
9	2.07	2.20	0.13
10	2.27	2.33	0.06
11	2.33	2.47	0.14
12	2.53	2.80	0.27
13	2.20	2.27	0.07
14	2.53	2.73	0.20
15	2.33	2.60	0.27
16	2.27	2.47	0.20
17	2.20	2.53	0.33
18	2.27	2.53	0.26
19	2.33	2.40	0.07
20	2.40	2.47	0.07
21	2.47	2.73	0.26
22	2.60	2.67	0.07
23	2.33	2.60	0.27
24	2.40	2.60	0.20
25	2.40	2.67	0.27
26	2.27	2.53	0.26

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน (10 คะแนน)	หลังเรียน (10 คะแนน)	ผลต่าง (D)
27	2.20	2.53	0.33
28	2.33	2.53	0.20
29	2.13	2.40	0.27
30	2.07	2.33	0.26
31	2.00	2.13	0.13
32	2.13	2.40	0.27
รวม	74.05	80.40	
เฉลี่ย	2.31	2.51	
S.D.	0.16	0.19	

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper			
Pair 1	หลังเรียน - ก่อนเรียน	.19844	.08799	.01555	.16671 .23016	12.757	31	.000



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	พิมพ์กานต์ ลาบุตรดี
วัน เดือน ปี เกิด	30 พฤศจิกายน 2537
สถานที่เกิด	พะเยา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2561 กษ.บ. (ชีววิทยา), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
ที่อยู่ปัจจุบัน	221 ม.1 ต.ขุนควร อ.ปง. จ.พะเยา
ผลงานตีพิมพ์	พิมพ์กานต์ ลาบุตรดี และอาภาพรรณ ประทุมไทย. (2567). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 10(1), 219-232.

