



การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วรรณละออ ตั้งสุข

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5"

ของ วรรณละออ ตั้งสุข

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร.สุรียา ชาปุ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินุช จินดารักษ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	วรรณละออ ตั้งสุข
ประธานที่ปรึกษา	ดร.สุรียา ชาปุ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรุช จินดารักษ์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การคิดอย่างเป็นระบบ ปัญหาเป็นฐาน วิจัยเชิงปฏิบัติการ

บทคัดย่อ

การคิดอย่างเป็นระบบเป็นพื้นฐานที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเผชิญหน้ากับปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน นักเรียนจะได้ฝึกการมองภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา จำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นสาเหตุและผลลัพธ์ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล และนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด และสามารถสื่อสารกับผู้อื่นให้เข้าใจ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีจุดมุ่งหมายคือ 1) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 2) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 32 คน การวิจัยนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ดำเนินการโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายที่นักเรียนมีโอกาสพบได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นมุมมองหลากหลายและอยู่ใกล้ตัวซึ่งทั้งหมดนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ครูจึงควรเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดเรียนรู้ เนื่องจากในปัจจุบันเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อทุกคนในทุกมิติ และครูควรแนะนำให้นักเรียนได้ทำความรู้เข้าใจคำศัพท์ที่พบในสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหานั้นนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าและนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาวิธีรับมือให้สอดคล้องกับสถานการณ์ตามที่นักเรียนได้รับมอบหมาย ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดผ่านผลงาน และครูควรกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้น

เรียน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในระดับดีมาก



Title	IMPLEMENTING PROBLEM BASED LEARNING TO IMPROVE SYSTEM THINKING OF GRADE 11 STUDENTS IN CLIMATE CHANGE
Author	WANLAOR TANGSUKH
Advisor	Dr. Suriya Chapoo
Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Sirinuch Chindaruksa
Academic Paper	M.Ed. Thesis in Science Education, Naresuan University, 2022
Keywords	System Thinking Problem-Based Learning Action Research

ABSTRACT

Today, System thinking is the foundation that encourages students to confront complex problems in globalization. Students were trained for looking at the big picture of issues. The issues were identified and detailed, as well as the elements of the issues were considered and classified into causes and outcomes and their relationships, then lead to solving problems at the point. It also helps students to communicate with others to understand. The aims of this study were: 1) to study instructional learning on a problem-based model in climate change, and 2) to study developing system thinking of grade 11th students on climate change by implementing problem-based learning. The participants of this study were 32 students of grade 11th students who were in the Science Math Technology and Environment program (SMTE) at the southeast of Thailand province. This study was conducted in the second semester of the academic year 2020. The research methodology was action research that was divided into four-part including plan, act, observe and reflect and run three cycles. The instrument used were lesson plans, the reflections of instructional learning, student sheets, and a system thinking test. The data were analyzed by content analysis. The results were as follows: 1) the study of instructional learning to develop a learning guideline on problem-based learning in climate change should present a variety of issues that students could connect and encounter in their daily lives. Despite organized learning stages to help students to learn through exploring and discovering by themselves, a teacher should be guidance and facilitator one step at a time. The stages of problem-based learning consisted of elements to aid system thinking and interdisciplinary corresponding to climate change contents that currently affect every dimension and everyone as well. Students should be advised to know the vocabulary found in the issues. They were allowed to understand the problems leading to research and apply knowledge for a solution that was appropriate for the given situation as

assigned. They were allowed to understand the problems leading to research and apply knowledge for a solution that was appropriate for the given situation as assigned. They were allowed to understand the problems leading to research and apply knowledge for a solution that was appropriate for the given situation as assigned. Also, they were encouraged to express their ideas through their work and collective discussion in the classroom, and 2) grade 11th students' system thinking was improved very well on climate change through implementing problem-based learning.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.สุรียา ชาปุ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิรินุช จินดารักษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นທີ່ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธิติยา บงกชเพชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉันทนา พันธุ์เหล็ก นางสาวพรปวีณ์ โกศลศิริศักดิ์ ซึ่งกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำแก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ ตลอดจนครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน ขอขอบพระคุณคณะกรรมการที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยและนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ในการให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเข้าไปดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณามอบทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมทั้งญาติพี่น้องของผู้วิจัยที่ห่วงใยและให้กำลังใจพร้อมทั้งให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นไป

วรรณละออ ตั้งสุข

สารบัญ

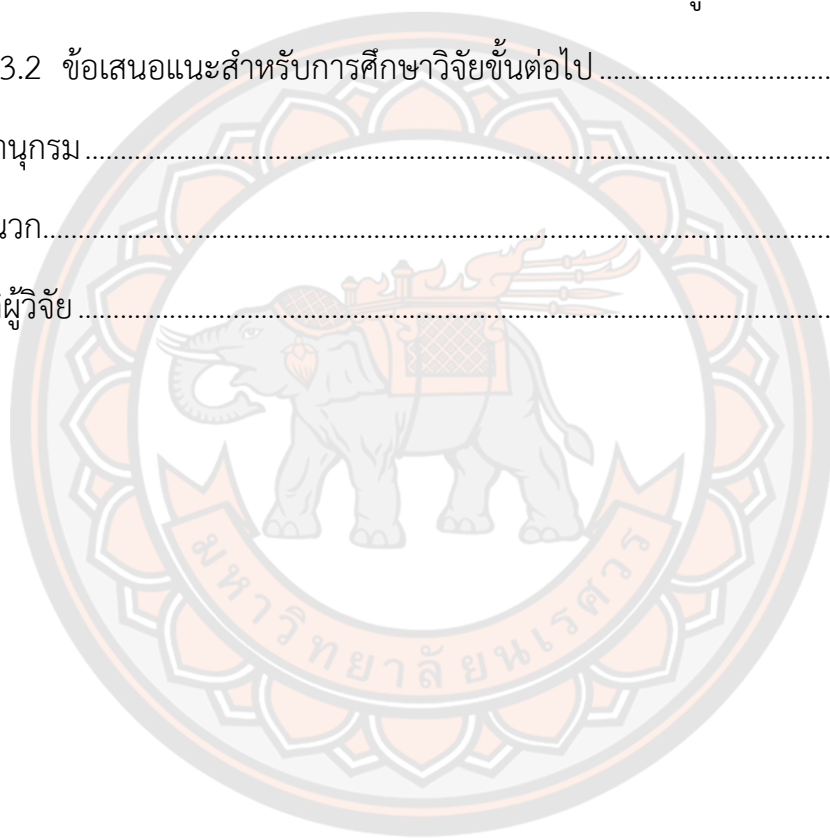
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพ.....	ฒ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามงานวิจัย.....	5
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
1.1 เป้าหมาย กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์.....	10
1.2 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม.....	10

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	13
2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน.....	13
2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน	13
2.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	14
3. การคิดอย่างเป็นระบบ	18
3.1 ความหมายของการคิด	18
3.2 ความหมายของระบบ	19
3.3 ความหมายของการคิดอย่างเป็นระบบ	20
3.4 ทักษะพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อนักเรียนในการฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ ...	21
3.5 ตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ	25
3.6 แนวทางการวัดและประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ	29
4. การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research).....	33
4.1 ความเป็นมาของการวิจัยปฏิบัติการ.....	33
4.2 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ.....	34
4.3 รูปแบบกระบวนการวิจัย	35
4.4 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน	37
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
5.1 งานวิจัยในประเทศ	38
5.2 งานวิจัยต่างประเทศ	44
6. กรอบแนวคิดการวิจัย.....	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
1. รูปแบบการวิจัย.....	48

2. กลุ่มเป้าหมาย.....	49
3. บริบทห้องเรียน.....	49
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
4.1 แนวทางการจัดการเรียนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ สำหรับพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบควรเป็นอย่างไร.....	49
4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร.....	50
5. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	53
5.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน.....	53
5.2 แบบสะท้อนผลการเรียนรู้.....	57
5.3 ใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.....	57
5.4 แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ.....	58
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
7. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
7.1 ข้อมูลที่ได้จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 “แนวทางการจัดการเรียนโดยใช้รูปแบบ ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับพัฒนาการคิดอย่าง เป็นระบบควรเป็นอย่างไร” มีดังนี้.....	62
7.2 ข้อมูลที่ได้จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 “การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็น ฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร” ประกอบด้วย.....	63
8. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ.....	65
8.1 การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ.....	65

8.2 การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation).....	66
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	67
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	67
1.1 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 1 2 และ 3.....	67
1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานที่ใช้พัฒนาการคิดอย่าง เป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	75
2. ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	76
2.1 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1.....	76
2.2 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2.....	81
2.3 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3.....	86
2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.....	90
บทที่ 5 บทสรุป.....	92
1. สรุปผล	92
1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็น ระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .	92
1.2 ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	94
2. อภิปรายผล.....	94

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .94	
2.2 ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	97
3. ข้อเสนอแนะ	98
3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้	98
3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป	98
บรรณานุกรม	100
ภาคผนวก	107
ประวัติผู้วิจัย	163



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมของหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ.....	11
ตาราง 2 แสดงกฎ DSRP สี่ข้อแต่ละกฎมีองค์ประกอบร่วมสององค์ประกอบ.....	22
ตาราง 3 แสดงส่วนประกอบของการคิดอย่างเป็นระบบและส่วนประกอบย่อยที่จะแสดงถึง การคิดอย่างเป็นระบบ	24
ตาราง 4 แสดงตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์.....	25
ตาราง 5 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ.....	31
ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การวัดการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.....	50
ตาราง 7 แสดงภาพรวมการดำเนินงานเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล.....	51
ตาราง 8 แสดงชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมงและรายละเอียดกิจกรรม.....	54
ตาราง 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการคิดอย่างเป็นระบบและ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน	55
ตาราง 10 แสดงเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ.....	63
ตาราง 11 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 177	
ตาราง 12 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 281	
ตาราง 13 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 3	86
ตาราง 14 แสดงคะแนนแบบทดสอบเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ	90

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	112
ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	115
ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	118
ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับ แบบทดสอบวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ.....	124
ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตตัวบ่งชี้ของการคิด อย่างเป็นระบบ.....	129
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ.....	136
ตาราง 21 แสดงผลคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนภายหลังจากการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5.....	137

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	37
ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	47
ภาพ 3 วงจรการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิด KEMMIS (1988).....	48
ภาพ 4 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5 สถานการณ์ที่ 2 การเผาเพื่อการเกษตร.....	69
ภาพ 5 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 6.....	71
ภาพ 6 แสดงการตอบข้อสรุปสุดท้ายเกี่ยวกับสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน กลุ่มที่ 4.....	75
ภาพ 7 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4.....	77
ภาพ 8 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1.....	78
ภาพ 9 แสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4.....	78
ภาพ 10 แสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1.....	79
ภาพ 11 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข จาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 3.....	80
ภาพ 12 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 2.....	80
ภาพ 13 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4.....	82

ภาพ 14 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1	82
ภาพ 15 แสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์ สาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย จากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4	83
ภาพ 16 แสดงแสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์ สาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย จาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1	84
ภาพ 17 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข จาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4	85
ภาพ 18 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข จาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5	85
ภาพ 19 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 2	87
ภาพ 20 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 6	87
ภาพ 21 แสดงการระบุสาเหตุ สาเหตุย่อย จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4	87
ภาพ 22 แสดงการเสนอแนวแก้ไขปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5	88
ภาพ 23 แสดงการตอบข้อสรุปสุดท้ายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4	88
ภาพ 24 แสดงการเปรียบเทียบการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนระหว่างการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	89

ภาพ 25 แสดงตอบแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ซึ่งแสดงความเข้าใจความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับภาวะโลกร
ร้อนกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ91



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดอย่างก้าวกระโดดส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาค และโลก ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นคุณประโยชน์และแทรกซึมเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตในปัจจุบัน เช่น การใช้พลังงานทั้งภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม รวมถึงกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ในทางกลับกันผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ก็ยิ่งรุนแรง ดังจะเห็นได้จากภัยพิบัติทางธรรมชาติ สภาพอากาศที่มีความผันแปรสุดขั้วที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงและถี่มากขึ้น และการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต เหตุการณ์ทั้งหมดนี้เป็นผลมาจากสมดุลพลังงานโลกกำลังพังทลาย (รัตนสุดา ชลธาดุ, 2558) ดังนั้น ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพอากาศโลกเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตประจำวันของนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถปรับตัว และดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขในศตวรรษที่ 21 นี้ ตลอดจนนำไปสู่การแก้ปัญหาและรักษาสิ่งแวดล้อมโลกอย่างยั่งยืนต่อไป ซึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ถือว่ามีส่วนสำคัญในการส่งเสริมนักเรียนในเรื่องดังกล่าว เนื่องจากมีเนื้อหาสาระสำคัญเกี่ยวกับโลกของเรา และเป็นการศึกษาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติอย่างมีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน โดยมีเหตุผลและหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ตามหลักวิชาการได้ (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2554)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี 2560 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เน้นย้ำเห็นความสำคัญของสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่สถานศึกษามักมองข้ามความสำคัญของการเรียนสาระนี้ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งฟิสิกส์ เคมีและชีววิทยารวมทั้งศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และที่สำคัญคือ พื้นฐานความรู้สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ จะช่วยเปิดโอกาสทางด้านอาชีพที่หลากหลายให้กับนักเรียน สำหรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นระบบที่ส่วนประกอบมีความเกี่ยวข้องกันหลายภาคส่วน กล่าวคือ ภูมิอากาศของพื้นที่ใดๆ เกิดจากระบบภูมิอากาศ (climate system) ซึ่งเป็นระบบที่บูรณาการส่วนที่สัมพันธ์กัน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นย่อมเป็นมาผลจากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ในระบบภูมิอากาศด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่างซึ่งส่งผลร่วมกันและความซับซ้อนของวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังการ

เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Svihla & Linn, 2012) หากไม่มีการเชื่อมโยงระบบอย่างมีเหตุและผลอย่างต่อเนื่องกันประกอบกับความรู้ความเข้าใจด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จะทำให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น เข้าใจคลาดเคลื่อนระหว่างภาวะโลกร้อนกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยการเชื่อว่ามิเพียงคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Meilinda et al., 2018) รวมถึงไม่ได้ให้ความสนใจ จึงไม่สามารถตอบคำถามที่หลากหลายที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ (Tolppanen & Aksela, 2018) ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ทั่วโลกกำลังเผชิญหน้า เราจึงจำเป็นที่จะสร้างคนให้สามารถรับมือและปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

นอกจากนี้ การดำรงชีวิตของมนุษย์ล้วนอยู่ในสิ่งแวดล้อมซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างระบบหนึ่งกับระบบอื่นๆ ทั้งในธรรมชาติหรือกิจกรรมมนุษย์ การคิดอย่างเป็นระบบจึงเป็นการเพิ่มขีดความสามารถและเครื่องมือสำคัญในการเผชิญกับความท้าทาย เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาในระดับระบบทางสังคมและธรรมชาติที่ซับซ้อนได้ในศตวรรษที่ 21 (Ritchie, 2017, p. 16) อย่างไรก็ตาม จากสถานะการศึกษาไทย พบว่า แรงงานไทยมีสมรรถนะหรือคุณลักษณะที่ไม่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงานหรือสถานประกอบการ ส่วนหนึ่งมาจากคุณภาพการศึกษาอยู่ในระดับต่ำ เช่น ปัญหาการอ่านและการเขียน ผู้เรียนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนขาดทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ครูไม่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจแก้ปัญหาซึ่งจะใช้การคิดอย่างเป็นระบบเป็นเครื่องมือเพื่อพัฒนาทักษะดังกล่าว ซึ่งส่วนหนึ่งจะต้องพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบให้แก่แก่นักเรียน อีกปัญหาหนึ่งคือการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยส่วนใหญ่ผู้ยังใช้การสอนที่ครูเป็นผู้นำการสอน โดยตรงไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับโลกแห่งความจริง ดังนั้น การคิดอย่างเป็นระบบจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนโลกและนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาและตัดสินใจ ทั้งในการเรียน การประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิต

อีกทั้งจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทิศทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของไทยในมิติการศึกษาและแรงงาน (สุพัชรา ดิษฐบรรจง, 2562) ได้ระบุข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อการพัฒนาการศึกษาและแรงงานของไทยว่าควรส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญ ได้แก่ การคิดอย่างเป็นระบบ การแก้ไขปัญหา ทักษะทางภาษา และทักษะทางเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ สอดคล้องกับจากแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่ได้ระบุว่าการพัฒนาคนในทุกช่วงวัยและการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้

นั้น นักเรียนต้องมีทักษะและคุณลักษณะพื้นฐานของพลเมืองไทยและมีทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อีกทั้ง คนทุกช่วงวัยควรมีความรู้ความสามารถและสมรรถนะตามมาตรฐานการศึกษาซึ่งได้กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ระบุว่าสมรรถนะของนักเรียนมี 5 ประการซึ่งการคิดอย่างเป็นระบบเป็นหนึ่งในสมรรถนะการคิดที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดแบบองค์รวมและเป็นระบบเป็นคนที่มีเหตุผลและพึ่งพาตนเองได้

และจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างแก่ครูวิทยาศาสตร์ประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 20 ปี จำนวน 1 ท่าน พบว่า แนวทางที่ครูใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบบรรยายทำให้ขาดความเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งยังไม่ได้ส่งเสริมการคิดให้นักเรียน ทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบในระดับที่สามารถระบุองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องได้ แต่มีบางตัวประกอบที่กำหนดผิด สามารถสร้างแผนภาพโดยใช้องค์ประกอบได้แต่ไม่ครบถ้วนไม่สมเหตุสมผล ระบุความสัมพันธ์ผิดพลาด ออกแบบแผนภาพแสดงความสัมพันธ์เพื่อสื่อสารความผิดหรือออกแบบได้เพียงอย่างง่าย

มีงานวิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่า หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาต่ำจะส่งผลต่อการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆ เพื่อสร้างระบบ และหลังจัดกิจกรรมทักษะการคิดอย่างเป็นระบบมีความก้าวหน้าขึ้น แต่ยังคงถือว่าอยู่ในระดับต่ำ จึงต้องการแนวทางการเรียนรู้ที่ดีเพื่อปรับปรุงระบบความคิดของนักเรียน (Mukhoyaroh et al., 2018) และจากการศึกษางานวิจัยได้ศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้แผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์กับโครงสร้างได้ ดังนั้น ควรพัฒนาการจัดกิจกรรมโดยกำหนดสถานการณ์ ปรากฏการณ์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนสามารถพิจารณาว่าองค์ประกอบในระบบมีความเชื่อมโยงอย่างเป็นเหตุเป็นผลกัน (ชนาธิป โทตรวานนท์ และคณะ, 2562) ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้จะควรนำสถานการณ์ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกแห่งความจริง หรือแบบจำลองมาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาต่อกิจกรรมที่จะส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ (ชนาธิป โทตรวานนท์ และคณะ, 2562)

แต่มีงานวิจัยแนะนำการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ควรเป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ครูจะทำหน้าที่แนะนำนักเรียนไปที่ละขั้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจระบบภูมิอากาศ การบรรเทาหรือชะลอ และการปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ให้นักเรียนได้มีโอกาสขยายความคิดผ่านประเด็นหรือคำถามและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะด้วยตนเองเพื่อสร้างภาพรวมซึ่งจำเป็นต้องใช้การคิดที่เป็นระบบ อย่างไรก็ตาม รูปแบบการใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการ

จัดการเรียนรู้ที่ใช้เวลานาน และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาจริงๆ เพราะจะก่อให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ (Tolppanen & Aksela, 2018) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากเป็น กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยเริ่มต้นจากปัญหาหรือสถานการณ์ มุ่งเน้นพัฒนา นักเรียนให้สามารถชี้แนะตนเองผ่านการฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการคิดอย่างมี ความหมายต่อนักเรียน เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนสร้างความรู้ที่เกิดจากความ เข้าใจของตนเอง และให้นักเรียนฝึกทักษะการคิด (อัญชลี ขยานวัตร, 2554) อีกทั้ง ยังมีขั้นตอนที่มี การขับเคลื่อนที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ (Nagarajan & Overton, 2019) โดยในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ ทำความเข้าใจโดย แยกสาเหตุและปัญหา และให้ระบอบองค์ประกอบของสถานการณ์ เกิดความรู้ความเข้าใจ จนสามารถ สังเคราะห์เชื่อมโยงองค์ประกอบอย่างเป็นระบบ รวมถึงนำไปการกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา ซึ่ง สอดคล้องกับที่ สสวท. ระบุว่า ในการเรียนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วย ตนเอง การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด และ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมอย่างเหมาะสม

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการตอบปัญหาหรือสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ ในศตวรรษที่ 21 มีความซับซ้อน ควรสืบเสาะหาความรู้หลากหลายแขนงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ เกิดขึ้น จนสามารถอธิบายและระบุแต่ละส่วนประกอบที่ส่งผลกระทบต่อกันและกันอย่างมีเหตุผล และ สามารถเชื่อมโยงไปถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อแต่ละส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งแนวทางที่ มนุษย์ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพราะแม้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนโลกเป็นผลทั้งจาก ธรรมชาติและมนุษย์ แต่ภายหลังปฏิวัติอุตสาหกรรมกิจกรรมมนุษย์มีผลอย่างมากที่ทำให้เกิดผล กระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานของโลก

คำถามงานวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบควรเป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
2. เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวอย่างแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
2. ได้ทราบถึงแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
3. สามารถนำแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ในเรื่องอื่นๆ และรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของงานวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 32 คน โดยใช้วิธีการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

ขอบเขตของเนื้อหา

การสำรวจและวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชา ว30263 ชื่อวิชา บรรยากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สิ่งที่ศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
2. การคิดอย่างเป็นระบบ

ระยะเวลาในการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เวลาในการศึกษา 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง วิธีการคิดที่นักเรียนสามารถมองภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา จากนั้นแยกองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นสาเหตุและผลลัพธ์ พร้อมทั้งระบุองค์ประกอบของผลลัพธ์และสาเหตุของปัญหา รวมถึงระบุแนวทางแก้ไขปัญหา และระบุบทบาทหรือหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ จากนั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างแผนภาพแสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมด โดยมี 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. ระบุและพิจารณาปัญหา หมายถึง พิจารณาและระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ หมายถึง ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย หมายถึง ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ชัดเจน
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ หมายถึง ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนและเหมาะสม
5. สร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา หมายถึง โครงสร้างและกระบวนการภายในมีการลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขครบถ้วน อย่างมีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่างง่าย

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้โดยการนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอแนวทางชะลอการเปลี่ยนแปลง ซึ่งนักเรียนสามารถประสบหรือมีโอกาสพบเจอได้ในชีวิตจริงมาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยเน้นที่การกำหนดสิ่งที่จะเรียนรู้และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ใหม่เพื่ออธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ปรับใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม นักเรียนจะเริ่มต้นการเรียนรู้โดยการแบ่งกลุ่มและกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์คลุมเครือเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และโดยเน้นคำศัพท์ใหม่เพื่อสร้างนิยามในการทำความเข้าใจร่วมกัน

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา สมาชิกในกลุ่มใช้ความรู้และประสบการณ์พูดคุยโต้แย้งร่วมกันว่า อะไรคือสิ่งที่รู้ อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ จากสถานการณ์ปัญหา จากนั้น ร่วมกันแยกแต่ละช่องว่างของความรู้ และตัดสินใจว่าจะต้องสำรวจเรื่องอะไร สมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาประเด็นปัญหา ซึ่งมีระบบเหตุและระบบผลที่เกิดขึ้น ระบุองค์ประกอบย่อยอื่นๆ ที่สังเกตได้

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง นักเรียนเริ่มอ่านบทวนสถานการณ์อีกครั้งเพื่อจัดระเบียบหมวดหมู่โดยแบ่งส่วนประกอบหลัก คือ เหตุและผล จากนั้นระบุองค์ประกอบย่อยที่สอดคล้องกับองค์ประกอบหลัก พร้อมทั้งระบุหน้าที่/บทบาท/กระบวนการภายในที่เกิดขึ้น ต่อมาสมาชิกกลุ่มอภิปรายแนวคิดและคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม จากนั้น สรุปประเด็นปัญหาให้ชัดเจนและตรงกับความเข้าใจของกลุ่ม เช่น กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ กำหนดแหล่งค้นคว้าหาความรู้ เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล นักเรียนแบ่งหน้าที่มอบหมายงานให้สมาชิกโดยใช้เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สมาชิกเข้าสู่กระบวนการรวบรวมความรู้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย จากนั้น สมาชิกแต่ละคนจะรายงานข้อมูลที่รวบรวมพร้อมกับร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญ และบันทึกรายละเอียดลงในใบกิจกรรม และนำมาสร้างแผนภาพที่มีโครงสร้างระบบทั้งหมดที่ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา สาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางป้องกัน/ชะลอ/แก้ปัญหาที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 5 รายงานผล ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา รวมถึงนักเรียนสามารถกำหนดคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาได้



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนำเสนอเป็นแนวทางในงานวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 เป้าหมาย กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.2 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. การคิดอย่างเป็นระบบ

3.1 ความหมายของการคิด

3.2 ความหมายของระบบ

3.3 ความหมายของการคิดอย่างเป็นระบบ

3.4 ทักษะที่จำเป็นของนักเรียนสำหรับการคิดอย่างเป็นระบบ

3.5 ตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

3.6 แนวทางการวัดและประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

4. รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ

4.1 ความเป็นมาของการวิจัยปฏิบัติการ

4.2 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

4.3 รูปแบบกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ

4.4 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

6. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 เป้าหมาย กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จะได้เรียนรู้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยมีผลการเรียนรู้ ดังนี้

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศที่ 2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง การพยากรณ์อากาศ

และคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม วิชา บรรยายภาค กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถานศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศและชั้นบรรยากาศ หลักการของพลังงาน พลังงานจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากโลก สมดุลพลังงานของโลก การเกิดลม ปัจจัยของการเกิดลม

แบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศบนโลก การแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร ประโยชน์ของมหาสมุทร และการหมุนเวียนน้ำ เมฆและการเกิดเมฆ เสถียรภาพของอากาศ แนวปะทะอากาศ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ปรากฏการณ์เรือนกระจก คลื่นความร้อน การตรวจอากาศ การพยากรณ์อากาศ แผนที่อากาศ

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรมและ จริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมมีความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ผลการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมของหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ชั้น	ผลการเรียนรู้
ม.5	1. อธิบายปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและคายพลังงานจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน และผลที่มีต่ออุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณของโลก
	2. อธิบายกระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก
	3. อธิบายผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของ ความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ
	4. อธิบายการหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ
	5. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร
	6. อธิบายปัจจัยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรและรูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร
	7. อธิบายผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
	8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศ และการเกิดเมฆ
	9. อธิบายการเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง
	10. อธิบายปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่าง ข้อมูลสนับสนุน
	11. วิเคราะห์และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจาก การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

ชั้น	ผลการเรียนรู้
	12. แปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศบนแผนที่อากาศ
	13. วิเคราะห์และคาดการณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศ เบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศอื่น ๆ เพื่อวางแผนในการประกอบอาชีพและ การดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับสภาพลมฟ้า อากาศ

และคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม วิชา บรรยายภาค กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถานศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศและชั้นบรรยากาศ หลักการของพลังงาน พลังงานจากดวงอาทิตย์ พลังงานจากโลก สมดุลพลังงานของโลก การเกิดลม ปัจจัยของการเกิดลมแบบจำลองการหมุนเวียนของอากาศบนโลก การแบ่งชั้นน้ำในมหาสมุทร ประโยชน์ของมหาสมุทรและการหมุนเวียนน้ำ เมฆและการเกิดเมฆ เสถียรภาพของอากาศ แนวปะทะอากาศ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ปรากฏการณ์เรือนกระจก คลื่นความร้อน การตรวจอากาศ การพยากรณ์อากาศ แผนที่อากาศ

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรมและ จริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมมีความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ในการวิจัยนี้เป็นการสอนในวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีหลักสูตรครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนี้ เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ และมีผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ ข้อ 10 อธิบายปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลสนับสนุน และข้อ 11 วิเคราะห์และอภิปรายเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก หรือ PBL ได้เริ่มใช้เป็นแห่งแรกที่โรงเรียนแพทย์แมคมาสเตอร์ เมืองแฮมิลตัน รัฐออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ในปี ค.ศ.1971 โดย Howards. Barrows แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางอายุรศาสตร์ระบบประสาท เป็นผู้ริเริ่มใช้การศึกษาแพทยศาสตร์ในแนวใหม่นี้เป็นโครงการนำร่องในการสอนทางระบบประสาท เพื่อพัฒนาคุณภาพของบัณฑิตแพทย์ที่พบว่าตกต่ำลง เพราะระบบการศึกษาที่อยู่บนพื้นฐานของการมุ่งสอนแต่เนื้อหาวิชาให้จดจำด้วยการบรรยายเป็นส่วนใหญ่การสอนด้านเนื้อหาวิชามีมากจนทำให้ไม่ได้สอนทักษะที่สำคัญและจำเป็นต่อวิชาชีพ แต่ไม่ได้เน้นการนำความรู้มาใช้แก้ไขปัญหา หรือฝึกความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และไม่ได้ปลูกฝังความรักความสามารถในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการปฏิบัติงานทางวิชาชีพในภาคหน้า ดังนั้น Howards Barrows ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญอีกหลายท่าน จึงได้ริเริ่มจัดหลักสูตรผลิตแพทย์แนวใหม่ขึ้น โดยใช้ “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (problem-based learning)” ควบคู่กับ “การเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (student centered learning)” และ “การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย (small - group learning) โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ความสามารถในการทำงาน เป็นทีมร่วมกับผู้อื่น ความสามารถในการดูแลผู้ป่วยแบบองค์รวมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และสามารถปฏิบัติงานในสถานบริการสาธารณสุขทั่วไปได้

Barrows ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์การศึกษาที่สำคัญๆ ของ PBL ไว้ดังนี้

1. สร้างรูปแบบความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนและการปฏิบัติงานทางคลินิก เป็นความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงกันระหว่างวิชาต่าง ๆ ไม่ใช่แบ่งแยกกันเป็นส่วน ๆ และเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์และต่อเติมความรู้ในอนาคตได้
2. พัฒนาให้เกิดทักษะในการใช้เหตุผลและการตัดสินใจทางคลินิก (clinical reasoning skill) อย่างมีประสิทธิภาพ คือ มีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับแพทย์และสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพต่าง ๆ
3. สร้างประสิทธิภาพในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ เพราะนักเรียนได้เรียนในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกับสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานในอนาคต (วัลลี สัตยาศัย, 2547, น. 28-30)

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

Savery (2006) ระบุว่า PBL เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนและหลักสูตรที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถทำการวิจัยบูรณาการทฤษฎีและการปฏิบัติ และใช้ความรู้

และทักษะในการพัฒนาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้จากปัญหาที่กำหนดให้ โดยการจำลองปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาต้องมีโครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์และอนุญาตให้สืบเสาะหารายละเอียดเพิ่มเติมได้อย่างอิสระ เพราะในโลกแห่งความเป็นจริงปัญหาที่พบมักมีทั้งจริงและเท็จปะปนอยู่

Etherington (2011) ระบุว่า นักเรียนกำลังเผชิญกับสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือปัญหาที่ต้องการวิธีแก้ไข ปัญหาที่กำหนดไว้ไม่ดีและยุ่งเหยิงดังนั้นจึงไม่มีเส้นทางหรือขั้นตอนที่ชัดเจนในการปฏิบัติตาม นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาและบริบทและใช้กระบวนการนิรนัยและอุปนัยเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

Jansson et al. (2015) ระบุว่า PBL อยู่บนหลักการที่ว่ากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้รับความช่วยเหลือจากการผสมผสานระหว่างการสำรวจทางปัญญาของแต่ละบุคคลและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ตัวอย่างเช่น ก่อนอื่นนักเรียนต้องสามารถระบุและพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่กำหนด เงื่อนไขหรือสถานการณ์ จากนั้นแต่ละกลุ่มจะเรียนรู้จากคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนควรจะสามารถให้คำตอบที่เป็นไปได้

อัญชลี ชยานุวัชร (2554) กล่าวว่า PBL ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น กล่าวคือ ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ มีการนำปัญหามาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554) สรุปว่า PBL เป็นหนึ่งในวิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยผู้สอนต้องเตรียมปัญหา สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหาที่น่าสนใจเรียน โดยใช้การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมหรือใช้คำถามกระตุ้นประสบการณ์เดิมของนักเรียน

กมลฉัตร กล่อมอิม (2560) กล่าวว่า PBL จะเริ่มด้วยการตั้ง “ปัญหา” การตั้งปัญหาหรือสถานการณ์จึงสำคัญมาก โดยที่ปัญหาหรือสถานการณ์จะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือมีโอกาสที่จะประสบในอนาคตจริง เพื่อกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และนำมาตอบปัญหาหรืออธิบายเหตุผลของสถานการณ์นั้นๆ ได้

สรุปการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้โดยการนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถประสบหรือมีโอกาสพบเจอได้ในชีวิตจริงมาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยเน้นที่การกำหนดสิ่งที่จะเรียนรู้และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ใหม่เพื่ออธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบ

2.3 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายคนได้เสนอแนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

Ahamad et al. (2017) ได้ระบุแนวทาง PBL โดยปรับปรุงเพื่อแทรก PBL เข้าในบทเรียน ซึ่งมี 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การแนะนำทำความเข้าใจปัญหาและการค้นหาข้อมูล ประกอบด้วย

- นักเรียนจะได้รับการแนะนำให้เข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาที่กำหนด

- นักเรียนสอบถามและทำการค้นหาเป็นรายบุคคลหรือร่วมมือกันเพื่อทำความเข้าใจของปัญหา
- นักการศึกษาคอยตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนและตรวจสอบให้แน่ใจว่าพวกเขามาถูกทาง

ส่วนที่ 2 สร้างและรวบรวมแนวทางแก้ปัญหา ประกอบด้วย

- นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดและอภิปรายเพื่อจัดทำร่างของสิ่งที่เป็นไปได้เพื่อสร้างแนวทางแก้ไขปัญหาคำถามที่กำหนด

ส่วนที่ 3 การนำเสนอและการสะท้อนผล ประกอบด้วย

- นักเรียนเตรียมการนำเสนอ 5-7 นาที เพื่อแบ่งปันสิ่งที่พบต่อหน้าทั้งชั้นเรียน
- วิทยากรตรวจสอบว่านักเรียนทำงานเสร็จแล้วและถามคำถามเพิ่มเติมให้นักเรียน เมื่อจบบทเรียน

โดยครูมีบทบาทในการกำหนดปัญหา ตั้งคำถามและอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูล และสนทนาเพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียน

Simamora et al. (2017) ได้กำหนดโครงสร้าง PBL เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการเรียนรู้ PBL ในมัธยมต้นมี 5 ชั้น มีดังนี้

ขั้นที่ 1 การปฐมนิเทศนักเรียนกับปัญหา โดยผู้สอนจะอธิบายจุดประสงค์ของการเรียนรู้ อธิบายตรรกะที่จำเป็น และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาที่เลือก

ขั้นที่ 2 จัดระเบียบนักเรียน ครูช่วยนักเรียนกำหนดและจัดระเบียบงานที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 แนะนำแนวทางการค้นคว้ารายบุคคลและรายกลุ่ม โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียนทำการทดลองสำหรับเพื่อการอธิบายและการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 พัฒนาและนำเสนอผลงาน ครูช่วยเหลือนักเรียนในการวางแผนและเตรียมงานอย่างเหมาะสม เช่น ทำรายงาน สร้างแบบจำลอง และแบ่งปันงานที่ได้รับมอบหมายให้กับเพื่อนๆ

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา ครูประเมินผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษา ตั้งคำถามแก่แต่ละกลุ่มหลังจากจบการนำเสนอผลงาน

Celika et al. (2011) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ PBL ต่อความสำเร็จของนักเรียนหลักสูตรฟิสิกส์ โดยกำหนด PBL ไว้ 3 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์และแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและจัดระเบียบความคิดของนักเรียน จากนั้นครูจะอภิปรายปัญหาและให้ข้อเสนอแนะ (เพื่อให้ นักเรียนพัฒนาสมมติฐาน) เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้การระดมสมอง ในขณะที่เดียวกันครูจะคอยเน้นย้ำให้นักเรียนอยู่ในประเด็นที่ต้องศึกษา โดยการเดินไปตามกลุ่มต่างๆ และตั้งคำถามขึ้นเมื่อจำเป็น ในตอนท้าย

ของระยะนี้จะมีการกำหนดส่วนที่ครูไม่เข้าใจหรือต้องการรับข้อมูลเพิ่มเติม จะให้ระบุไว้เป็นหัวข้อย่อยในหัวข้อ “ฉันควรเรียนรู้อะไร”

ขั้นที่ 2 เริ่มต้นด้วยการนำเสนอข้อมูลใหม่ที่เรียนรู้อันเป็นผลมาจากการทำงานแต่ละบุคคล มีการทบทวนสมมติฐานก่อนหน้าและการแก้ปัญหาที่มีอยู่ในสถานการณ์จำลองและเป้าหมายการเรียนรู้ ผ่านการอภิปรายร่วมกัน หลังจากนั้นครูตรวจสอบให้แน่ใจที่นักเรียนได้ตอบคำถามทั้งหมดที่ระบุไว้ใน “ฉันควรเรียนรู้อะไร”

ขั้นที่ 3 ครูแจกใบงานให้แต่ละกลุ่ม นักเรียนจะได้รับโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ กำหนดเวลาในการทำงานให้เสร็จตามความเหมาะสม หลังจากนั้นครูจะเฉลยคำตอบบนกระดาน

Jansson et al. (2015) ได้อธิบายการดำเนินการจัด PBL เคมีสิ่งแวดล้อมมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายภาพรวมสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่มีความคลุมเครือ กำหนดเวลาสั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนอ่านได้ตรงตรงและจดบันทึก

ขั้นที่ 2 ระดมความคิด นักเรียนร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยครูจัดให้นักเรียนได้บันทึกคำถาม บรรยายข้อเท็จจริงที่นักเรียนรู้จัก ข้อจำกัด และคำแนะนำอื่นๆ โดยแบ่งเป็นประเด็นสำคัญๆ

ขั้นที่ 3 การจัดระบบ นักเรียนเริ่มกระบวนการจัดระบบโดยการอ่านบันทึกย่อและจัดเรียงเป็นหมวดหมู่หัวข้อและกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยจดบันทึกลงในตาราง

ขั้นที่ 4 อธิบายปัญหา ตามการจัดระบบของนักเรียนที่ได้ร่างแนวคิดและคำถามที่เกิดขึ้น ระหว่างการระดมความคิดเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างคำอธิบายปัญหาและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนมีจุดสนใจเพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายในการประชุมกลุ่มครั้งต่อไป จากนั้น นักเรียนแบ่งหน้าที่มอบหมายงานให้สมาชิกโดยใช้เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้จนถึงการประชุมครั้งต่อไป

ขั้นที่ 5 การประเมิน ก่อนปิดการประชุมนักเรียนจะประเมินงานที่ทำในระหว่างการประชุม ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามทั้งรายบุคคลและโดยรวมของกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีการเผยแพร่ผลงานของนักเรียน รวมถึงสรุปสิ่งที่นักเรียนแต่ละคนได้เรียนรู้

ขั้นที่ 6 การรวบรวมความรู้ ในช่วงเวลาระหว่างการประชุมกลุ่มนักเรียนเข้าสู่กระบวนการรวบรวมความรู้ซึ่งพวกเขาทำงานตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 7 การรายงานผล ในการประชุมกลุ่มครั้งถัดมา นักเรียนแต่ละคนจะรายงานข้อมูลที่ได้รับรวบรวมพร้อมกับข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลนี้ หลังจากนั้นกระบวนการจะเริ่มต้นใหม่ด้วยคำถามใหม่ พร้อมกับกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้

Aidoo et al. (2016) ได้ศึกษาผลการดำเนินการ PBL ในวิชาเคมี ดังนี้

นักเรียนจะได้รับปัญหาที่ซับซ้อนในการแก้ไขและแนวทางที่จำเป็นที่จะช่วยนักเรียนในการแก้ไข และกำหนดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยเพื่ออภิปรายปัญหาและวิธีที่เป็นไปได้ในการสำรวจและสะท้อนปัญหา ตลอดจนเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา จากนั้น นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลจากสื่อการเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันในขณะที่ทำงานเป็นกลุ่มย่อยเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าโดยครูสามารถใช้คำถามชี้แนะ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา สุดท้าย ครูและนักเรียนประเมินแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ให้รายละเอียดขั้นของ PBL ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน และดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เกี่ยวข้องร่วมกันประเมินผลงาน

สรุป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนและสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม โดยมีการปรับให้มีความเหมาะสมกับเวลาการจัดการเรียนรู้ บริบทของเนื้อหาวิชา และบริบทของนักเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม นักเรียนจะเริ่มต้นการเรียนรู้โดยการแบ่งกลุ่มและกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์คลุมเครือเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และโดยเน้นคำศัพท์ใหม่เพื่อสร้างนิยามในการทำความเข้าใจร่วมกัน

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา สมาชิกในกลุ่มใช้ความรู้และประสบการณ์พูดคุยโต้แย้ง ร่วมกันว่า อะไรคือสิ่งที่รู้ อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ จากสถานการณ์ปัญหา จากนั้น ร่วมกันแยกแต่ละช่องว่าง ของความรู้ และตัดสินใจว่าจะต้องสำรวจเรื่องอะไร สมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อ ทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาประเด็นปัญหา ซึ่งมีระบบเหตุและระบบผลที่เกิดขึ้น ระบุ องค์ประกอบย่อยอื่นๆ ที่สังเกตได้

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง นักเรียนเริ่มอ่านบททวนสถานการณ์อีกครั้งเพื่อจัดระเบียบหมวดหมู่โดย แบ่งส่วนประกอบหลัก คือ เหตุและผล จากนั้นระบุองค์ประกอบย่อยที่สอดคล้องกับองค์ประกอบ หลัก พร้อมทั้งระบุหน้าที่/บทบาท/กระบวนการภายในที่เกิดขึ้น ต่อมาสมาชิกกลุ่มอภิปรายแนวคิด และคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม จากนั้น สรุปประเด็นปัญหาให้ชัดเจนและตรงกับ ความเข้าใจของกลุ่ม เช่น กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ กำหนดแหล่งค้นคว้าหาความรู้ เป็นต้น เพื่อนำไปสู่ การหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล นักเรียนแบ่งหน้าที่มอบหมายงานให้สมาชิกโดยใช้ เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สมาชิกเข้าสู่กระบวนการรวบรวมความรู้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย จากนั้น สมาชิกแต่ละคนจะรายงานข้อมูลที่รวบรวมพร้อมกับร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญ และบันทึก รายละเอียดลงในใบกิจกรรม และนำมาสร้างแผนภาพที่มีโครงสร้างระบบทั้งหมดที่ประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา สาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางป้องกัน/ชะลอ/แก้ปัญหาที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 5 รายงานผล ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับ กิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา รวมถึงนักเรียนสามารถกำหนดคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหา ได้

3. การคิดอย่างเป็นระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความหมายของการคิด

Fernyhough (2010) อธิบายว่า การคิด คือ กระบวนการรับรู้ที่มีสติ ซึ่งจะแสดงพฤติกรรม ด้วยการนึกคิด การบรรยายให้เห็นภาพ การแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจ โดยใช้วัจนภาษา และอวัจนภาษา ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมซึ่งประสบการณ์สามารถปรับเปลี่ยนไปได้

Raghavan (2014) อธิบายว่า การคิด คือ การจัดการข้อมูล เช่นเดียวกันกับเมื่อเราสร้าง แนวคิด หรือเพื่อมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา หรือการให้เหตุผลและตัดสินใจ ความคิดก่อให้เกิดหลายๆ ความคิด ความคิดอาจเป็นความนึกคิดซึ่งเป็นนามธรรม ภาพ เสียงหรือแม้แต่ความรู้สึกทางอารมณ์ที่ เกิดจากสมอง

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) ให้ความหมายของการคิดว่า การทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล หรือให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

ทศนา เชนณี (อ้างถึงใน มกราพันธุ์ จุฑะรสก, 2556) อธิบายว่า การคิด หมายถึงการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

ฉันท ชาติทอง (2554) การคิดเป็นกระบวนการทางสมองในการจัดกระทำกับข้อมูลหรือ สิ่งเร้าที่มากกระตุ้น การคิดเป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคล เป็นกระบวนการเชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างความหมายความเข้าใจในสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์

มกราพันธุ์ จุฑะรสก (2556) อธิบายว่า การคิด เป็นการทำงานของสมองที่อาศัยกลไกกระบวนการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้อง ความคิดหรือจิต กับสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อม สัมพันธ์กับประสบการณ์ของมนุษย์ การคิดแฝงอยู่กับการเรียนรู้ทำให้เกิดความเข้าใจแนวคิดใหม่ๆ เพิ่มคุณภาพของการเรียนรู้ได้ โดยต้องกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจน พร้อมทั้งมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและเหตุผล เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์

3.2 ความหมายของระบบ

Arnold & Wade (2015) อธิบายว่า กลุ่มหรือการรวมกันขององค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน พึ่งพากันหรือมีปฏิสัมพันธ์กันซึ่งก่อให้เกิดเอนทิตีรวม

Constable et al. (2019) ระบบ คือ ชุดขององค์ประกอบที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างรูปแบบพฤติกรรม การทำงานตามวัตถุประสงค์ของตัวระบบเอง เช่น กลไกที่ทำให้หน้าฬิกาทำงานบอกเวลา

Adcock et al. (2020) ระบบ คือ ชุดของส่วนที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความเชื่อมโยงกันเพียงพอระหว่างส่วนต่างๆ เพื่อให้การดูโดยรวมมีประโยชน์ หากเราพิจารณาสถานการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นซึ่งส่วนต่างๆ ของระบบสามารถมองได้ว่าเป็นระบบ

Oxford Advanced Learner's Dictionary (2021) ให้ความหมายของระบบว่า ชุดความคิดหรือทฤษฎีที่จัดระเบียบหรือวิธีการเฉพาะในการทำบางสิ่ง หรือกลุ่มของสิ่งของ ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ ฯลฯ ที่เชื่อมต่อหรือทำงานร่วมกัน

ราชบัณฑิตยสถาน (2554) ให้ความหมายว่า ระบบ เป็นกลุ่มของสิ่งซึ่งมีลักษณะประสานเข้าเป็นสิ่งเดียวกันตามหลักแห่งความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน ด้วยระเบียบของธรรมชาติหรือหลัก

เหตุผลทางวิชาการ เช่น ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร ระบบจักรวาล ระบบสังคม ระบบการบริหารประเทศ

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559) อธิบายว่า ระบบ หมายถึง สิ่งที่มีรูปลักษณ์ ขอบเขต และหน้าที่ เป็นเอกลักษณ์ของเฉพาะตัว ซึ่งเป็นพลังร่วม (Synergy) ที่เกิดจากผลรวมของปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อย (Parts) ทั้งหมด ระบบต้องพยายามรักษาเสถียรภาพของกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยทั้งหมดเพื่อรักษาสมดุล

3.3 ความหมายของการคิดอย่างเป็นระบบ

Ritchie (2017) อธิบายว่า การคิดอย่างเป็นระบบเป็นประเภทของการคิดเชิงวิพากษ์หรือคิดวิเคราะห์ ที่จะตรวจสอบแนวคิดเพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ที่มีอยู่ระหว่างตัวแปรของระบบให้ดีขึ้น เป็นสิ่งสำคัญในการช่วยให้ผู้คนเข้าใจและแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน

Orgill et al. (2019) อธิบายว่า การคิดอย่างเป็นระบบเป็นการแนวทางในการค้นคว้าและเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดจากมุมมองแบบองค์รวม ใช้เครื่องมือและกรอบองค์ความรู้ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ซับซ้อนและปรากฏการณ์ภายในและระหว่างระบบทั้งที่เป็นธรรมชาติและที่ประดิษฐ์ขึ้นจากมุมมองแบบองค์รวม การคิดอย่างเป็นระบบช่วยให้สามารถมองเห็นพฤติกรรมและปรากฏการณ์ในระดับที่สูงขึ้นซึ่งอาจไม่มีใครคาดเดาได้ว่าจะเกิดขึ้นจากผลรวมของส่วนประกอบของระบบเท่านั้น

Rouse (2020) อธิบายว่า การคิดอย่างเป็นระบบเป็นวิธีการวิเคราะห์แบบองค์รวม โดยมุ่งเน้นไปที่วิธีการที่ส่วนที่เป็นส่วนประกอบของระบบมีความสัมพันธ์กันและวิธีการทำงานของระบบเมื่อเวลาผ่านไปและภายในบริบทของระบบที่ใหญ่ขึ้น

Allen (2021) การคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในระบบ โดยการพิจารณาตรวจสอบความเชื่อมโยงและปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่ประกอบด้วยทั้งระบบ การคิดอย่างเป็นระบบในทางปฏิบัติกระตุ้นให้เราสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างกันภายในบริบทและความเชื่อมโยง มุมมองหรือการรับรู้สถานการณ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง และขอบเขต

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2559) อธิบายว่า การคิดอย่างเป็นระบบ เป็นการมองภาพรวมทั้งหมดและรายละเอียดย่อยๆ ของเรื่องราว ประเด็นปัญหา หรือสิ่งที่คุณต้องการคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มกราพันธุ์ จุฑารส (2556) สรุปว่า การคิดอย่างเป็นระบบ คือการปรับวิธีคิด หรือ เพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลายวิธีในเวลาเดียวกัน แต่ต้องมีวิธีเลือกวิธีคิดหลักในแต่ละสถานการณ์ มีหลักเกณฑ์และเหตุผลโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม โดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่ต่อเชื่อมกันเป็นปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

สรุป การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง นักเรียนสามารถแยกองค์ประกอบหลักออกเป็นสาเหตุและผลลัพธ์ พร้อมทั้งระบุงองค์ประกอบของผลลัพธ์และสาเหตุของปัญหา จากนั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของผลลัพธ์และสาเหตุของปัญหาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างแผนภาพแสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมด และนำไปสู่การตอบปัญหาในที่สุด

3.4 ทักษะพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อนักเรียนในการฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ

มกราพันธุ์ จุฑารสกร (2556, น.54-56) ได้อธิบายทักษะพื้นฐานในการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ดังนี้

1. การลากเส้น (Causal loops) เป็นวิธีการลากเส้นเพื่อค้นหาความเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น ค้นหาเหตุและผลในการเกิดขึ้นขององค์ประกอบต่างๆ ในระบบ และการค้นหาความเป็นเหตุเป็นผล ไม่ใช่การนำองค์ประกอบต่างๆ มากองรวมกัน ผู้สอนจะต้องใช้วิธีการลากเส้นในรูปแบบของการตั้งคำถามถึงสิ่งซึ่งทำให้เกิดปัจจัยหรือองค์ประกอบนั้น การตั้งคำถามจะทำให้เราเห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแต่ละส่วน ทำให้เห็นความเชื่อมโยงของความคิดว่า เพราะสิ่งนั้นมีสิ่งนี้ จึงเกิดขึ้นได้อย่างไร การค้นหาเหตุด้วยวิธีการลากเส้น Causal loops จึงเป็นหนึ่งในวิธีการฝึกฝนของวิธีคิดอย่างเป็นระบบและเป็นพื้นฐาน การเล่าเรื่องโดยการลากเส้นดังตัวอย่างหนึ่งในวิธีการลากเส้นคือ

ก. วิธีการลากเส้น จะเริ่มจากผลลัพธ์สุดท้ายที่คาดหวัง แล้วเขียนผลลัพธ์นั้นลงไปบนกระดาษ

ข. การตั้งคำถามย้อนกลับว่า ความสำเร็จตามผลลัพธ์นั้นมีปัจจัยอะไร เลือกเฉพาะคำตอบที่สำคัญ วาดลงบนกระดาษ เพื่อให้การลากเส้นชัดเจนไม่สับสน

ค. สุดท้ายจะได้รูปภาพที่บ่งบอกสาเหตุของความสำเร็จของผลลัพธ์

2. ทักษะการตั้งคำถาม (inquiry) การค้นหาคำตอบต้องเกิดจากมีการตั้งคำถามเสมอ การคิดค้นต่างๆ ของบุคคลสำคัญของโลกต่างภูมิการตั้งคำถามทั้งนั้น ผู้ตั้งคำถามจะต้องใส่ใจในเรื่องที่กำลังศึกษา เรียนรู้และจับประเด็นได้เป็นอย่างดี มีความละเอียดอ่อน ใฝ่ในการรับรู้ สามารถตั้งคำถามที่จะนำไปสู่ความจริงได้

3. ทักษะการคิดทบทวน (reflection) ทักษะการคิดทบทวน คือ การคิดไตร่ตรองในเรื่องราวใดๆ อย่างครุ่นคิดพินิจพิเคราะห์ การหยุดคิดเพื่อครุ่นคิด จะทำให้ค้นพบความเป็นเหตุและผลที่ซ่อนอยู่

4. ทักษะการนำเสนอ (advocacy) การนำเสนอ การผลักดันความคิด การเปิดเผย อธิบายความคิด ภาษาจึงมักจะเป็นสื่อในการอธิบายความคิด หรือระบบความคิดที่ซับซ้อนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ไม่เพียงแต่การใช้ภาษาพูดเท่านั้น แต่วิธีคิดอย่างเป็นระบบจะต้องฝึกการให้คำอธิบายด้วยการลากเส้น

ภาพวาด การเล่าเรื่อง และต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม หากเราอธิบายเรื่องที่ซับซ้อน ผ่านการแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงว่าอะไรไปสู่อะไร มีผลลัพธ์ออกมาอย่างไรบ้าง ด้วยถ้อยคำที่กระชับ เข้าใจง่าย และมีภาพรวม จะทำให้เรื่องที่คุณเหมือนจะยาก กลายเป็นเรื่อง ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย (มกราพันธ์ จุฑะรสก, 2556, น.54-56)

Cabrera et al. (2015) ได้วางกฎพื้นฐานซึ่งเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการคิดอย่างเป็นระบบไว้ 4 ข้อ หรือที่เรียกว่า DSRP โดยทั้ง 4 ข้อเป็นรูปแบบด้านพุทธิปัญญาของมนุษย์ เป็นทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ มีดังนี้

1. การแบ่งแยกความแตกต่าง (Distinctions) ความแตกต่างสามารถเกิดขึ้นระหว่างสิ่งต่างๆ กับความคิด สิ่งต่างๆ กับสิ่งต่างๆ หรือความคิดกับความคิด ซึ่งทั้งสองใช้บ่งการมีอยู่ของอื่นๆ
2. ระบบ (systems) ระบบย่อยซึ่งประกอบขึ้นจากส่วนหนึ่ง (parts) หรือแบบสมบูรณ์ทั้งหมด (wholes) ได้
3. ความสัมพันธ์ (relationships) ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างกันของส่วนประกอบ/ชิ้นส่วน ที่จะประกอบด้วยการกระทำ (action) และปฏิกิริยา (reaction)
4. ทิศนะ (Perspectives) ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่ง (point) และ มองเห็น (see) โดยดูได้จากมุมมองของคนอื่น มุมมองของสิ่งต่างๆ และมุมมองของความคิด

คุณลักษณะที่สำคัญของ DSRP คือแต่ละข้อมีความหมายร่วมกันสององค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น เมื่อเทียบกับความแตกต่าง การมีอยู่ของสิ่งหนึ่งจะบ่งบอกถึงการมีอยู่ของสิ่งอื่นโดยอัตโนมัติและในทางตรงข้ามก็เช่นกัน หรือถ้าเราเห็นส่วนหนึ่งหมายถึงการมีอยู่ของทั้งหมด หรือมีการกระทำก็ต้องมีปฏิกิริยา หรือตำแหน่งบ่งบอกได้จากการมองเห็น

ตาราง 2 แสดงกฎ DSRP สี่ข้อแต่ละกฎมีองค์ประกอบร่วมสององค์ประกอบ

กฎพื้นฐาน	องค์ประกอบ 1	องค์ประกอบ 2
การแบ่งแยกความแตกต่าง (Distinctions)	สิ่งต่างๆ /ความคิด	สิ่งอื่น
ระบบ (systems)	ส่วนหนึ่ง	ทั้งหมด
ความสัมพันธ์ (relationships)	การกระทำ	ปฏิกิริยา
ทิศนะ (Perspectives)	ตำแหน่ง	มองเห็น

ทั้งนี้ยังระบุว่า DSRP ลักษณะภายนอกที่เป็นบวกมากมาย ทั้งการเตรียมผู้คนที่สามารถอดทนต่อเหตุการณ์ต่างๆ หรือสถานการณ์ที่ตึงเครียด เรียนรู้การตอบสนองแบบปรับตัวได้มากขึ้น

และลดพฤติกรรมที่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น สร้างการบูรณาการร่วมกันรับรู้และมีมีโนธรรมมากขึ้น มีมนุษยสัมพันธ์กับคนใกล้ตัวและคนอื่นยิ่งขึ้น

Squires et al. (2011) ได้อธิบายการคิดอย่างเป็นระบบว่าเป็นความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. รวบรวมหลากหลายมุมมอง
2. ทำงานในพื้นที่ที่มีขอบเขตหรือวงจำกัดของปัญหา หรือในระบบที่อาจจะ "คลุมเครือ"
3. เข้าใจบริบทการดำเนินงานที่หลากหลายของระบบ
4. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างกันและความสัมพันธ์ และการพึ่งพา
5. เข้าใจพฤติกรรมของระบบที่ซับซ้อน
6. ทำนายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระบบได้อย่างน่าเชื่อถือ

Arnold & Wade (2015) ได้สังเคราะห์องค์ประกอบของการคิดอย่างเป็นระบบจากนักการศึกษาต่างๆ ดังนี้

1. ตระหนักถึงการเชื่อมต่อระหว่างกัน (Recognizing Interconnections) ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ ทักษะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการระบุการเชื่อมต่อที่สำคัญระหว่างส่วนต่างๆ ของระบบ แม้แต่ผู้ใหญ่ที่มีการศึกษาระดับสูงที่ไม่มีการศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบก็มักจะขาดความสามารถนี้ (Plate & Monroe, 2014).

2. การระบุและทำความเข้าใจผลสะท้อนกลับ (Identifying and Understanding Feedback) การเชื่อมต่อระหว่างกันบางส่วนเพื่อสร้างรูปผลสะท้อนกลับที่เป็นเหตุ - ผล (Hopper & Stave, 2008) การคิดอย่างเป็นระบบต้องการการระบุข้อมูลผลสะท้อนกลับเหล่านั้นและทำความเข้าใจว่า สิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อพฤติกรรมของระบบอย่างไร (Plate & Monroe, 2014)

3. การทำความเข้าใจโครงสร้างระบบ (Understanding System Structure) โครงสร้างระบบประกอบด้วย องค์ประกอบและการเชื่อมต่อระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้ การคิดอย่างเป็นระบบต้องการความเข้าใจโครงสร้างนี้ การตระหนักถึงการเชื่อมต่อระหว่างกันและการทำความเข้าใจผลสะท้อนกลับ เป็นกุญแจสำคัญในการทำความเข้าใจโครงสร้างระบบ

4. ความแตกต่างของประเภทของคลัง กระแส ตัวแปร (Differentiating Types of Stocks, Flows, Variables) *คลัง* (Stocks) หมายถึงกลุ่มทรัพยากรใดๆ ในระบบ ซึ่งอาจเป็นทางกายภาพ เช่น ปริมาณสีในถัง หรืออารมณ์ *กระแส* (Flows) คือการเปลี่ยนแปลงในระดับเหล่านี้ *ตัวแปร* (Variables) ส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้ของระบบ มีผลต่อคลังและกระแส

5. การระบุและทำความเข้าใจความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้น (Identifying and Understanding Non-Linear Relationships) องค์ประกอบนี้หมายถึงการไหลของกระแสที่มี

ลักษณะไม่เป็นเส้นตรง อย่างไรก็ตามการไหลเชิงเส้นใช้เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสน กระแสที่ไม่ใช่เชิงเส้นจะถูกแยกออกเป็นองค์ประกอบนี้

6. การทำความเข้าใจพฤติกรรมแบบพลวัต(Understanding Dynamic Behavior) การเชื่อมต่อระหว่างกันซึ่งเป็นวิธีที่รวมกันเป็นลูปสะท้อนกลับ และวิธีที่ลูปสะท้อนกลับเหล่านี้มีอิทธิพลและส่วนประกอบของของคลัง กระแส และตัวแปร ที่สร้างพฤติกรรมแบบพลวัตภายในระบบ ตลอดจนการระบุและทำความเข้าใจความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นเป็นกุญแจสำคัญในการทำความเข้าใจพฤติกรรมแบบพลวัต

7. การลดความซับซ้อนโดยการสร้างแบบจำลองระบบตามแนวคิด (Reducing Complexity by Modeling Systems Conceptually) องค์ประกอบนี้คือความสามารถในการสร้างแบบจำลองส่วนต่างๆ ของระบบ และดูระบบในรูปแบบต่างๆ

8. การทำความเข้าใจระบบในระดับต่างๆ (Understanding Systems at Different Scales) ทักษะนี้คล้ายกับ Forest thinking ของ Barry Richmond (Plate & Monroe, 2014) ทักษะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการรับรู้มาตราส่วนต่างๆ ของระบบ และระบบของระบบ

Chiu et al. (2019) ได้สรุปลักษณะการคิดอย่างเป็นระบบได้ดังตาราง 3 ดังนี้

ตาราง 3 แสดงส่วนประกอบของการคิดอย่างเป็นระบบและส่วนประกอบย่อยที่จะแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบ

ส่วนประกอบ	ส่วนประกอบย่อย
ทำความเข้าใจโครงสร้างระบบ	- ส่วนประกอบของระบบ - ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ
เข้าใจพฤติกรรมที่ซับซ้อน	- พลวัต - ปัจจุบันทันด่วน /กะทันหัน - ลักษณะของเหตุและผลของส่วนประกอบในระบบช่วยให้ศึกษาวิธีการส่วนประกอบทำงานและสร้างรูปแบบหรือมีผลกระทบต่อระบบ
เข้าใจระบบในระดับที่แตกต่างกัน	- ระดับปรากฏการณ์ (macroscopic) - ระดับโครงสร้าง (microscopic representations) - ระดับสัญลักษณ์ขององค์ประกอบในระบบ

3.5 ตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

นักวิชาการได้ออกแบบเครื่องเพื่อใช้สำหรับวัดการคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 4 แสดงตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย	ตัวบ่งชี้
Assaraf & Orion (2005)	<p>(ก) การวิเคราะห์องค์ประกอบของระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุส่วนประกอบของระบบและกระบวนการภายในระบบ <p>(ข) การสังเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> ระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของระบบ จัดระเบียบองค์ประกอบและกระบวนการของระบบภายในกรอบของความสัมพันธ์ สร้างภาพรวม ลักษณะทั่วไปดังกล่าวอาจแสดงออกได้ภายในระบบ ระบุความสัมพันธ์แบบพลวัตภายในระบบ <p>(ค) การนำไปใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> ทำความเข้าใจมิติที่ซ่อนอยู่ของระบบ ตระหนักถึงรูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างภายในระบบ เข้าใจวัฏจักรธรรมชาติของระบบ บนโลกมีหลายระบบซึ่งแต่ละระบบมีปฏิสัมพันธ์กัน การคิดทางโลก: การย้อนกลับและการทำนาย การทำความเข้าใจว่าปฏิสัมพันธ์ในปัจจุบันในระบบเกิดขึ้นในอดีต ในขณะที่เหตุการณ์ในอนาคตอาจเป็นผลมาจากการปฏิสัมพันธ์ในปัจจุบัน
Assaraf & Orion (2010)	<ol style="list-style-type: none"> ระบุส่วนประกอบของระบบและกระบวนการภายในระบบ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของระบบ จัดระเบียบองค์ประกอบและกระบวนการของระบบภายในกรอบของความสัมพันธ์ ระบุความสัมพันธ์แบบพลวัตภายในระบบ เข้าใจวัฏจักรธรรมชาติของระบบบนโลกมีหลายระบบซึ่งแต่ละระบบมีปฏิสัมพันธ์กัน

ผู้วิจัย	ตัวบ่งชี้
Meilinda et al. (2018)	<p>1. (ก่อนพื้นฐาน)</p> <p>(ก) สามารถระบุส่วนประกอบและกระบวนการภายในของ</p> <p>(ข) สามารถระบุความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่/บทบาทภายใต้ระบบที่มีระดับเดียวกันได้</p> <p>(ค) สามารถเชื่อมโยงหลักการหรือแนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา</p> <p>2. (พื้นฐาน)</p> <p>(ก) สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระบบหนึ่งกับระบบอื่นๆ ที่อยู่คนละลำดับชั้นกันได้ว่ามีการทำงานร่วมกันอย่างไร</p> <p>(ข) สามารถจัดระเบียบส่วนประกอบทั้งหมดของระบบ กระบวนการที่กระทำต่อส่วนประกอบ และเชื่อมโยงปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบให้อยู่ในขอบเขตเดียวกันได้</p> <p>(ค) สามารถระบุกระบวนการย้อนกลับที่เกิดขึ้นในระบบภูมิอากาศได้</p> <p>3. (กลาง)</p> <p>(ก) สามารถใช้ระบบสร้างแผนภาพรูปแบบอย่างง่ายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละระบบได้</p> <p>(ข) สามารถออกแบบรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของระบบในระบบปิดกับสิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้</p> <p>(ค) สามารถสร้างหรือพัฒนาแบบจำลองในรูปแบบสองมิติหรือสามมิติ ทั้งแนวนอนหรือแนวตั้ง เพื่อแสดงตำแหน่งของส่วนประกอบทั้งหมดในระบบปิดได้</p> <p>4. (เชี่ยวชาญ)</p> <p>(ก) สามารถทำนาย/มองย้อนหลังพฤติกรรมที่ปรากฏจากระบบ เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆ ในระบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน</p> <p>(ข) สามารถทำนาย/ มองย้อนหลังผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อระบบถูกรบกวน (เช่น การสูญเสีย / การเพิ่มส่วนประกอบของระบบ)</p> <p>(ค) สามารถลงมือทำระบบรูปแบบใหม่โดยตั้งอยู่บนผลของการทำนาย/การมองย้อนหลัง</p>

ผู้วิจัย	ตัวบ่งชี้
Orgill et al. (2019)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบว่าพฤติกรรมของระบบเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไป 2. พิจารณาสาเหตุภายในของพฤติกรรมของระบบซึ่งตรงข้ามกับสาเหตุภายนอกที่อาจเกิดขึ้นจากพฤติกรรมของระบบ 3. ตรวจสอบพฤติกรรมของระบบโดยรวมซึ่งตรงข้ามกับพฤติกรรมของส่วนต่างๆ ของระบบ 4. มุ่งเน้นไปที่ตัวแปรที่ทำให้เกิดพฤติกรรมของระบบและวิธีที่ตัวแปรทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของระบบ 5. พิจารณาถึงวิธีที่ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบสองตัวส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกันเมื่อเทียบกับว่าตัวแปรหนึ่งส่งผลต่ออีกตัวแปรหนึ่งอย่างไร 6. ตรวจสอบผลกระทบสัมพัทธ์ของตัวแปรที่มีต่อพฤติกรรมของระบบที่กำหนดซึ่งตรงข้ามกับผลกระทบที่แน่นอนของตัวแปรเหล่านั้น 7. การทดสอบแบบจำลองและสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของระบบ
Ritchie (2017)	<p>สำหรับการใช้ในการพิจารณาการคิดอย่างเป็นระบบเมื่อมีการแก้ปัญหาโดย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. พิจารณาปัญหา 2. ระบุระบบที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นและกำหนดขอบเขต (เวลาและพื้นที่) 3. ระบุหน้าที่การทำงาน / บทบาทของระบบ 4. ระบุตัวแปรของระบบ 5. ระบุปฏิสัมพันธ์ / ความสัมพันธ์ (ทางตรงและทางอ้อม) 6. พิจารณาว่าระบบเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อเวลาผ่านไป 7. ระบุว่าระบบโต้ตอบกับระบบ / ระบบย่อยอื่นอย่างไร 8. สร้างแผนภาพระบบโดยมุ่งเน้นที่ปัญหา 9. ระบุแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ 10. ทดสอบแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพระบบ

นอกจากนี้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ (มกราพันธ์ จุฑะ-รสก, 2556, น. 74-76) จะประกอบไปด้วย

ขั้นที่ 1 กำหนดประเด็นปัญหา เป็นการนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจะกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่มีมิติการคิดที่หลากหลาย กระตุ้นให้เกิดการปรับโครงสร้างทางความคิดจากความรู้เดิม (prior knowledge) เพิ่มความรู้ใหม่เข้าไป (Construction) พร้อมทั้งค้นคว้า

ข้อมูลเพิ่มจากสถานการณ์ทางปัญญานั้นจากเพื่อนภายในกลุ่มและจากครูผู้สอน เพื่อตอบปัญหาความขัดแย้งทางปัญญาให้ได้คำตอบที่สมเหตุสมผล เป็นการตอบประเด็นปัญหาด้วยข้อมูล มิใช่ตอบปัญหาด้วยความรู้สึก อารมณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ปัจจัยย่อย (ตัวแปร) เป็นกระบวนการเพิ่มพูนปัญญาจากการคิดที่ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนย่อย คือ ระบุปัจจัยสาเหตุแห่งปัญหาภายหลังที่นักเรียนได้ ศึกษาสภาพปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาแล้วเกิดความไม่สมดุลทางความคิด ได้พยายามหาข้อมูลจากการคิดวิเคราะห์ จำแนก แยกแยะ ระบุปัจจัยสาเหตุแห่งปัญหาที่ทำให้เกิดสถานการณ์ ความขัดแย้งทางความคิดนั้น โดยลักษณะของปัจจัยสาเหตุนั้นได้ระบุดอกมาเป็นคำถามที่สามารถตรวจสอบพิจารณาในเชิงปริมาณมากน้อยหรือลดได้ ดังนั้น การเขียนกราฟถือว่าเป็นสิ่งที่ใช้แทน สัญลักษณ์การคิดที่ออกมาเป็นรูปธรรมสามารถสื่อสารการคิด เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลของ ชุดความคิดนั้นๆ ได้พร้อมกัน

ขั้นที่ 3 หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย หลังจากนักเรียนกำหนดปริมาณของปัจจัยสาเหตุแห่งปัญหาได้แล้ว ขั้นต่อไป นักเรียนต้องพิจารณาความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ปัจจัยตัวใดที่มีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกันได้อย่างไรบ้าง ในขั้นตอนการคิดพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลอาจทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นได้ว่า ปัจจัยบางประการอาจก่อให้เกิดผลที่นักเรียนอาจจะยังคิดไม่ถึง อาจทำให้ได้ปัจจัยใหม่เพิ่มขึ้นอีก ขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องให้นักเรียนใช้แผนที่ความคิด (mind mapping) หรือแผนผังมโนคติทางความคิด (concept mapping) มาใช้ร่วมด้วยก็ได้

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์วงจรปัญหา เป็นการออกแบบวงจรปัญหา เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสร้างสรรค์ วงจรความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย ๆ แต่ละตัว แต่ละคู่ที่ผ่านการคิดพิจารณา มาตั้งแต่ขั้นระบุปัจจัยสาเหตุแห่งปัญหาและขั้นพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย โดยลักษณะของวงจรความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจะเป็นวงจรที่เชื่อมโยงร้อยเรียงต่อเนื่องกัน จนสุดท้ายจะมีข้อมูลย้อนกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นปัญหา

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนอกจากการฝึกการคิดอย่างเป็นระบบแล้ว นักเรียนจะต้องเรียนรู้ และได้รับการฝึกฝนให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยเช่นกัน ดังนั้น นอกจากจะต้องพิจารณาเหตุและผล หรือตัวแปรย่อย ๆ แล้ว นักเรียนจะต้องสามารถกำหนดในรูปของตัวแปร คำหรือวลี และเสนอทิศทางหรือแนวทางแก้ไขปัญหาลงในวงจรระบบที่ได้สังเคราะห์ออกมาด้วยเช่นกัน

3.6 แนวทางการวัดและประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

นลินี ฌ นคร (2561, น.37-39) อธิบาย การวัดและประเมินการคิด สามารถจำแนกได้ 2 แนวทาง ดังนี้

1. แนวทางที่ใช้การวัดทางจิตวิทยา (psychometrics) หรือแบบวัดเป็นทางการ ซึ่งเชื่อว่า คุณลักษณะที่ต้องการศึกษาจะเป็นองค์ประกอบและมีระดับของความสามารถ โดยใช้วิธีการทดสอบ และใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบและเขียนตอบ การให้เป็นคะแนนคือ ถ้าผิดได้ 0 คะแนน ถ้าถูกได้ 1 หรือเป็นระดับคะแนน หรือกำหนดคะแนนตามความเหมาะสม ซึ่งการเก็บข้อมูลโดยแบบทดสอบแบ่งได้หลายวิธี ในที่นี้การนำแบบทดสอบไปใช้แบ่งได้ 2 วิธี ดังนี้ 1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเฉพาะคราวเพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์และความสามารถทางวิชาการของเด็ก และ 2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อน มีการนำไปทดลองสอบ วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้ง เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดี มีความเป็นมาตรฐาน

2. แนวทางการวัดจากการปฏิบัติจริง (authentic performance measurement) แบบวัดไม่เป็นทางการ ซึ่งวัดจากการปฏิบัติจริงโดยนำไปใช้วัดและประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมและเมื่อจบการเรียนรู้ ผู้สอนสามารถกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนทำแบบฝึก ชิ้นงาน หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ตลอดจนใช้คำถามในการขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนรู้

โดยมีขั้นตอนการสร้างการวัดและประเมินการคิด ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินการคิด
2. กำหนดกรอบการวัดและประเมินการคิดและนิยามที่ใช้อธิบายความสามารถของการคิด ประกอบด้วย 4 ลักษณะ ดังนี้

- 2.1 คุณลักษณะหรือองค์ประกอบของสิ่งที่ศึกษา
- 2.2 พฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้
- 2.3 สถานการณ์ที่เป็นเงื่อนไข
- 2.4 เกณฑ์ตัวบ่งชี้ ตามบริบทของการเรียนการสอน

3. สร้างผังการวัดและประเมิน
4. เขียนข้อคำถามที่ตามผังการวัด และการประเมิน
5. นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียง
6. นำไปใช้จริง

Meilinda et al. (2018) พัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินการคิดอย่างระบบสำหรับเนื้อหา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (CCSTI) ซึ่งได้รับการพัฒนาในการพัฒนา 4 เฟส ได้แก่ การพัฒนาแบบร่างเครื่องมือ การตรวจสอบ ความถูกต้องและการประเมินผล รวมถึงการทดสอบวัสดุที่อ่านได้

การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและการทดสอบภาคสนาม ซึ่งได้สร้างคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบ โดยมีตัวบ่งชี้ที่จะกระจายในคำถามที่สร้างขึ้น

Ritchie (2017) ได้กำหนดแนวทางในการพิจารณาเพื่อตรวจสอบและพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน ซึ่งได้รับการพัฒนาเพื่อประเมินคำศัพท์เกี่ยวกับระบบ การใช้เครื่องมือและความสามารถในการใช้ทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ ผ่านการทดสอบแบบปรนัย แผ่นงานปลายเปิด และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

พชรมนต์ หมวดนุ่น (2557) ประยุกต์แผนผังประเภทกราฟิกเพื่อตรวจสอบการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างเป็นระบบเป็น 4 ระดับ ได้แก่ กำหนดประเด็นปัญหา วิเคราะห์ปัจจัยย่อย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย และสังเคราะห์วงจรปัญหา สุดท้ายเปรียบเทียบคะแนนก่อน-หลังของนักเรียน เพื่อประเมินการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2557) ได้ออกแบบการประเมินการคิดเพื่อเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนได้นำไปใช้ประเมินนักเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นเกณฑ์คุณภาพโดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละตัวชี้วัด มีดังนี้ ระดับดีเยี่ยม 3 คะแนน ระดับดี 2 คะแนน และระดับพอใช้ 1 คะแนน และระดับปรับปรุงหรือไม่ผ่านเกณฑ์ ได้ 0 คะแนน จากนั้นนำผลการประเมินมาคำนวณ หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เพื่อเป็นค่าคะแนนในแต่ละสมรรถนะของผู้เรียน โดยมีระดับคุณภาพ ดังนี้ ระดับดีมากมีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับดีมีคะแนนร้อยละ 55-79 ระดับพอใช้มีคะแนนร้อยละ 30-54 และระดับปรับปรุงคือต่ำกว่าร้อยละ 30

โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมและนำแนวทางการวัดและประเมินผลการจัดการคิดอย่างเป็นระบบมาปรับให้เหมาะสมกับการบริบทการจัดการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา โดยการสังเกตแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศวัดการคิดอย่างเป็นระบบก่อนจัดการเรียนรู้และสร้างแผนภาพแสดงของระบบทั้งหมดเพื่อวัดการคิดอย่างเป็นระบบภายหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำเอาชิ้นงานมาวิเคราะห์และประเมินตามตัวบ่งชี้เพื่อแบ่งระดับการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้ให้เห็นเป็นระดับและนำมาประเมินตามเกณฑ์การประเมินของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา 2557

ตาราง 5 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

ชั้นกิจกรรม	ตัวบ่งชี้
<p>ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม</p> <p>นักเรียนจะเริ่มต้นแบ่งกลุ่มและกำหนดบทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ คลุมเครือเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และโดยเน้นคำศัพท์ใหม่เพื่อสร้างนิยามในการทำความเข้าใจร่วมกัน กลุ่มละ 6-8 คน 5 กลุ่ม</p>	<p>1. ระบุและพิจารณาปัญหา</p>
<p>ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>สมาชิกในกลุ่มใช้ความรู้และประสบการณ์พูดคุยโต้แย้งร่วมกันว่า อะไรคือสิ่งที่รู้ อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ จากสถานการณ์ปัญหา จากนั้นร่วมกันแยกแต่ละช่องว่างของความรู้ และตัดสินใจว่าจะต้องสำรวจเรื่องอะไร สมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาประเด็นปัญหา ซึ่งมีระบบเหตุ และระบบผลที่เกิดขึ้น ระบุองค์ประกอบย่อยอื่นๆ ที่สังเกตได้</p>	<p>1. ระบุและพิจารณาปัญหา</p> <p>2. ระบุสาเหตุ ผลลัพธ์ (กำหนดขอบเขตของระบบ และลำดับชั้นในระบบ) ระบุสิ่งที่ต้องการเพิ่ม (กำหนดข้อจำกัดที่อยู่บนระบบ)</p>

ขั้นกิจกรรม	ตัวบ่งชี้
<p>ขั้นที่ 3 ระดมสมอง</p> <p>นักเรียนเริ่มอ่านบททวนสถานการณ์อีกครั้งเพื่อจัดระเบียบหมวดหมู่โดยแบ่งส่วนประกอบหลักคือ เหตุและผล จากนั้นระบุงองค์ประกอบย่อยที่สอดคล้องกับองค์ประกอบหลัก พร้อมทั้งระบุหน้าที่/บทบาท/กระบวนการภายในที่เกิดขึ้นต่อมาสมาชิกกลุ่มอภิปรายแนวคิดและคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม จากนั้น สรุปประเด็นปัญหาให้ชัดเจนและตรงกับความเข้าใจของกลุ่ม เช่น กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ กำหนดแหล่งค้นคว้าหาความรู้ เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ</p>	<p>3. ระบุงสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย(ระบุงองค์ประกอบ/ส่วนประกอบ)</p>
<p>ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล</p> <p>นักเรียนแบ่งหน้าที่มอบหมายงานให้สมาชิกโดยใช้เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สมาชิกเข้าสู่กระบวนการรวบรวมความรู้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย จากนั้น สมาชิกแต่ละคนจะรายงานข้อมูลที่รวบรวมพร้อมกับร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญ และบันทึกรายละเอียดลงในใบกิจกรรม และนำมาสร้างแผนภาพที่มีโครงสร้างระบบทั้งหมดที่ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางป้องกัน/ชะลอ/แก้ปัญหาที่เป็นไปได้</p>	<p>4. ระบุงบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ (ระบุงความเชื่อมโยง ปฏิสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ/ส่วนประกอบ/แนวทางแก้ไข)</p> <p>5. สร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน แสดงความเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมด (สร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน จากการศึกษาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบต่าง ๆ)</p>

ชั้นกิจกรรม	ตัวบ่งชี้
<p>ชั้นที่ 5 รายงานผล ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน ครูและ นักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการ เรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา รวมถึงนักเรียน สามารถกำหนดคำตอบที่เหมาะสมสำหรับ ปัญหาได้</p>	<p>5. สร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน แสดงความเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมด (สร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน จากการ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบ ต่าง ๆ)</p>

4. การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research)

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการวิจัยในห้องเรียนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ความเป็นมาของการวิจัยปฏิบัติการ

ในระหว่างปี 1908-1929 John Dewey ได้เขียนบทความเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการ โดยเห็นว่าบุคลากรทางการศึกษาต้องทำวิจัย โดยมีการตรวจสอบวิเคราะห์ปัญหาด้านวิธีสอนโดยกระบวนการแสวงหาความรู้ ผลงานวิจัยของครูจะส่งผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวของโรงเรียน (Kincheloe, 1991 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543) แต่บุคคลแรกที่ใช้คำว่า การวิจัยปฏิบัติการ (action research) คือ Kurt Lewin ในปี 1944 แนวคิดของ Lewin เกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการจากการตีความของ Kemmis (1988) มีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน (planning) การค้นหาความจริง (fact finding) และการดำเนินการตามแผนงานต่าง ๆ (execution) ในทุกขั้นตอนของการดำเนินงานจะต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้อง โดยเหตุนี้ การวิจัยปฏิบัติการจึงมีลักษณะ 3 ประการ คือ การมีส่วนร่วม การเสริมสร้างความ เป็นประชาธิปไตย และการนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางสังคมศาสตร์และสังคมพร้อม ๆ กัน สำหรับผู้ที่นำการวิจัยปฏิบัติการมาใช้ในทางการศึกษาเป็นคนแรกคือ Stephen Corey (Kemmis, 1988; Kincheloe, 1991 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543)

ในช่วงปี 1940-1950 มีผู้ทำการวิจัยปฏิบัติการเป็นจำนวนมากก่อนที่จะเริ่มลดลงในช่วงปลายปี 1950 ทั้งนี้เพราะนักวิจัย นักทฤษฎีต่าง ๆ เริ่มให้ความสนใจกับการทำวิจัย (research) ที่แยกออกจากการปฏิบัติ (action) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งเป็นการแยกทฤษฎีออกจากการปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเสนอแนวคิดของการวิจัยแบบ research-development-diffusion (R, D and D) แล้วกลับยิ่งพบว่าทฤษฎีและการปฏิบัติเริ่มแยกออกจากกันมากขึ้น ประมาณกลางปี 1960s การวิจัยแบบ R,D, and D ถือเป็นโมเดลที่เด่นในการนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง และในช่วงนี้เอง นักการศึกษาที่มีความเอนเอียงไปทางแนวปฏิบัติก็เริ่มเข้ามาใช้การวิจัยแบบ R, D and D มากขึ้น

ในปี 1973-1976 John Elliott และ Clem Adelman ได้ทำโครงการวิจัยทางการศึกษาชื่อว่า Ford Teaching Project โดยให้ครูมีส่วนร่วมในการทำการวิจัย โครงการนี้ก่อให้เกิดการพัฒนาทฤษฎีและการปฏิบัติเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการมากขึ้น มีการตั้งเครือข่ายการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research Network = CARN) มีการออกวารสารเผยแพร่แนวคิดด้านการวิจัยปฏิบัติการจึงกลับมาเฟื่องฟูอีกครั้ง หลังจากที่ได้ซบเซาลงไปเป็นเวลาเกือบ 20 ปี การที่การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนได้รับความสนใจกลับมาใหม่ Kemmis (1988) เห็นว่าน่าจะมาจากเหตุผลหลายประการ เช่น มีการเรียกร้องจากครูที่ปฏิบัติงานในห้องเรียนเกี่ยวกับบทบาทการวิจัยของตนเอง มีการให้ความสนใจกับการเน้นภาคปฏิบัติในหลักสูตร มีแนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับการวิจัย ซึ่งถือเป็น “คลื่นลูกใหม่” (new waves) เกิดขึ้นมากมาย หลักการของการวิจัยเหล่านี้ เน้นความพยายามในการอธิบาย ตีความหรือแปลความหมายสิ่งที่ค้นพบจากการวิจัย ให้เป็นที่เข้าใจมากขึ้น (interpretive approaches)

วิธีการวิจัยตามแนวคิดนี้เปิดโอกาสให้ครูได้ค้นหา สะท้อนผลการปฏิบัติ และการแปลความหมายผลการวิจัยได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้กระแสของการที่สถานศึกษา ต้องพร้อมจะถูกตรวจสอบผลการปฏิบัติของตนเองจากชุมชนสังคมที่เกี่ยวข้อง (account ability) ก็ยิ่งเป็นตัวผลักดันให้ครูอาจารย์ต้องหาทางพัฒนาวิชาชีพของตนเองให้มากขึ้น เหตุผลอีกประการหนึ่งก็น่าจะมาจากการตระหนักถึงความสำคัญของตัวการวิจัยปฏิบัติการเองที่ทำให้การวิจัยปฏิบัติการได้รับความสนใจกันมากขึ้น (Kemmis, 1988 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2557, น.14-15)

4.2 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

Avison et al. (1999, pp. 94-97) ระบุว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการผสมผสานระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ (นักวิจัยและผู้ปฏิบัติงาน) ผ่านการเปลี่ยนแปลงและการไตร่ตรองในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเฉพาะหน้าภายในกรอบจริยธรรมที่ยอมรับร่วมกันได้ การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการซ้ำ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานที่ทำกิจกรรมร่วมกันในวงจรเฉพาะซึ่งประกอบด้วยการวินิจฉัยปัญหา การแทรกแซงการดำเนินการ และการเรียนรู้แบบไตร่ตรอง

Ferrance (2000) ระบุว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ผู้เข้าร่วมตรวจสอบการศึกษาของตนเองอย่างเป็นระบบและรอบคอบโดยใช้เทคนิคการวิจัย

สุวิมล ว่องวาณิช (2557, น. 21) ระบุว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มีลักษณะที่ผู้วิจัยเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้น และเป็นกระบวนการค้นหาข้อมูลความรู้ที่มีขั้นตอนสำคัญคือการวิจัยและการปฏิบัติ โดยจะสะท้อนผลเกี่ยวกับงานของตนเองและผลที่เกิดขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนหรือเพื่อนร่วมงาน มีส่วนในการวิพากษ์วิจารณ์การปฏิบัติงานและผลที่ได้รับ มีการดำเนินงานเป็นวงจรต่อเนื่องและทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน และผลที่ได้จากการวิจัยนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558, น. 29-49) ระบุว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษารวบรวมหรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานในขอบข่ายที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ โดยกำหนดขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย การวางแผน (plan) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observation) และการสะท้อนกลับ (reflection) การวิจัยเชิงปฏิบัติการจึงเป็นการวิจัยระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่

ภัทรพร เกษสังข์ (2559, น. 5) ระบุว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าหาวิธีการ เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบที่สอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นงานในหน่วยงาน องค์กร ชุมชน หรือสถานศึกษา โดยนำไปทดลองปฏิบัติจริง พร้อมทั้งสังเกต และสะท้อนผลที่ได้ดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามวงจรพัฒนาจนสำเร็จเป็นไปตามที่ต้องการ โดยที่ขั้นตอนการปฏิบัติต้องมีความร่วมมือกันทุกฝ่ายจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงสรุปว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการศึกษา รวบรวมหรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบที่สอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานที่ผู้วิจัยกำลังเผชิญอยู่

4.3 รูปแบบกระบวนการวิจัย

ภัทรพร เกษสังข์ (2559, น. 29-52) ได้นำเสนอกระบวนการวิจัยปฏิบัติการหลายรูปแบบ ดังนี้

4.3.1 กระบวนการวิจัยของเคอร์ท เลวิน

เคอร์ท เลวิน (Kurt Lewin, 1946 as cited in Costello, 2003, p. 7) ได้แสดงรูปแบบพื้นฐาน ของวิจัยปฏิบัติการ บรรยายเกลียวสว่าน ประกอบด้วย 4 ขั้น คือ 1) การวางแผน (planning) เป็น โครงสร้างของการปฏิบัติการและนิยามปฏิบัติการตามที่คาดหวัง เพื่อสู่การทดลองปฏิบัติกิจกรรม 2) การปฏิบัติ (activity) เป็นการนำแผนไปสู่การปฏิบัติ ซึ่งการปฏิบัติการณ์สามารถเคลื่อนไหว ยืดหยุ่น เป็นวัฏจักรตามข้อกำหนดที่เกิดจากการตัดสินใจ 3) การสังเกต (observing) เป็นการเก็บ รวบรวมข้อมูลผลที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาผลของการปฏิบัติ การสังเกตดำเนินการไปตามแผนปฏิบัติการ อย่างต่อเนื่องอย่างละเอียดรอบคอบ หลากหลายครอบคลุมทุกประเด็นที่สำคัญ และ 4) การสะท้อนผล (reflecting) เป็นการค้นหา ความคิดของกระบวนการ ปัญหา ประเด็นและวิธีการที่ปรากฏ โดยตรงจากการปฏิบัติว่ามีอะไรเกิดขึ้น

4.3.2 กระบวนการวิจัยของเคมมิสและแมกเทกการ์ต

เคมมิสและแมกเทกการ์ต (Kemmis & McTaggart, 1998, pp. 9-15 อ้างถึงใน ส.วาสนา ประवालพุกฤษ์, 2538, น. 21-27) ได้ปรับขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการของเลวิน มา

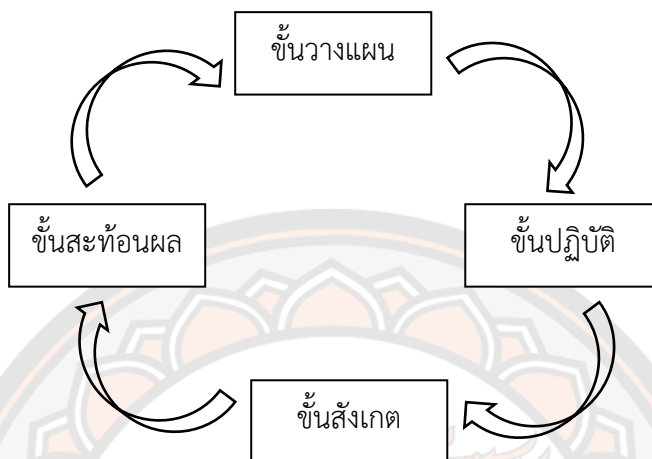
ประยุกต์เป็น 3 ขั้นตอน ซึ่งหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกัน และพัฒนาต่อเนื่องกันเป็นวงจรแบบเกลียว ส่วนในการทำวิจัยปฏิบัติการสมัชชิต้องปฏิบัติดังนี้ 1) Plan = พัฒนาแผนการปฏิบัติเพื่อปรับปรุง สิ่งที่เกิดขึ้นแล้วให้ดีขึ้น 2) Act and Observe = ปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ และ 3) Reflect = สะท้อนผลการปฏิบัตินี้ให้เป็นพื้นฐานของการวางแผนงานต่อไปอย่างต่อเนื่องตลอด วงจร ในการวิจัยปฏิบัติการจะต้องประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อน ผลอย่างรอบคอบเป็นระบบ และเข้มงวดในการดำเนินงานมากกว่าปฏิบัติงานประจำวันแต่ละจุด อธิบายแยกทีละจุดดังนี้ 1) แผน (plan) คือ การปฏิบัติงานที่มีโครงสร้าง และตามแนวทางปฏิบัติ ซึ่งตั้งความหวังไว้ การกำหนดแผนทั่วไปจึงต้องมีความยืดหยุ่น การปฏิบัติจะดำเนินตามแนวที่ได้ วางแผนไว้อย่างมีเหตุผล และมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์ 2) การสังเกต เป็นการเก็บบันทึกข้อมูล เกี่ยวกับผลไปพร้อมกับการปฏิบัติ (act and observe) ให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สะท้อนเหตุการณ์ใน ปัจจุบัน ต่อเนื่องและสอดคล้องต่อกันหลายแง่หลายมุมในทุก ๆ ด้าน และ 3) การสะท้อนผล (reflect) ซึ่งสะท้อนออกมาในรูปของกระบวนการ การสะท้อนภาพจะพิจารณาโดยการอภิปราย ร่วมกันระหว่างผู้ร่วมงาน ที่จะนำไปสู่การปรับสถานการณ์และโครงการ จะช่วยในการวางแผนการดำเนินการในขั้นต่อไป

4.3.3 กระบวนการวิจัยของเคมมิส

เคมมิส (Kemmis, 1988 as cited in Mills, 2003, p. 16) ได้พัฒนารูปแบบง่าย ๆ ของวงจร วิจัยปฏิบัติการ “เกลียวส่วน” ประกอบด้วยคุณลักษณะที่จำเป็นของรูปแบบวงจรของเลวิน แต่ละ วงจรวิจัยของเคมมิส ประกอบด้วย 1) การสำรวจก่อนเริ่มปฏิบัติการ (reconnaissance) โดยสำรวจ ว่าปัจจุบันเกิดปัญหาอะไรขึ้น อาจได้จากการอภิปราย การเจรจา การสำรวจ การประเมิน และการตรวจสอบ 2) การวางแผน (planning) เป็นการกำหนดแผนดำเนินการปฏิบัติอย่างไรที่ส่งผลต่อการปฏิบัติการ 3) การปฏิบัติการครั้งแรก (first action step) เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ 4) การตรวจสอบ (monitoring) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ตามแผนการปฏิบัติการ 5) การสะท้อนผล (reflecting) เป็นการบรรยายผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ โดยการอภิปราย 6) การทบทวนความคิด (rethinking) เป็นการทำความเข้าใจผลการเรียนรู้จากแผนปฏิบัติการ และ 7) การประเมิน (evaluation) เป็นการตัดสินผลการปฏิบัติ เพื่อไปสู่การทบทวนวางแผนในวงจรต่อไป

4.4 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

สุวิมล ว่องวานิช (2557, น. 43-44) ใช้วงจรการวิจัยแบบขดลวดที่เริ่มด้วยการวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผล หรือ PAOR (Plan, Act, Observe, Reflect) ดังภาพ 1



ภาพ 1 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงเลือกดำเนินการวิจัยแบบ PAOR ซึ่งเป็นวงจรที่มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยดำเนินการวิจัยตามวงจรวิจัยแบบขดลวดตามแนวคิด Kemmis (1988 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2557, น. 23) ซึ่งเป็นวงจรที่มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นวางแผน ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เช่น รูปแบบและวิธีการจัดการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้ วิธีการสร้างเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

2) ขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานที่ได้ออกแบบไว้

3) ขั้นสังเกต ผู้วิจัยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และไปกิจกรรมของนักเรียน

4) ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตมาวิเคราะห์และสะท้อนผล เช่น จุดเด่น จุดด้อย และข้อเสนอแนะ จากนั้นนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบในเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ชนาธิป โทตรภวานนท์ และคณะ (2562) ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน การวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อ 1) ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และ 2) ศึกษาผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบภายหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งจำนวน 27 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก และแบบจำลองระบบ เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เริ่มจากการทำความเข้าใจและระบุงค์ประกอบผ่านการสังเกตสื่อที่ครูกำหนด การพัฒนาแบบจำลองอย่างง่าย จากผลการสังเกตองค์ประกอบของระบบ การพัฒนาแบบจำลอง 2 มิติของกลุ่มให้สมบูรณ์โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองอย่างง่ายของสมาชิกในกลุ่มการนำแบบจำลอง 2 มิติ มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่กำหนด และการสร้างแบบจำลองระบบเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่ และ 2) ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบในด้านการระบุงค์ประกอบและความสัมพันธ์ในระดับชีวภาพเดียวกันในระดับดีมาก การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่างระดับทางชีวภาพและการอธิบายปรากฏการณ์ทางชีววิทยาด้วยแบบจำลองอยู่ในระดับดี ส่งผลให้นักเรียนมีภาพรวมการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับดีมาก

ภัทริยา ทวีจิตร และจิรดาวรรณ หันตุลา (2561) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 29 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนหนองนาคำวิทยาคม อำเภอหนองนาคำ จังหวัดขอนแก่น รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบการวิจัยก่อนการทดลอง เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน และแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดความเข้าใจมโนติก่อนเรียน จัดการเรียนรู้ตามแผน และ

วัดความเข้าใจโมโนมิติหลังเรียน ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ ระดับความเข้าใจโมโนมิติ จำนวน 5 ระดับ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางบวก ไม่เปลี่ยนแปลงความเข้าใจ และเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในทิศทางลบ ผลการวิจัยพบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติของนักเรียนได้จำนวน 4 โมโนมิตีย่อยจากทั้งหมด 9 โมโนมิตีย่อย แบ่งเป็น การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางบวก จำนวน 3 โมโนมิตีย่อย ได้แก่ โมโนมิตีย่อยที่ 6 เรื่องผลกระทบของรูโหว่อไอซอน โมโนมิตีย่อยที่ 7 เรื่อง ผลกระทบของภาวะโลกร้อน โมโนมิตีย่อยที่ 9 เรื่อง ผลกระทบของฝนกรด และการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติในทิศทางลบ จำนวน 1 โมโนมิตีย่อย คือ โมโนมิตีย่อยที่ 8 เรื่อง สารที่ทำให้เกิดฝนกรด

กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์ และคณะ (2561) ได้ศึกษาวิจัยการรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีของนักเรียน ก็สามารถใช้อย่างสมเหตุสมผล นักเรียนต้องสามารถอธิบายและประเมินคุณค่าของการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์และให้วิธีที่ชัดเจนในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์รับรู้นำเสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) แนวทางที่มีประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการเรียนรู้ด้วยปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนที่เรียนในโปรแกรม Science Mathematic Technology and Environment (SMTE) จากโรงเรียนในภาคเหนือของประเทศไทย ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปี 2560 วิธีดำเนินการวิจัยในห้องเรียน การวิจัยเชิงปฏิบัติการดำเนินการต่อเนื่อง 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบสังเกตในชั้นเรียน อนุทินสะท้อนความคิดของผู้เรียน ใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา สำหรับผลการศึกษา 1) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ครูใช้ปัญหาที่น่าสนใจในชีวิตประจำวัน พร้อมคำถามเพื่อกำหนดความรู้เดิมของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนวิเคราะห์แยกแยะและเลือกประเด็นปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนเรียนรู้และค้นหาคำตอบโดยการทดลอง จากนั้นนำเสนอผลการทดลองโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบจากการทดลองมาอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ลำดับของกิจกรรมควรชัดเจนและบทบาทของครูในแต่ละขั้นตอนต้องส่งเสริมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและ 2) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถปรับปรุงความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าการทดสอบก่อนเรียนและได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นวงจรปฏิบัติการ

ประหยัด คำน้อย และคณะ (2561) ได้ศึกษางานวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาเคมี เพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ (3) เพื่อเปรียบเทียบการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 51 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวงน้อยศึกษา จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มีการทดสอบก่อน เรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 เล่ม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 ข้อ สถิติใน การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการศึกษา พบว่า (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง อัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 6 เล่ม มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 22.94 82.11 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (3) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยวงแก้ว สีพาชา และคณะ (2562) การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและพฤติกรรมการณ์เรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนผดุงนารีอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 37 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง แผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบ่งเป็น 3 วงรอบปฏิบัติการ แต่ละวงรอบมีกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน การลงมือแก้ปัญหา การประเมินผล และการสะท้อนการเรียนรู้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลา 2)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัย 36 ข้อ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบบันทึกอนุทินนักเรียน 5) แบบบันทึก PLC วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. จากการสำรวจสภาพปัญหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนอยากเรียนรู้ด้วยการศึกษาข้อมูลเอง กระบวนการสอนมียกตัวอย่างให้เห็น ได้แก่ รูปภาพ วีดิโอ หรือสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้และจากการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 54.05 ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลา พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 วงจรปฏิบัติการที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลา โดยเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา และอธิบายเทคนิคในการแก้ปัญหา พบว่า จำนวนนักเรียนที่มี คะแนนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 12 คน คิด เป็นร้อยละ 60.00 วงจรปฏิบัติการที่ 3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลา โดยเน้นการแก้ปัญหาด้านการระบุและพิจารณาปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00

บุษรินทร์ จิตเส้ง และคณะ (2561) การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สตุลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สตุลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนรู้แบบปกติกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สตุล 2 ห้อง จำนวน 48 คน ห้องเรียนละ 24 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยใช้การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ การทดสอบค่าที่ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องสารเคมีใน เซลล์ของสิ่งมีชีวิตสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็น ฐานสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นราลักษณ์ ผ่องปัญญา และยศวีร์ สายฟ้า (2561) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างความสามารถใน การคิดแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อ เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาห้วงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่ม 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มและนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งของจังหวัดนครสวรรค์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เป็นกลุ่มควบคุม 35 คน และกลุ่มทดลอง 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่าน กระบวนการกลุ่ม 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ 3) แบบวัดความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ ค่าที่ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหา เป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05วารสาร อิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา

เจษฎายุทธ ไกรกลาง และคณะ (2560) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพ(E1/E2) ตาม เกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 และ 3) เพื่อ เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนนาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 48 คนจากวิธีการ

เลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้เกณฑ์วัดความเหมาะสมแบบมาตราส่วน 5 ระดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.36-0.62 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.28-0.62 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เท่ากับ 0.81 และ 3) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เกณฑ์วัดความเหมาะสมแบบมาตราส่วน 5 ระดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test for one-sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.48/84.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 2) ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ 3) ค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เพื่อองลัดดา จิตจักร และคณะ (2558) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน 2) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 184 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมี 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมี และ 5) แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม

ผลการวิจัยพบว่า

1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน มีค่าเท่ากับ .528 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวก ในระดับปานกลาง ($r = .528$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สามารถอธิบายความแปรปรวนร่วมกันได้ร้อยละ 27.88 ($r^2 = 27.88$)

2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ และคณะ (2558) การครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 38 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 4 แผน วิชาเคมีพื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะไอออนิก และแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.72 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Assaraf & Orion (2010) การศึกษานี้จะตรวจสอบกระบวนการที่การรับรู้การคิดอย่างเป็นระบบ พัฒนาขึ้นภายในบริบทของหลักสูตรวัฏจักรของน้ำ นักเรียนมัธยมต้นสี่คนที่ได้รับการแทรกแซงโดยอาศัยการสอบถามที่ออกแบบมาโดยเฉพาะได้รับการสังเกตอย่างใกล้ชิดก่อน ระหว่าง ทันทันทีหลังจาก และ 6 ปีหลังจากจบโปรแกรมการเรียนรู้ตามระบบที่ยาวนานหนึ่งปี เครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ การสังเกตการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและเครื่องมือ "การดูแนวคิด" (ภาพวาดแผนผังแนวคิดและกริดรายการ) จากข้อมูลจะมีการอธิบาย "เรื่องราว" ที่แตกต่างกันสี่เรื่อง แต่ละเรื่องนำเสนอวิธีที่แตกต่างกันในการสร้างแบบจำลองทางความคิดของระบบพลังน้ำ ข้อสรุปหลักของงานวิจัย คือ นักเรียนพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของระบบ และจดจำเนื้อหาที่เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่มีแนวโน้มที่จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างแบบจำลองระบบของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนประสบการณ์การเรียนรู้ควรควบคุมสิ่งเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบอภิปัญญาซึ่งถือเป็นข้อตกลงพิเศษสำหรับการสร้างระบบ

Jansson et al. (2015) เคมีสิ่งแวดล้อมครอบคลุมหัวข้อต่างๆภายในสาขาวิชาเคมีตั้งแต่พิษวิทยาไปจนถึงกฎหมายซึ่งรับประกันการศึกษาแบบสหวิทยาการ ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งอำนวยความสะดวกในการบูรณาการหลายวิชาจึงได้รับการตรวจสอบเพื่อพิจารณาว่าจะเป็นวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมกว่าสำหรับการสอนเคมีสิ่งแวดล้อมมากกว่ารูปแบบการศึกษาที่เน้นครูแบบเดิมหรือไม่ บทความนี้อธิบายถึงแง่มุมเชิงปฏิบัติของการพัฒนาหลักสูตรและการนำ PBL ไปใช้ในหลักสูตรระดับปริญญาโทสาขาเคมีสิ่งแวดล้อม โดยรวมแล้วผลลัพธ์ที่รวบรวมจากสองปีแรกของหลักสูตรแสดงให้เห็นว่านักเรียนพอใจและพบว่า PBL เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนรู้ไม่เพียง แต่ยังได้รับความเข้าใจในเชิงลึกเกี่ยวกับเคมีสิ่งแวดล้อม สิ่งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาในกลุ่มเป้าหมายซึ่งประกอบด้วยครู

สอนเคมีระดับมัธยมปลายและระดับปริญญาตรีเป็นหลัก แต่อาจเป็นประโยชน์สำหรับครูในสาขาวิชาอื่น ๆ ที่มีความสนใจในการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

Simamora et al. (2017) จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้เพื่อพิจารณาว่ารูปแบบการเรียนรู้ด้วยปัญหาฐาน (PBL) สามารถปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน VIIB SMP Negeri 3 Medan (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) จำนวน 30 คนได้หรือไม่ ประเภทของการศึกษานี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ใช้เวลา 2 วงรอบ การรวบรวมข้อมูลทำได้โดยการทดสอบและการสังเกต ผลการวิจัยในรอบที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสังเกตกิจกรรมการวิจัยเท่ากับ 2.9 ประเภทที่ดี และร้อยละของกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเท่ากับ 57% โดยมีหมวดหมู่ที่มีการเคลื่อนไหวน้อย ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาคือ 4.87 โดยมีหมวดหมู่ต่ำมาก ผลการวิจัยในรอบที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสังเกต 3.65 อยู่ในหมวดหมู่ดี ร้อยละของกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนคือ 79% ในหมวดหมู่ที่ใช้งานอยู่ ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ยของคณิตศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 8.38 ในหมวดหมู่ความสามารถสูง ผลการวิจัยพบว่าการใช้รูปแบบ PBL สามารถเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาของคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Meilinda et al. (2018) พัฒนาเครื่องมือวัดการคิดอย่างเป็นระบบในเนื้อหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (CCSTI) ซึ่งได้รับการพัฒนาในการพัฒนา 4 เฟส ได้แก่ การพัฒนาแบบร่างเครื่องมือ การตรวจสอบ ความถูกต้องและการประเมินผล รวมถึงการทดสอบวัสดุที่อ่านได้ การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและการทดสอบภาคสนาม ผลการทดสอบภาคสนามวิเคราะห์โดยดูจากคะแนนการอ่านค่าการทดสอบอัลฟาของครอนบาค เครื่องมือแบบร่างได้รับการทดสอบกับนักศึกษาที่เรียนวิชาเอกชีววิทยา ฟิสิกส์ และเคมี โดยสุ่มกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 80 คน คะแนนดัชนีการตรวจสอบเนื้อหาที่ 0.86 ซึ่งหมายความว่า CCSTI ที่พัฒนาขึ้นได้รับการจัดประเภทตามความเหมาะสมมากโดยมีตัวบ่งชี้ค่าถามและอัลฟาของ Cronbach ประมาณ 0.605 ซึ่งหมายถึงการจัดหมวดหมู่ที่ไม่พึงปรารถนาให้เป็นที่ยอมรับน้อยที่สุด จากคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบ 45 คำถามมีคำถามที่ถูกต้อง 37 ข้อกระจายอยู่ในตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ 4 ตัวซึ่ง ได้แก่ ขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบที่ 1 (ก่อนพื้นฐาน), การคิดอย่างเป็นระบบที่ 2 (พื้นฐาน), การคิดอย่างเป็นระบบที่ 3 (กลาง) และการคิดอย่างเป็นระบบที่ 4 (เชี่ยวชาญ)

Tolpanen & Aksela (2018) การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพเพื่อตรวจสอบคำถามปลายเปิด 355 คำถาม ซึ่งนำเสนอผ่านนักเรียนต่างชาติอายุ 16-19 ปี เพื่อค้นหาว่านักเรียนต้องการเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการพิจารณาในระดับสูงต่อแง่มุมทางวิทยาศาสตร์สังคมและจริยธรรมของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและคำถามของนักเรียนมีลักษณะเป็นสหสาขาวิชาชีพและมีความซับซ้อน สิ่งสำคัญที่สุดคือการค้นพบแสดงให้เห็นว่า นักเรียนถามคำถามในหัวข้อเดียวกันกับที่นักวิจัยกล่าวว่าการศึกษาก

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรได้รับการกล่าวถึงในแบบสหสาขาวิชาชีพ จากผลการวิจัยบทความนี้ชี้ให้เห็นว่าการศึกษารื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถพัฒนาได้โดยใช้การสืบเสาะที่มีคำแนะนำ (guided inquiry)

Mukhooyaroh et al. (2018) การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อศึกษาความรู้เดิมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในการคิดอย่างเป็นระบบ เกี่ยวกับแนวคิดระบบการจำแนกพืช วิธีการวิจัยนี้ประกอบด้วยการพรรณนาโดยผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนซึ่งคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยแบบเจาะจงจากประชากรนักเรียนมัธยมปลายในเมืองบันดุง ประเทศอินโดนีเซีย นักเรียนจะได้รับคำถามแบบปรนัยซึ่งแสดงถึงตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ คำตอบที่ถูกต้องแต่ละข้อจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ผลการวิจัยพบว่า ความรู้เดิมของนักเรียนในระบบคิดแนวคิดเกี่ยวกับระบบการจำแนกพืชอยู่ในหมวดต่ำ มีนักเรียนเพียง 31% เท่านั้นที่สามารถอธิบายองค์ประกอบและกระบวนการต่าง ๆ ในระบบ นักเรียน 24% สามารถระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบนักเรียน 44% เข้าใจพฤติกรรมแบบพลวัตรของระบบ นักเรียน 25% สามารถจัดการองค์ประกอบและกระบวนการของระบบได้ภายในกรอบความสัมพันธ์ และนักเรียน 25% สามารถเข้าใจธรรมชาติของระบบ ความรู้ก่อนหน้าของนักเรียนต่ำเกิดจากแนวโน้มของนักเรียนที่คิดไม่ครอบคลุมและไม่สามารถเชื่อมต่อระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อสร้างระบบ ขณะที่การคิดอย่างเป็นระบบ จำเป็นเพื่อให้ให้นักเรียนมีความคิดขั้นสูง

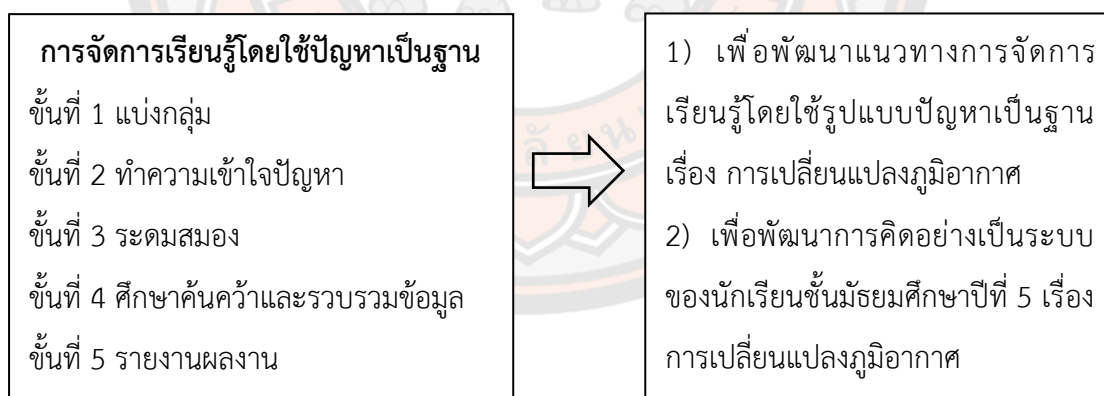
Nagarajan & Overton (2019) ศึกษาการส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้โครงการและปัญหาเป็นฐาน เนื่องด้วยความท้าทายระดับโลกที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม น้ำ สาธารณสุข และพลังงาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสอนเคมีในบริบทของความเชื่อมโยงระหว่างระบบกับระบบอื่น ๆ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานและปัญหาเป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับนักเรียนในการแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงที่ซับซ้อน ด้วยการเลือกโครงการหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทั่วโลกและกำหนดให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา อีกทั้งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นกลยุทธ์ที่ยอดเยี่ยมสำหรับนักการศึกษาในการสอนเคมีโดยใช้วิธีการเชิงระบบ บทความนี้สรุปการศึกษาวิจัยที่สำคัญซึ่งใช้การเรียนรู้แบบโครงงานและปัญหาเป็นฐานในบริบทของการทำให้นักเรียนสามารถเผชิญหน้ากับปัญหาระดับโลกและการนำแนวทางเหล่านี้ไปใช้อย่างกว้างขวางในการคิดอย่างเป็นระบบ

Chiu et al. (2019) เคมีมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายอธิบายและทำนายโลกทางกายภาพและเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ สำหรับการปรับปรุงคุณภาพชีวิต ตลอดจนประวัติศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของการเรียนรู้วิชาเคมี และการมีความรู้ทางเคมี เราขอเสนอการประยุกต์ใช้การคิดอย่างเป็นระบบสำหรับการฝึก

การศึกษาเคมี เป้าหมายพื้นฐานของกลยุทธ์การเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบที่เสนอในบทความนี้ คือ เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้หลักเกี่ยวกับเคมี สร้างความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางเคมี เข้าใจกระบวนการและธรรมชาติของการคิดอย่างเป็นระบบ ตามวัตถุประสงค์และพัฒนาการที่เหมาะสมเพื่อความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม กรอบแนวคิด รวมถึงการทำความเข้าใจโครงสร้างระบบ พฤติกรรมที่ซับซ้อน และระบบในระดับที่แตกต่างกันในทางเคมี และเสริมสร้างปฏิสัมพันธ์และผลกระทบของประเด็นเหล่านี้ซึ่งใช้การวิเคราะห์มาตรฐานหลักสูตรเคมีในโรงเรียนมัธยมในอิสราเอล เนเธอร์แลนด์ ไต้หวันและ สหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มในระดับสากลที่ช่วยเพิ่มความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างกันของแนวคิดและความเกี่ยวข้องในวิชาเคมี แต่ระดับความสำคัญจะแตกต่างกันไป ด้วยวิธีการดังกล่าวในการส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบเราคาดหวังว่านักเรียนจะเข้าใจวิชาเคมีได้ดีขึ้น เชื่อมโยงความรู้และทักษะด้านเคมีกับบริบท และตระหนักซาบซึ้งกับการมีส่วนร่วมของเคมีในการพัฒนาที่ยั่งยืนในฐานะพลเมืองโลก

6. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ ดังภาพ



ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

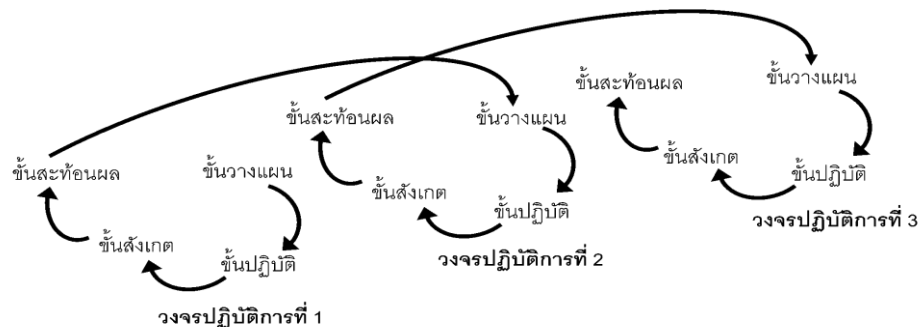
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 2) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การลงมือปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผล (Reflect) โดยผู้วิจัยจะได้นำเสนอรายละเอียดดังหัวข้อมต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. บริบทห้องเรียน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยดำเนินการวิจัยตามวงจรวิจัยแบบขดลวดตามแนวคิด Kemmis (1988) (อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2557, น. 23) มี 4 ขั้นตอน 3 วงจร ดังนี้ภาพ 3



ภาพ 3 วงจรการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิด KEMMIS (1988)

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 32 คน

3. บริบทห้องเรียน

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 19 คน โต๊ะเรียนแถวยาวเรียงหน้ากระดาน 5 แถว ด้านหน้ามีอุปกรณ์ ดังนี้ กระดานขาว เครื่องฉาย โต๊ะคุณครู

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยคำถามวิจัย ได้แก่ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบควรเป็นอย่างไร 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร โดยแต่ละคำถามวิจัยมีเครื่องมือวิจัย ดังนี้

4.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบควรเป็นอย่างไร

4.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จำนวน 4 คาบ และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ จำนวน 4 คาบ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ จำนวน 4 คาบ รวมทั้งหมด 12 คาบ

2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์การจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นครูประจำการที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี

4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) ใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยเป็นใบกิจกรรมให้นักเรียนตอบแบบอัตนัยเพื่อประเมินการคิดอย่างเป็นระบบระหว่างการจัดการเรียนรู้ จากนั้นสร้างเกณฑ์การประเมิน

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การวัดการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ร้อยละ	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
80 ขึ้นไป	12-15	ดีมาก	ผ่านระดับดีขึ้นไป
55-79	8-11	ดี	
30-54	4-7	พอใช้	
ต่ำกว่า 30	3	ปรับปรุง	

2) แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แบบเขียนตอบ 1 สถานการณ์ ประกอบด้วย 5 ข้อย่อย

ตาราง 7 แสดงภาพรวมการดำเนินงานเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

คำถามงานวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูลในการสร้างเครื่องมือ	เวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	ผู้ให้ข้อมูลในการทำวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล	ความน่าเชื่อถือ
1. แนวทางการจัดการเรียนโดย ใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับ พัฒนาการคิด อย่างเป็นระบบ ควรเป็นอย่างไร	1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญ คณะ วิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญ คณะ ศึกษาศาสตร์ 	ก่อนการจัดการเรียนรู้	-	Rating scale และหาค่าเฉลี่ย เพื่อประเมินค่า	-
	1.2 แบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> ที่ปรึกษา วิทยาลัยนิพนธ์ 	หลังการจัดการเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัย 	Content analysis	Resource triangulation

คำถามงานวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูลในการสร้าง	เวลาที่เก็บรวบรวม	ผู้ให้ข้อมูลในการ	การวิเคราะห์	ความน่าเชื่อถือ
	เครื่องมือ	ข้อมูล	ทำวิจัย	ข้อมูล	ข้อมูล	
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	2.1 ใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอน วิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญคณะ วิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญคณะ ศึกษาศาสตร์ 	<ul style="list-style-type: none"> ระหว่างการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> ผู้เรียน 	Content analysis Rating scale และหา ค่าเฉลี่ยเพื่อ ประเมินค่า	Method triangulation
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่าง อย่างเป็นระบบ ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร	เป็นระบบโดยใช่ปัญหาเป็นฐาน					

5. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

5.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน

5.1.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน

5.1.3 ศึกษาหลักสูตร ผลการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของหนังสือเรียน คู่มือครู และเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

5.1.4 กำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งเนื้อหาที่กำหนด คือ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แบ่งออกเป็น 3 แผน รวม 12 คาบ

5.1.5 ศึกษาและกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนด

5.1.6 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ตำแหน่งชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตามแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ดังนี้

5 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก

3 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อย

1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

5.1.7 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย (คะแนน) ความหมาย

4.51-5.00 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด

3.51-4.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก

2.51-3.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง

1.51-2.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อย

1.00-1.50 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

โดยผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงจะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

5.1.8 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

ตาราง 8 แสดงชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมงและรายละเอียดกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์ปัญหาที่	คำถามหลักของ สถานการณ์ปัญหา	เวลา (ชั่วโมง)
เรื่อง ก๊าซเรือนกระจก ส่งผลกระทบต่อ ภูมิอากาศ	1 - ลักษณะของการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ - กิจกรรมที่ปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	สถานการณ์ที่กำหนดให้ ส่งผลอย่างไรต่อการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4
เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของ สภาพอากาศ	2 - ภัยแล้ง ฝนตกหนัก	เหตุการณ์ที่หมู่บ้านนี้เผชิญ อยู่คืออะไร? เกิดขึ้นได้ อย่างไร?	4
เรื่อง ผลจากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มี ต่อระบบนิเวศ	3 - ระบบนิเวศแม่น้ำ	เกิดอะไรขึ้นกับระบบนิเวศ ในบริเวณนี้?	4
รวม			12

ตาราง 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการคิดอย่างเป็นระบบและขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน

ชั้นกิจกรรม	ตัวบ่งชี้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ชั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม	1. ระบุและพิจารณา ปัญหา	- แบ่งกลุ่มนักเรียน - ยกตัวอย่างสถานการณ์ - นำเสนอสถานการณ์	- นักเรียนอ่าน สถานการณ์ที่ กำหนดให้ - ร่วมกันอภิปราย จากตัวอย่าง
ชั้นที่ 2 ทำความ เข้าใจปัญหา	1. ระบุและพิจารณา ปัญหา 2. ระบุสาเหตุ และ ผลลัพธ์ ระบุสิ่งที่ ต้องการรู้เพิ่ม	- ยกตัวอย่างสถานการณ์ - นำเสนอสถานการณ์ - ครูถามนักเรียนว่า สถานการณ์ทำให้ นักเรียนทราบอะไรบ้าง - ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ นักเรียนพิจารณาถึง ส่วนประกอบด้วยความ เป็นเหตุเป็นผล - ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนต้องใช้ข้อมูล เพิ่มเติมอะไรบ้างเพื่อ ตอบโจทย์ให้สมบูรณ์	- นักเรียนร่วมกัน ระดมสมองพิจารณา สถานการณ์ที่ กำหนดให้ - เขียนรายการ ส่วนประกอบที่ เป็นไปได้ - กำหนดกรอบที่จะ ศึกษา - ระบุสิ่งที่ต้องการ เพิ่ม

ชั้นกิจกรรม	ตัวบ่งชี้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ชั้นที่ 3 ระดมสมอง</p>	<p>3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย</p> <p>4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ</p>	<p>- ครูถามนักเรียนที่ได้รับหน้าที่ของตนเองว่าประเด็นใดที่ได้รับมอบหมาย และประเด็นนั้นมีบทบาทอย่างไร</p> <p>- ครูถามนักเรียนว่า ข้อมูลที่มีสามารถตอบโจทย์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ กับสถานการณ์</p> <p>- ครูแนะแนวทาง หรือ กำหนดแหล่งเรียนรู้ให้</p>	<p>- นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม</p> <p>- นักเรียนลงข้อสรุปร่วมกันถึงประเด็นปัญหา และแนวทางในการศึกษาค้นคว้า</p> <p>- สมาชิกแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม</p>
<p>ชั้นที่ 4 ศึกษา ค้นคว้าและ รวบรวมข้อมูล</p>	<p>4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ และแนวทางแก้ไข</p> <p>5. สร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน แสดงความเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมด</p>	<p>- ครูถามนักเรียนว่า ข้อมูลที่ไปสืบค้น สามารถตอบโจทย์ได้ ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่</p> <p>- ครูช่วยตรวจสอบ และ แนะนำเพิ่มเติม</p> <p>- ให้นักเรียนทบทวน ความสัมพันธ์ของระบบ แล้วสร้างแผนภาพ</p>	<p>- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ไป ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนกัน ร่วมกันอภิปรายว่า ข้อมูลที่ตอบโจทย์ครบถ้วนหรือไม่</p> <p>- นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปว่าข้อมูลของกลุ่มตนเอง มีความครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่</p> <p>- สร้างแผนภาพระบบของกลุ่มตน</p>
<p>ชั้นที่ 5 รายงานผล</p>	<p>5. สร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน แสดงความเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมด</p>	<p>- ครูประเมินผลงานนักเรียน ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p>	<p>- นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงองค์ความรู้ที่ผ่านมา</p>

5.2 แบบสะท้อนผลการเรียนรู้

การสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จัดทำขึ้นโดยลำดับการสร้างมีดังนี้

5.2.1 กำหนดขอบข่ายและประเด็นสำคัญในการบันทึก ได้แก่ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

5.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีขอบข่าย ดังนี้

1) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยระบุรายละเอียดแต่ละขั้นตอนที่ส่งเสริมพฤติกรรมการคิดอย่างเป็นระบบ

2) บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

5.2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และประเมินความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์แนะนำ

5.2.4 ปรับปรุง และแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

5.3 ใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สร้างใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จัดทำขึ้นโดยมีลำดับขั้น ดังนี้

5.3.1 ศึกษาความหมาย คำนิยามของการคิดอย่างเป็นระบบ

5.3.2 สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดอย่างเป็นระบบ

5.3.3 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

5.3.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อออกแบบใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยอาศัยกรอบการประเมินตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

5.3.5 เลือกเครื่องมือประเภท แบบเขียนตอบ 1 เรื่อง/แผน ประกอบด้วย 5 ข้อ

5.3.6 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อประเมินการแสดงการคิดอย่างเป็นระบบ

5.3.7 นำใบกิจกรรมของนักเรียนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ

5.3.8 ทำการแก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5.3.9 นำใบกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC : Index of item objective

congruence) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ตำแหน่งชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนทางวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป โดยการตรวจสอบโดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้นำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตร

การหาค่า IOC คือ ผลรวมคะแนน/จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์ มีดังนี้

1) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้

2) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

5.3.10 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงใบกิจกรรม ให้มีความเหมาะสม

5.3.11 นำใบกิจกรรมเรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมแล้วมาใช้ในการประเมินนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำใบกิจกรรม

5.4 แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ

5.4.1 ศึกษาความหมาย คำนิยามของการคิดอย่างเป็นระบบ

5.4.2 สร้างนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดอย่างเป็นระบบ

5.4.3 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

5.4.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อออกแบบใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยอาศัยกรอบการประเมินตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

5.4.5 เลือกเครื่องมือประเภท แบบเขียนตอบ 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วย 5 ข้อย่อย

5.4.6 นำแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ

5.4.7 ทำการแก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5.4.8 นำแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC) จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์

และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ตำแหน่งชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนทางวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี ขึ้นไป ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา

5.4.9 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงใบกิจกรรม ให้มีความเหมาะสม และคัดเลือกเพียง 1 สถานการณ์มาใช้ในการทดสอบนักเรียน

5.4.10 นำแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบเรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมแล้วมาใช้ในการประเมินนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำใบกิจกรรม

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปี 2563 โดยใช้เวลารวบรวมข้อมูลทั้งหมด 12 คาบ เป็นระยะเวลานาน 3 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

6.1 เก็บข้อมูลก่อนจัดกิจกรรมโดยการสังเกตแบบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

6.2 ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

6.3 ชี้แจงแนวทางการปฏิบัติและบทบาทของนักเรียนที่ต้องดำเนินการจัดการเรียนรู้

6.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่ผ่านการพิจารณาความเหมาะสมและแก้ไขให้พร้อมใช้งาน โดยดำเนินการ ดังนี้

วงจรถี 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ชั้นวางแผน

ศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบ โดยจากการตอบคำถามเกี่ยวกับการคิดอย่างเป็นระบบโดยการสังเกตกึ่งโครงสร้างกับนักเรียนเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

จากนั้นทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ชั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ขั้นสังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรมและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูชำนาญการที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นและนำไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป นั่นคือ เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

วงจรถี 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรถี 1 มาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางแก้ไขปัญหา แล้วทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ และเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ และเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นสังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรมและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูชำนาญการที่มีประสบการณ์การสอน

วิทยาศาสตร์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นและนำไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป นั่นคือ เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรที่ 2 มาปรับปรุงให้เหมาะสม รวมถึงหาแนวทางแก้ไข ปัญหา แล้วทำการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ และเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นปฏิบัติการ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ และเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นสังเกต

ในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ ใบกิจกรรม เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีแหล่งข้อมูลจากการสะท้อนผลของนักเรียน คือ ใบกิจกรรมและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยครูชำนาญการที่มีประสบการณ์การสอน วิทยาศาสตร์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อสรุปประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นและนำไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมในครั้งถัดไป

6.5 เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครบทั้ง 3 วงจรการจัดการเรียนรู้ซึ่งใช้แผนการเรียนรู้ 3 แผน แล้ว ผู้วิจัยจะประเมินการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

7.1 ข้อมูลที่ได้จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 “แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สำหรับพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบควรเป็นอย่างไร” มีดังนี้

7.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนการเรียนรู้ที่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้วในแต่ละวงจร มีลำดับดังนี้

- 1) พิจารณาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ไม่เป็นไปตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนด
- 2) ระบุสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น
- 3) ดำเนินการตามขั้นตอนที่ปรับปรุงแล้ว ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนการศึกษา
- 4) ประเมินผลการดำเนินการตามแผนการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อพิจารณาข้อผิดพลาดในวงจรต่อ ๆ ไป

7.1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

บันทึกมีรายละเอียดข้อดี ข้อเสียและปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัย ซึ่งสะท้อนผลโดยผู้วิจัยและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ มีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อจับใจความ ตีความและจับประเด็น ดังนี้

- 1) อ่านบันทึกแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด เพื่อให้เห็นภาพรวมและประเด็นสำคัญหรือที่น่าสนใจ
- 2) อ่านอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์และใส่รหัสที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคำหลักและความหมาย จากนั้นจัดระเบียบข้อมูล
- 3) เขียนบรรยาย อธิบายข้อมูลในแต่ละประเด็น โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ เขียนสรุปความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดเดียวกัน
- 4) เขียนข้อสรุปจากข้อมูลโดยนำแต่ละประเด็นที่สรุปไว้ข้างต้นมาเขียนเรียงความ โดยลำดับเรื่องราว ดังนี้ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
- 5) ผู้วิจัยนำข้อสรุปดังกล่าวไปให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ตรวจสอบอีกครั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบความน่าเชื่อถือโดยตรวจสอบกับผู้ให้ข้อมูลเพื่อยืนยันว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้สะท้อนได้เขียนหรือไม่ อย่างไร

6) สรุปผลภาพรวมว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีภาพรวมอย่างไร บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในวงจรต่อไป

7.1.3 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

วิธีเก็บรวบรวมคำตอบวิจัยข้อที่ 1 นั้น เป็นการใช้ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้สะท้อนจะต้องเข้าร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการวิจัย และเขียนบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นลงในแบบสะท้อนผล พร้อมทั้งมีการพูดคุยเกี่ยวกับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ หลังจากสอนจบในแต่ละครั้ง วิธีดังกล่าวเป็นการตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation)

7.2 ข้อมูลที่ได้จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 “การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร” ประกอบด้วย

7.2.1 ใบบัณฑิต เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยในมิติของการประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ มีตัวบ่งชี้ ดังตาราง 10 โดยเป็นใบบัณฑิตให้นักเรียนตอบแบบอัตนัยเพื่อประเมินการคิดอย่างเป็นระบบระหว่างการจัดการเรียนรู้ สามารถประเมินคำตอบ ดังนี้

1) พิจารณาคำตอบของนักเรียนว่ามีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ดังตาราง 10 การคิดอย่างเป็นระบบ

2) รวมคะแนนจากแบบประเมินของนักเรียนแต่ละคน คำนวณคะแนนออกเป็นร้อยละ โดยแบ่งเป็นระดับการคิดอย่างเป็นระบบ 4 ระดับ คือ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ระดับตัวบ่งชี้	ความหมาย
1. ระบุและพิจารณาปัญหา	
ดีเยี่ยม (3)	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล
ดี (2)	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่ชัดเจน มีความสมเหตุสมผลบางส่วน
พอใช้ (1)	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้บ้าง แต่ไม่มีความสมเหตุสมผล
ปรับปรุง (0)	ไม่สามารถระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ระดับตัวบ่งชี้	ความหมาย
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์	
ดีเยี่ยม (3)	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
ดี (2)	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาบางส่วน
พอใช้ (1)	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้บ้าง แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
ปรับปรุง (0)	ไม่ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ หรือไม่ชัดเจน เป็นส่วนมาก
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย	
ดีเยี่ยม (3)	ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ชัดเจน
ดี (2)	ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผลบางส่วน และจัดหมวดหมู่ได้ไม่ชัดเจนสอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ บางส่วน
พอใช้ (1)	ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้บ้าง แต่ขาดความสมเหตุสมผลบางส่วน และจัดหมวดหมู่ได้บ้าง แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์
ปรับปรุง (0)	ไม่ระบุระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้อย่างถูกต้อง จัดหมวดหมู่ได้ไม่เหมาะสม

ระดับตัวบ่งชี้	ความหมาย
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ	
ดีเยี่ยม (3)	ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจน และเหมาะสม
ดี (2)	ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์และเหมาะสมบางส่วน
พอใช้ (1)	ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้บ้าง แต่ขาดความเหมาะสม
ปรับปรุง (0)	ไม่ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบและขาดความเหมาะสม
5. สร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา	
ดีเยี่ยม (3)	โครงสร้างและกระบวนการภายใน ลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ครบถ้วน อย่างมีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย
ดี (2)	โครงสร้างและกระบวนการภายใน ลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ครบถ้วน มีความสมเหตุสมผล ไม่ชัดเจน อ่านง่าย
พอใช้ (1)	โครงสร้างและกระบวนการภายใน ลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ได้บ้าง มีความไม่สมเหตุสมผลบางส่วน ไม่ชัดเจน
ปรับปรุง (0)	โครงสร้างและกระบวนการภายในผิด ลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ไม่สมเหตุสมผล ไม่ชัดเจน

8. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของงานวิจัย ดังนี้

8.1 การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ

มีการตรวจสอบการดำเนินการจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ตำแหน่งชำนาญการที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปีขึ้นไป เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

8.2 การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation)

8.1.1 ใช้เครื่องมือวัดตัวแปรมากกว่า 1 เครื่องมือ ในการวัดการคิดอย่างเป็นระบบ ใช้เครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ ใบกิจกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และแบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน (Method Triangulation)

8.1.2 ใช้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลมากกว่า 1 คน ได้แก่ ผู้วิจัย และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป (Resource Triangulation)



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน และพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอข้อมูลเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 1 2 และ 3 และ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานที่ใช้พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 1 2 และ 3

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนี้

ผู้วิจัยชี้แจงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียน และให้นักเรียนดำเนินจัดกลุ่มตามความสมัครใจ จากนั้น ให้ตัวแทนกลุ่มสู่สถานการณ์กลุ่มละ 1 สถานการณ์ และให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจ ร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหาสำคัญ

ของสถานการณ์ปัญหาตามที่ได้รับ หากมีคำถามหรือข้อสงสัยให้ยกมือถาม จากนั้น ครูให้สมาชิกในกลุ่มกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนกันถึงประเด็นปัญหาสำคัญที่แต่ละกลุ่มได้รับ และแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาเป็นประเด็นปัญหาสำคัญ สาเหตุของปัญหา ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเกิดปัญหา พร้อมทั้งระบุเหตุผลหรือความหมายหรือบอกรายละเอียดขององค์ประกอบของปัญหา โดยครูจะตั้งคำถามนำนักเรียนถึงจุดร่วมสำคัญของแต่ละสถานการณ์ว่ามีความเกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจก จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจก หรือประเด็นอื่นที่นักเรียนต้องการหาคำตอบเพื่อตอบคำถามให้สมบูรณ์ โดยครูจะให้คำปรึกษาในระหว่างการดำเนินกิจกรรม จากนั้น แต่ละกลุ่มนำเสนอและร่วมกันสรุปประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ที่แต่ละกลุ่มได้รับ รวมถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ในระหว่างการทำกิจกรรม พบว่า ภายในกลุ่ม แต่ละสมาชิกร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการแบ่งหน้าที่ให้สมาชิก และร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่มี นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีการซักถามข้อสงสัยและตอบคำถามครู อีกทั้งระหว่าง กลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยสิ่งที่นักเรียนมีข้อสงสัยมากที่สุด คือ ประเด็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์ และสาเหตุและองค์ประกอบของสาเหตุ ดังตัวอย่างคำถามนี้

...“ครูคะ จากสถานการณ์นี้หนูจะเขียนประเด็นปัญหาอย่างไรคะ”

ซึ่งไปครูจะต้องอธิบายการทำกิจกรรม การตั้งคำถามนำเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนระบุและพิจารณาปัญหา สาเหตุของปัญหาได้ และยกตัวอย่างแก่นักเรียนให้ชัดเจน

...“นักเรียนพิจารณาว่าสถานการณ์ที่ได้รับว่าประเด็นหลักเกี่ยวกับอะไร และคำถามที่ได้คืออะไร จะตอบคำถามอย่างไร”
(ผู้วิจัย)

ซึ่งนักเรียนจะได้ทบทวนสิ่งที่รู้ สิ่งที่จะต้องรู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมผ่านสถานการณ์ที่ได้รับเพื่อใช้ตอบคำถามให้สมบูรณ์ ดังนี้

... “แสดงว่าหนูจะต้องรู้ว่า ถ้าหากหนูต้องการสร้างฟาร์มวัวจะต้องตัดต้นไม้ในป่า 25 ไร่ ซึ่งคือการตัดไม้ทำลายป่า”

(กลุ่ม 6)

...”ถ้าห้างสรรพสินค้าต้องทิ้งของสด อาหาร ผลไม้ สิ่งเหล่านี้ก็จะกลายเป็นขยะอาหาร”

(กลุ่ม 1)

จากนั้น นักเรียนเริ่มลงมือสรุปประเด็นปัญหาสำคัญจากสถานการณ์ที่ตนเองได้ และลงมือจำแนกสาเหตุ ผลลัพธ์ ดังภาพ 4

ตอนที่ 2 อ่านสถานการณ์ที่ 1 และตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์หมายเลข..... ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร

.....

..... การเผาไหม้ที่ปล่อยไปไฟ และ รั้วน้ำ มีสารพิษตก เป็นเหตุสำคัญที่ส่งผลป่า มีผลกระทบในวงกว้างไม่เพียงแต่ในป่าเท่านั้น แต่ไปส่งผลกระทบต่อ

2. ให้นักเรียนระบุว่าสาเหตุมีอะไรบ้าง (เขียนเป็นค่านามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	สาเหตุหลัก	องค์ประกอบของสาเหตุ	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1.	การตัดไม้ทำลายป่า	ใบไม้, รั้วน้ำ	การตัดไม้ทำลายป่า เป็นผลกระทบของมนุษย์ที่ถูกละเลยโดยชุมชน
2	การเผาไหม้	ก๊าซเรือนกระจก, เชื้อเพลิง, ภาชนะใช้เผา	การเผาไหม้ที่มาก ๆ นำไปสู่ก๊าซเรือนกระจก เพื่อลดอุณหภูมิของโลกจะสูงขึ้น

3. ให้นักเรียนระบุว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากสถานการณ์มีอะไรบ้าง (เขียนเป็นค่านามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	ผลลัพธ์	องค์ประกอบของผลลัพธ์	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1.	น้ำขุ่นหรือหมอก	การมีป่าไม้ที่ลดลง	ทำให้น้ำที่ตกลงมา CO ₂ นิ่งลง อาจทำให้อากาศร้อนขึ้นจึงนำไปสู่ภาวะเรือนกระจกได้
2.	ภาวะโลกร้อน	อุณหภูมิของโลกจะขึ้น	เกิดผลจากการเผาไหม้ต่างๆ เกิดภาวะเรือนกระจก ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น
3.	อากาศเสีย	ขอร้างจากการเผาไหม้ (เขม่าไฟ)	เขม่าไฟ เป็น CO ₂ จำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกายคนได้โดยไม่รู้ตัว

ภาพ 4 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5 สถานการณ์ที่ 2 การเผาเพื่อการเกษตร

จะเห็นได้จากการบันทึกข้อมูลในใบกิจกรรมว่าหากนักเรียนสามารถระบุและพิจารณาปัญหาได้ตรงประเด็นจะทำให้นักเรียนมองเห็นถึงสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ว่ามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องและเป็นเหตุเป็นผลกัน

หลังจากนั้น นักเรียนจะมีโอกาสค้นคว้าเพิ่มเติมว่าแต่ละสถานการณ์เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจกอย่างไร ปรากฏการณ์เรือนกระจก ภาวะโลกร้อน ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเพื่อเติมช่องว่างในตารางครูกำหนดให้ให้สมบูรณ์ โดยครูจะชี้แนะและอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อเป็นแนวทางในการตอบคำถามของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

สำหรับการสร้างแผนภาพสรุป มีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ได้ตั้งใจฟังการอธิบายในชั้นเรียน แบ่งหน้าที่ให้สมาชิกเริ่มทำแผนผังเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ซึ่งไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของกิจกรรม ส่วนของการนำเสนอ นักเรียนตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอหน้าชั้น ในขณะที่มีบางคนเล่นเกมโทรศัพท์ สำหรับการอภิปรายสรุปครูตั้งคำถามให้นักเรียนเพื่อตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้มาในด้านเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งนักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ข้อค้นพบในวงจรที่ 1 เพื่อนำไปปรับปรุงในวงจรที่ 2 มีดังนี้ ผู้สอนควรชี้แจงและอธิบายกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นอย่างละเอียด ปรับการพูดให้ช้าลงและยกตัวอย่างมาประกอบให้ชัดเจนเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น สังเกตและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมตอบคำถามในชั้นเรียน จากนั้น เน้นย้ำให้นักเรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียดและหากว่ามีข้อสงสัยให้ยกมือถามให้เรียบร้อยเพื่อทำความเข้าใจตรงกันทั้งชั้นเรียน และครูควรแทรกหรือเกริ่นนำถึงหลักการสำคัญเกี่ยวกับสมดุลพลังงานโลก นอกจากนี้ในการอภิปรายสรุปร่วมกันครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงของเนื้อหาและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างไม่ซ้ำกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในชั้นเรียน พร้อมตั้งคำถามให้นักเรียนใช้สิ่งที่เรียนรู้มาอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น สำหรับการควบคุมชั้นเรียน หากนักเรียนเริ่มใช้อุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีให้ผู้วิจัยเข้าไปตรวจสอบว่า นักเรียนใช้โทรศัพท์เพื่อสืบค้นข้อมูลหรือทำอย่างอื่นนอกเหนือจากกิจกรรมในชั้นเรียน จากนั้น ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม เช่น หน้าที่ที่กลุ่มมอบหมายให้นักเรียน ความก้าวหน้าในการทำงานของกลุ่ม สิ่งที่ได้เรียนรู้ในระหว่างการทำกิจกรรม เป็นต้น

วงจรถี 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ

ผู้วิจัยนำข้อค้นพบจากการสะท้อนในวงจรถี 1 มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยเริ่มต้นดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยเกริ่นนำสถานการณ์เกี่ยวกับเอลนีโญ-ลานีญาถึงว่าเป็นความแปรปรวนของอากาศว่ามีมายาวนานมากกว่าพันปี แต่นักวิทยาศาสตร์มีการเริ่มมาศึกษาอย่างจริงจังเมื่อหลายสิบปีก่อน ก่อนจะเสนอกราฟความถี่ของการเกิดและความรุนแรงเอลนีโญ-ลานีญา จากนั้น ครูตั้งคำถามนำนักเรียนว่าเพราะอะไรในหลายสิบปีมานี้ ความรุนแรงของปรากฏการณ์ดังกล่าวจึงรุนแรงเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดปรากฏการณ์นี้จะมีผลต่อสภาพอากาศอย่างไร ซึ่งนักเรียนในความสนใจ และร่วมตอบคำถามเป็นอย่างดี หากมีนักเรียนที่ไม่ได้ให้ความสนใจครูจะกระตุ้นนักเรียนตอบคำถาม ถ้าตอบไม่ได้จะให้เพื่อนร่วมชั้นช่วย จากนั้น เริ่มชี้แจงกิจกรรมที่จะทำในคาบเรียนนี้ ให้นักเรียนจับกลุ่มตามความสมัครใจซึ่งเป็นกลุ่มเดิมที่จัดไว้ในคาบเรียนก่อนหน้า และให้ตัวแทนกลุ่มสุ่มเลือกสถานการณ์ซึ่งมี 2 สถานการณ์ ทั้งสองสถานการณ์เกี่ยวข้องข้อกับปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา ซึ่งเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน โดยให้พิจารณาว่าสถานการณ์ดังกล่าวควรเป็นเอลนีโญหรือลานีญา เมื่อนักเรียนอ่านข้อมูลที่ให้นักเรียนจะต้องแยกแยะว่าประเด็นปัญหาสำคัญของแต่ละสถานการณ์นี้คืออะไร มีสาเหตุ และผลลัพธ์ต่อเนื่องกันอย่างไร

ซึ่งเมื่อครูเดินเข้าไปตรวจสอบการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนตอบประเด็นปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้ และได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา โดยระบุข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้ลงในหัวข้อของสาเหตุ ดังภาพ 5

2. ให้นักเรียนระบุสาเหตุมีอะไรบ้าง (เขียนเป็นค่านามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	สาเหตุหลัก	องค์ประกอบของสาเหตุ	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	เอลนีโญ	อากาศชั้น ๒๒๕ มีฝนตกชุก	เอลนีโญเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้ในสภาพอากาศแปรปรวน บริเวณที่เคยฝนตกชุกจะกลับแห้งแล้ง บริเวณที่แห้งแล้งกลับฝนตกชุกปกติ
2	ลานีญา	อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลสูงขึ้น	เป็นปรากฏการณ์แปรปรวนของมหาสมุทรที่ซึ่งจะเกิดคู่กับเอลนีโญ ลานีญาจะทำให้เกิดช่วงแห้งแล้งในพื้นที่เดียวกัน

ภาพ 5 แสดงการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 6

ขณะที่บางกลุ่มมีข้อสงสัยว่าสถานการณ์ที่กลุ่มได้รับเป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาทั้งสองกรณี บางกลุ่มตอบเลือกตอบว่าเป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์ใด

ปรากฏการณ์หนึ่งเนื่องจากซึ่งส่วนหลังนี้ตอบตรงตามโจทย์ที่ระบุมาให้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง
อย่างไรก็ตาม ดังตัวอย่างคำถามนี้

...“นักเรียนคิดว่าสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับสอดคล้องกับปรากฏการณ์อะไร”
(ผู้วิจัย)

...“สอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาคะ”
(กลุ่มที่ 3)

...“สอดคล้องกับปรากฏการณ์ลานีญาคะ”
(กลุ่มที่ 5)

ครูถามเหตุผลของกลุ่มที่ตอบว่าเป็นสถานการณ์ที่กลุ่มได้รับเป็นผลมาจากการเกิด
ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาทั้งคู่ ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลโดยการอธิบายค่านิยมของปรากฏการณ์
เอลนีโญและลานีญา แต่ไม่ได้อธิบายให้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่กลุ่มได้รับ
ดังนั้น ครูจึงสอบถามเพิ่มเติม ดังตัวอย่างคำถามนี้

...“นักเรียนลองอธิบายว่าปรากฏการณ์เอลนีโญแสดงลักษณะของสภาพอากาศออกมาอย่างไร และ
ปรากฏการณ์ลานีญาแสดงลักษณะของสภาพอากาศออกมาอย่างไร”
(ผู้วิจัย)

นักเรียนอธิบายที่ละปรากฏการณ์ว่าแต่ละปรากฏการณ์จะแสดงลักษณะของสภาพอากาศ
ออกมาอย่างไร

...“จากสถานการณ์ของนักเรียน มีลักษณะสภาพอากาศอย่างไร และนักเรียนคิดว่า
สอดคล้องกับปรากฏการณ์ใด”
(ผู้วิจัย)

นักเรียนทบทวนคำตอบอีกครั้งและลงมือตอบคำถาม
และนอกจากการค้นคว้าเพิ่มเติมด้านเนื้อหาแล้ว นักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้าแนวทางแก้ไขปัญหาให้
เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยครูจะชี้แนะว่าให้นักเรียนพิจารณาจากสถานการณ์ของ

กลุ่มเพื่อนำมาใช้ในการเสนอแนะทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม จากนั้น ให้แต่ละกลุ่มสรุปและรายงานผลหน้าชั้นเรียน โดยบางกลุ่มนำเสนอได้ดี ตรงประเด็น และอธิบายรายละเอียด พร้อมเสนอแนะทางแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ขณะที่บางกลุ่มแม้จะตอบคำถามแต่ขาดการลงรายละเอียดทั้งในการเขียนข้อมูลและการพูดอธิบายแบบเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งครูจะตั้งคำถามนำเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของแต่ละส่วน เช่น เพราะสิ่งนี้ทำให้เกิดสิ่งนั้น สิ่งนั้นจึงได้แสดงออกมาให้เราเห็น และในการแก้ปัญหาจะต้องอธิบายว่า เพราะอะไรจึงเสนอแนะทางแก้ปัญหาแบบนี้ ช่วงสุดท้ายให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปรากฏการณ์เอลนีโญ-เอลนีญา พร้อมยกตัวอย่างผลกระทบเพิ่มเติม

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนตอบประเด็นปัญหา สาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ และเชื่อมโยงปัญหากับความรู้ด้านเนื้อหาได้เป็นอย่างดี

ข้อค้นพบในวงจรที่ 2 เพื่อนำไปปรับปรุงในวงจรที่ 3 ครูควรทำให้บรรยากาศในห้องเรียนผ่อนคลาย น้ำเสียงที่ใช้ของครูควรเป็นมิตร หรือใช้คำพูดที่ทำให้กำลังใจนักเรียนในการให้ข้อแก้ไขเพิ่มเติม การตั้งคำถามนำที่ดีจะให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากบทเรียนก่อนหน้ากับบทเรียนใหม่ได้ดี และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ภายใต้ขอบเขตของเนื้อหาสาระการเรียนรู้

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ

ผู้วิจัยนำข้อค้นพบจากการสะท้อนในวงจรที่ 2 มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยเริ่มต้นดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยเกริ่นนำสถานการณ์เกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ และทบทวนเนื้อหาที่ได้เรียนมาและตัวอย่างที่นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันของคาบเรียนก่อนหน้า จากนั้น เริ่มชี้แจงกิจกรรมที่จะทำในคาบเรียนนี้ ให้นักเรียนจับกลุ่มตามความสนใจซึ่งเป็นกลุ่มเดิมที่จัดไว้ในคาบเรียนก่อนหน้า ซึ่งในคาบเรียนนี้นักเรียนมีประสบการณ์จากคาบเรียนที่ 1 และ 2 ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ร่วมกันระดมความคิดเห็นเพื่อตอบคำถามลงในใบกิจกรรมได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้ง นอกจากจะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มแล้วนักเรียนยังแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่มด้วย เมื่อครูเข้าไปตรวจสอบข้อมูลแต่ละกลุ่มที่นักเรียนค้นคว้ามาว่าเพียงพอสำหรับการตอบคำถามแล้วหรือไม่ ครูชี้แนะให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแม่น้ำในด้านระบบนิเวศและผลกระทบต่อแม่น้ำเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ รวมถึงสาเหตุ

จากกิจกรรมของมนุษย์ เพื่อให้นักเรียนสามารถจำแนก จัดระเบียบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแต่ละข้อมูล และเสนอแนวทางรับมือหรือแก้ไขปัญหาย่างไรก็ตาม ในการตอบข้อสรุปสุดท้ายนักเรียนบางส่วนอธิบายว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ดังภาพ 6

ครูจึงให้นักเรียนวิเคราะห์ร่วมกันว่าแนวทางแก้ไขสถานการณ์ที่ 3 ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

...“นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์นี้ควรมีแนวทางแก้ไขเพิ่มเติมหรือไม่ อย่างไร”

(ผู้วิจัย)

...“จัดให้ความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ เพราะหนูค้นเจอว่าเกษตรอินทรีย์ช่วยลดการใช้ยาฆ่าแมลง”

(นักเรียนคนที่ 1)

...“ลดการตัดไม้ทำลายป่า ปลุกป่าทดแทน”

(นักเรียนคนที่ 2)

...“ลดการใช้ถุงพลาสติก ประหยัดน้ำประหยัดไฟ”

(นักเรียนคนที่ 3)

จะเห็นว่าตัวอย่างที่นักเรียนยกมา เริ่มจากปรับการกระทำหรือกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ขยะพลาสติกถือว่ามีคามจำเป็นและอำนวยความสะดวกเราในชีวิตประจำวัน ครูกระตุ้นให้นักเรียนนึกถึงกิจกรรมก่อนหน้าถึงแนวทางแก้ไขปัญหายที่นักเรียนได้สืบค้น

...“รู้จักคัดแยกขยะครับ เพราะขยะแต่ละประเภทสามารถนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย”

(นักเรียนคนที่ 4)

ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนควรทำความเข้าใจถึงการแก้ปัญหามีหลากหลายแนวทางที่มนุษย์สามารถปฏิบัติด้วยตัวเองขึ้นอยู่กับบริบทนั้นๆ จากนั้น นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ในการสร้างแผนภาพได้อย่างเหมาะสม

5. ให้นักเรียนตอบคำถามของสถานการณ์

- การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อนซึ่งมีผลทำให้ฝนตกหนักบางพื้นที่ และบริเวณอื่นแห้งแล้ง
- ไม่ได้เกิดจากมนุษย์เพียงอย่างเดียว อาจมีจากธรรมชาติส่งผลร่วมด้วย
- ถูกต้อง แต่ไม่ได้แก้ปัญหาก็ทันต่อทำให้ปัญหาที่ยังคงเกิดขึ้นต่อไป

ภาพ 6 แสดงการตอบข้อสรุปสุดท้ายเกี่ยวกับสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

หลังจากผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ครบ 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยจึงใช้แบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อวัดการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานที่ใช้พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผลการสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานที่ใช้พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ แบ่งหน้าที่กันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ช่วยเหลือกันในระหว่างการทำงาน โดยครูเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียดกิจกรรมที่จะดำเนินการในชั้นเรียนให้นักเรียนเข้าใจ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและใช้คำถามจะให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและพิจารณาสถานการณ์ปัญหาให้เชื่อมโยงเนื้อหาความรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง ครูควรให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหา สาเหตุ ผลลัพธ์ และ/หรือแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้น ครูควรชี้แนะให้นักเรียนเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบริบทของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างสอดคล้องเหมาะสม และให้นักเรียนร่วมกันระดมสมอง พร้อมทั้งสรุปร่วมกันในการกำหนดแนวทางสืบค้นข้อมูล

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ครูควรแนะนำแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือให้เป็นแนวทางในการสืบค้นให้แก่นักเรียน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้แบ่งหน้าที่และนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนร่วมกันให้นักเรียนไตร่ตรองว่าความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพื่อมา ดังนั้น ครูควรเน้นย้ำนักเรียนถึงจุดประสงค์ของการเรียนรู้ที่กำหนดในชั่วโมงกิจกรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนให้คิด วิเคราะห์ แยกแยะ เกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้รับ รวมถึงสังเกตการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่มหลังจากที่แต่ละกลุ่มได้สรุปผลการศึกษาร่วมกัน

ขั้นที่ 5 รายงานผลงาน ครูควรให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบอย่างสรุปโดยนำเนื้อหาความรู้ประจำบทเรียนที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมดมาและให้นักเรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มก่อนที่ครูและนักเรียนจะสรุปแนวคิดและยกตัวอย่างร่วมกันทั้งชั้นเรียน

2. ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการนำข้อมูลที่ได้จากบันทึกในใบกิจกรรมของนักเรียนตามการจัดการการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร และจากการทำแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ มาวิเคราะห์ผล ซึ่งได้ผล ดังนี้

2.1 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ก๊าซเรือนกระจก ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

2.1.1 คะแนนการคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 1

ผู้วิจัยได้นำเสนอคะแนนของการคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำเสนอเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งห้องตามตัวบ่งชี้ตามตาราง 11

ตาราง 11 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 1

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบระหว่าง การจัดการเรียนรู้	
	\bar{x}	SD
1. ระบุและพิจารณาปัญหา	2.67	0.82
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์	2.42	0.49
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย	2.33	0.26
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ	2.25	0.61
5. สร้างแผนภาพรวม	2.17	0.41
รวม	11.84	2.07
ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ	ดี	

ผู้วิจัยตรวจจากการบันทึกในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 11.84 ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถคิดอย่างเป็นระบบได้ดี โดยพิจารณาจากตัวบ่งชี้ 5 ตัว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล ดังภาพ 7 และมีนักเรียนบางส่วนระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ไม่เหมาะสม ดังภาพ 8

1. จากสถานการณ์หมายเลข...1..... ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร

.....การกำจัด CO₂ ผลิตได้.....อาหารสด.....ใช้ผลิตภัณฑ์ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอย่างไร.....

ภาพ 7 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 1
ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

1. จากสถานการณ์หมายเลข...1.... ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร

..... การที่โรงงานอุตสาหกรรม ผลิต / ผลไม้สด จำนวน 10 ตัน โดยไม่ติดป้ายชื่อ
 สัญลักษณ์ใด โดยไม่แจ้ง

ภาพ 8 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 1
 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแยกแยะแต่ละองค์ประกอบของปัญหาโดยระบุสาเหตุและผลลัพธ์ สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา จัดหมวดหมู่และแยกเป็นสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์หลักได้ และนำเสนอแนวทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาอธิบายความหมายและหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบค่อนข้างเหมาะสม ดังภาพ 9

2. ให้นักเรียนระบุว่าสาเหตุมีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	สาเหตุหลัก	องค์ประกอบของสาเหตุ	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	กิ่งอาหารสด กับ เบนแกออร์	ขนมไม่หมดเชื้อ ผล อาย	เห็นการเริ่มมีของ ทำให้ ผลไม้ส่วนหนึ่งลดลง
2	กิ่งผัก ผลไม้	มีรูช้ำดำขึ้นที่ใบ รวง งาม	เป็นการทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้มีเชื้อราได้ สัตว์ชั้นกลาง และเห็นการเริ่มมีแมลงไม่จับ

3. ให้นักเรียนระบุว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากสถานการณ์มีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	ผลลัพธ์	องค์ประกอบของผลลัพธ์	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	กิ่งอาหารบูด	ของเน่าเหม็น	กลิ่นเหม็น ผลไม้บูดทั้ง 10 ตัน ก๊าซเรือนกระจก และแก๊สพิษ
2	เชื้อราเริ่มขึ้นจาก ผักผลไม้	แก๊สเรือนกระจกประกอบด้วย CO_2 , CH_4 , N_2O , CFC , HFC , PFC , SF_6	ก๊าซเรือนกระจกจะจับอยู่ที่ชั้นบรรยากาศ และถ้ามันมากเกินไปทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
3	น้ำเน่าเสีย	กิ่งเน่า-เน่า	ระบบน้ำเสียทางน้ำ เกิดการเน่าเสีย

ภาพ 9 แสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

ขณะที่นักเรียนบางส่วนไม่ได้นำเสนอแนวทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่มาอธิบายได้อย่างเหมาะสม ดังภาพ 10

2. ให้นักเรียนระบุว่าสาเหตุมีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

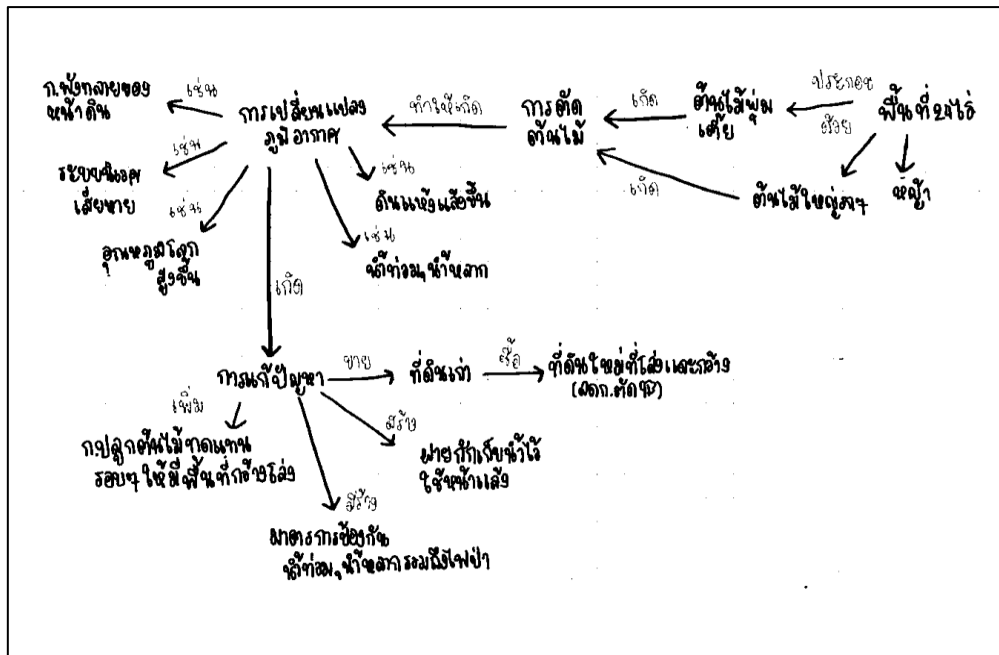
ที่	สาเหตุหลัก	องค์ประกอบของสาเหตุ	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1.	ผักผลไม้ (ผลไม้)	ผัก, ผลไม้ ขยะจากขยะ ๒ จากไม่สะอาด	เกิดขยะมาก ทำให้ขยะหมักหมมกับแล้วเกิด กลิ่นขึ้น
2.	อาหาร ๕๐๕ (ผลไม้ ผลไม้)	ขยะจากขยะ ๒ ขยะไม่สะอาด	เกิดขยะมาก ทำให้ขยะหมักหมมกับแล้วเกิดกลิ่น ขึ้น

3. ให้นักเรียนระบุว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากสถานการณ์มีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

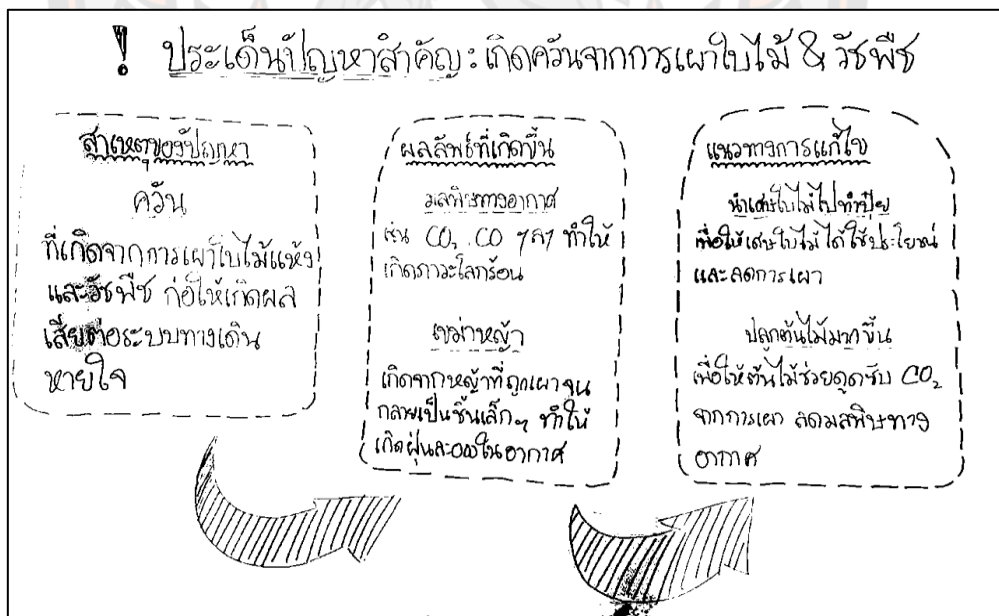
ที่	ผลลัพธ์	องค์ประกอบของผลลัพธ์	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1.	เกิดกลิ่นเหม็นจากขยะ	อยู่บริเวณชุมชน เกิดกลิ่นเหม็น บริเวณโรงเรียน ๒๕๖๖	กลิ่นที่กลิ่นเหม็นทำให้เกิดขยะบริเวณโรงเรียน

ภาพ 10 แสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1

และนักเรียนเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ดี นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแผนภาพของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เพื่อแสดงมโนทัศน์ โดยใช้คำกำกับและใช้ลูกสอนลากเส้นแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ได้เหมาะสม ถูกต้องบางส่วน ดังภาพ 11 และนักเรียนบางส่วนมีการสร้างโครงสร้างแผนภาพไม่เหมาะสม เนื่องจากเขียนบรรยายด้วยตัวอักษรเกือบทั้งหมด ดังภาพ 12 จากข้อมูลพบว่า นักเรียนขาดการพิจารณาและระบุถึงองค์ประกอบย่อยของสาเหตุและผลลัพธ์เพื่อใช้อธิบายกระบวนการภายในของภาพรวมสถานการณ์ และการเขียนบรรยายยังไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าสาเหตุนั้นจะส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ใดได้บ้าง



ภาพ 11 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 3



ภาพ 12 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มที่ 2

นอกจากนี้ จากการตรวจสอบการบันทึกข้อมูลและแผนภาพในใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน พบว่า นักเรียนบางส่วนมีการใช้คำเชื่อมทำให้สื่อความหมายคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแนวคิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

2.2 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ มาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

2.2.1 คะแนนการคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 2

ผู้วิจัยได้นำเสนอคะแนนของการคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำเสนอเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งห้องตามตัวบ่งชี้ตามตาราง 12

ตาราง 12 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 2

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบระหว่าง การจัดการเรียนรู้	
	\bar{x}	SD
1. ระบุและพิจารณาปัญหา	2.83	0.26
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์	2.58	0.38
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย	2.5	0.55
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ	2.67	0.52
5. สร้างแผนภาพรวม	2.5	0.55
รวม	13.08	1.99
ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ	ดีมาก	

ผู้วิจัยตรวจสอบจากการบันทึกในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 13.08 ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถคิดอย่างเป็นระบบได้ดีมาก โดยพิจารณาจากตัวบ่งชี้ 5 ตัว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา มีความสมเหตุสมผล ดังภาพ 13 และนักเรียนบางส่วนสามารถระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้สอดคล้องกับเนื้อหาบางส่วน ดังภาพ 14

1. จากสถานการณ์หมายเลข...2... ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร
...มีแรงจูงใจหรือที่...ว่ามี...อยู่...ไป...คือ...
...
...
...
...

ภาพ 13 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2
ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

1. จากสถานการณ์หมายเลข...1... ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร
...
...
...

ภาพ 14 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2
ของนักเรียนกลุ่ม 1

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแยกแยะแต่ละองค์ประกอบของปัญหา โดยระบุสาเหตุและผลลัพธ์สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา จัดหมวดหมู่และแยกเป็นสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์หลักได้ และนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาอธิบายความหมายและหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ค่อนข้างเหมาะสม ดังภาพ 15

2. ให้นักเรียนระบุสาเหตุที่มีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	สาเหตุหลัก	องค์ประกอบของสาเหตุ	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	เออีเอ็นไอ	เกิดความแห้งแล้งในบริเวณเออีเอ็นไอในช่วงฤดูร้อน	กระแสลมที่พัดนำเอาอากาศชื้นจากมหาสมุทรแปซิฟิก
2	ลาเนียนา	เกิดฝนตกชุกในบริเวณเออีเอ็นไอในช่วงฤดูร้อน	ความกดอากาศต่ำที่เคลื่อนมาจากมหาสมุทรแปซิฟิก

3. ให้นักเรียนระบุว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากสถานการณ์มีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	ผลลัพธ์	องค์ประกอบของผลลัพธ์	บทบาทหน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	น้ำท่วม	ฝนตกชุกในบริเวณเออีเอ็นไอในช่วงฤดูร้อน	เกิดน้ำท่วมในบริเวณเออีเอ็นไอ
2	น้ำแล้ง	ฝนตกชุกในบริเวณเออีเอ็นไอในช่วงฤดูร้อน	น้ำท่วมในบริเวณเออีเอ็นไอ
3	น้ำท่วม	ฝนตกชุกในบริเวณเออีเอ็นไอในช่วงฤดูร้อน	เกิดน้ำท่วมในบริเวณเออีเอ็นไอ

ภาพ 15 แสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์ สาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

ขณะที่นักเรียนบางส่วนสามารถแยกแยะแต่ละองค์ประกอบของปัญหาโดยระบุสาเหตุและผลลัพธ์สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้บ้าง แต่นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาอธิบายหน้าที่และความหมายได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นการจัดระบบจึงค่อนข้างสับสนและไม่ไปในทิศทางเดียวกัน ดังภาพ 16

2. ให้นักเรียนระบุว่าสาเหตุมีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

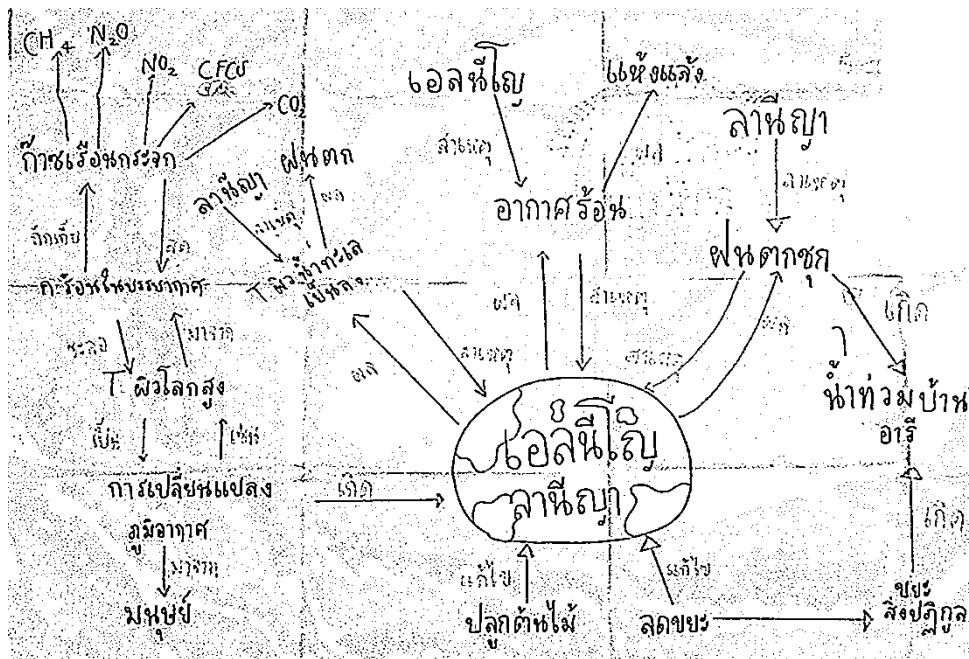
ที่	สาเหตุหลัก	องค์ประกอบของสาเหตุ	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	ภาวะโศกโศน	ภัยพิบัติซ้ำซาก	ทำให้นักเรียนไม่มีความสุข
2	ขาดความรู้	วิธีปฏิบัติปัญหา ของชาวบ้านในท้องถิ่น	ทำให้นักเรียนไม่รู้แนวทางที่ผิด

3. ให้นักเรียนระบุว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากสถานการณ์มีอะไรบ้าง (เขียนเป็นคำนามหรือวลีสั้นๆ)

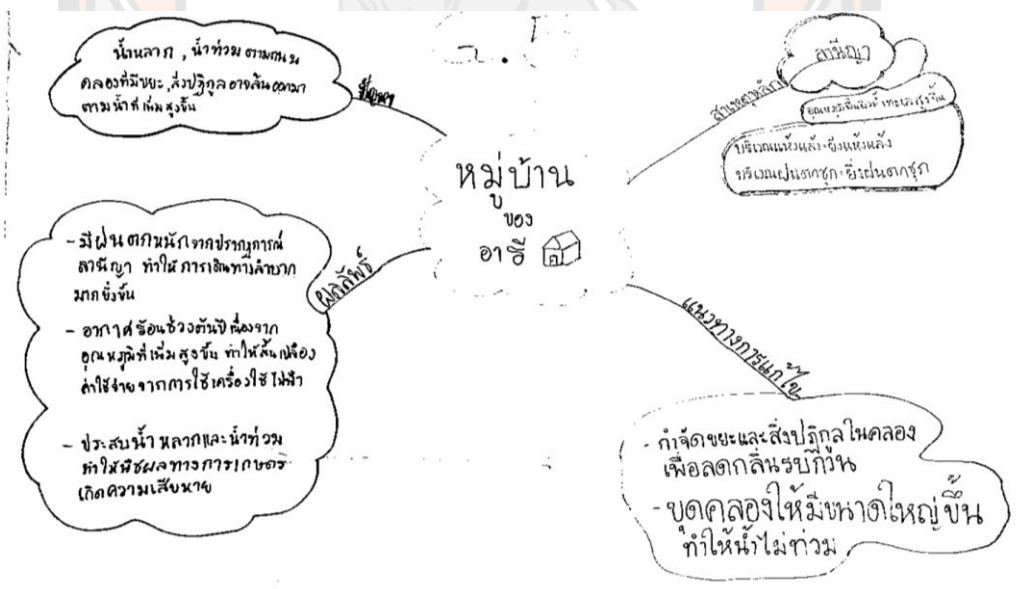
ที่	ผลลัพธ์	องค์ประกอบของผลลัพธ์	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	ขาดกำลังใจเพราะ บวกล	ภัยพิบัติ	ไม่สนใจในการแก้ไขปัญหาและพัฒนาศูนย์
2	กางเกงขาด	กางเกงในดำ กางเกงที่ไม่สะอาด เหม็น	ไม่สนใจในการแก้ไขปัญหาอุปโภค/บริโภค

ภาพ 16 แสดงแสดงการระบุสาเหตุและผลลัพธ์ สาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย จาก
สถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแผนภาพของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เพื่อแสดงมโนทัศน์ โดยใช้กลุ่มคำกำกับและใช้ลูกศรลากเส้นแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ได้เหมาะสม ถูกต้อง ดังภาพ 17 และนักเรียนบางส่วนมีเขียนบรรยายด้วยตัวอักษรเกือบทั้งหมด โดยสังเคราะห์ให้อยู่ในลักษณะของคำพูดบางส่วน แต่ไม่ได้ใช้ภาษาเชิงสัญลักษณ์ เช่น กลุ่มคำ ในการนำเสนอโน้ตทัศน์ ดังภาพ 18



ภาพ 17 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4



ภาพ 18 แสดงแผนภาพรวมของปัญหาประกอบสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5

2.3 ผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ มาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

2.3.1 คะแนนการคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 3

ผู้วิจัยได้นำเสนอคะแนนของการคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำเสนอเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งห้องตามตัวบ่งชี้ตามตาราง 13

ตาราง 13 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบในวงจรที่ 3

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบระหว่าง การจัดการเรียนรู้	
	\bar{x}	SD
1. ระบุและพิจารณาปัญหา	2.83	0.26
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์	2.58	0.49
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย	2.67	0.52
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ	2.67	0.52
5. สร้างแผนภาพรวม	2.67	0.52
รวม	13.42	1.91
ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ	ดีมาก	

ผู้วิจัยตรวจจากการบันทึกในใบกิจกรรมที่ 3 ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 13.42 ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถคิดอย่างเป็นระบบได้ดีมาก โดยพิจารณาจากตัวบ่งชี้ 5 ตัว พบว่า นักเรียนสามารถระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ค่อนข้างชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ มีความสมเหตุสมผล ดังภาพ 19 และ 20

1. จากสถานการณ์ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร

..... ปริมาณน้ำเปลี่ยนแปลงซับซ้อน ระบบนิเวศและ ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต
 ไม่คงที่

ภาพ 19 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3
 ของนักเรียนกลุ่มที่ 2

1. จากสถานการณ์ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร

..... อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น จะทำให้การระเหยของน้ำทะเลเพิ่มมากขึ้น
 จึงจะทำให้ฝนตกมากขึ้น และกระจัดกระจายในบางบริเวณ ทำให้เกิดอุทกภัยบ่อยครั้งขึ้น
 ในขณะที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ต้องเผชิญกับภัยแล้งมากขึ้น

ภาพ 20 แสดงการระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3
 ของนักเรียนกลุ่มที่ 6

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแยกแยะแต่ละองค์ประกอบของปัญหา โดยระบุสาเหตุและ
 ผลลัพธ์สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา จัดหมวดหมู่และแยกเป็นสาเหตุย่อยและ
 ผลลัพธ์ย่อยให้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์หลักได้ ยกตัวอย่างภาพ 21 และนำเสนอทิศทาง
 วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาอธิบายความหมายและหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ

2. ให้นักเรียนระบุว่าสาเหตุมีอะไรบ้าง (เขียนเป็นค่านามหรือวลีสั้นๆ)

ที่	สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	มหุขุม	น้ำแข็งเจือปน	ตะกอนถูกกักเก็บไว้ในเขื่อน ทำให้น้ำไหลตาม อุทกศาสตร์
2	อุณหภูมิเฉลี่ย ของโลกสูงขึ้น	การระเหยของน้ำ	ทำให้ฝนตกเพิ่มขึ้นบางบริเวณ ส่วนบริเวณอื่นแห้งแล้ง ทำให้น้ำระเหยเร็วขึ้นมากยิ่งขึ้น
3	อุณหภูมิเฉลี่ย ของโลกสูงขึ้น	วัฏจักรน้ำเปลี่ยน	การไหลของ ระบบน้ำผิวดิน และ ใต้ดินได้รับผล กระทบ
4	อุณหภูมิเฉลี่ย ของโลกสูงขึ้น	ระบบนิเวศเปลี่ยน	สิ่งมีชีวิตปรับตัวกับระบบนิเวศใหม่ ส่งผลให้ ความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยน

ภาพ 21 แสดงการระบุสาเหตุ สาเหตุย่อย จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3
 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

รวมถึงนักเรียนสามารถเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ดี และสมเหตุสมผล ดังภาพ 22 อย่างไรก็ตาม ในการตอบข้อสรุปสุดท้ายนักเรียนบางส่วนอธิบายว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ดังภาพ 23

4. ให้นักเรียนระบุแนวทางการแก้ไข/ลด

ที่	แนวทางการแก้ไข/ลด	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย
1	ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ซ้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	ใช้ของเก่า สกรูป ทวด ล้อม ใช้น้ำอย่างประหยัด การเกษตร ที่ใช้ผลผลิตไปใช้ต่อคนสำคัญต่อ ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
2	จัดการขยะมูลฝอย	การกำจัดขยะเพื่อจัดการน้ำ ทำให้สามารถนำน้ำที่ทิ้งจากครัวเรือนไปรดต้นไม้ในสวนได้
3	งดใช้สารเคมี	การงดใช้สารเคมี สิ่ง ผลไม้ใน ต้น ทั้งบนบกและในน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ได้ ผลผลิตทางการเกษตรและสัตว์ในน้ำ อากาศที่บริสุทธิ์
4	เพิ่มปริมาณน้ำใน ต้น	ช่วยเพิ่มปริมาณความอุดมสมบูรณ์ ให้ดินมีความชุ่มชื้นที่เพียงพอ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโต

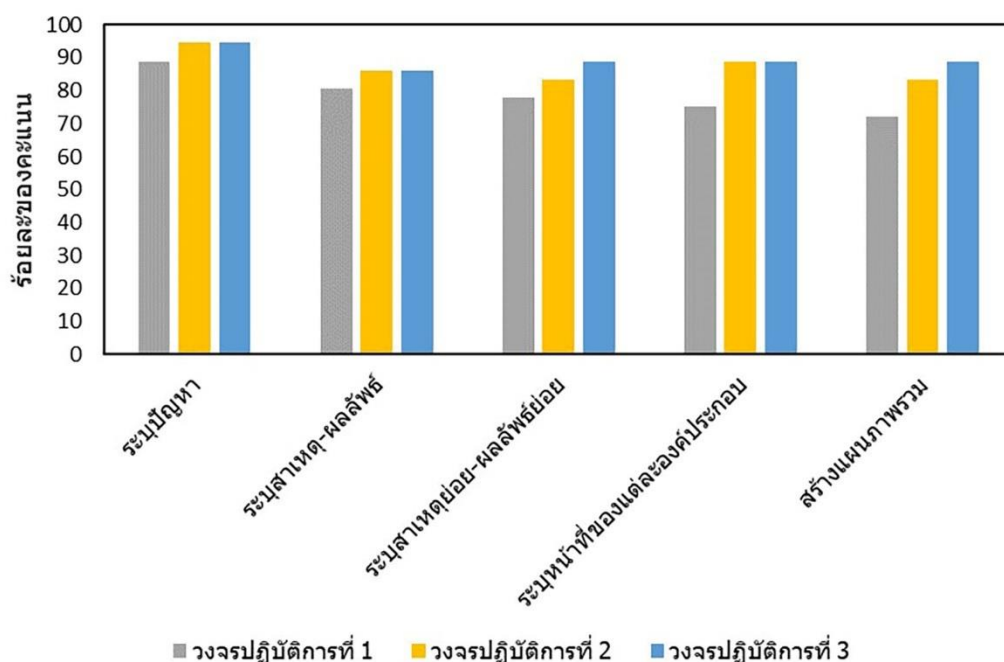
ภาพ 22 แสดงการเสนอแนวแก้ไขปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 5

5. ให้นักเรียนตอบคำถามของสถานการณ์

- การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อนซึ่งมีผลทำให้ฝนตกหนักบงพื้นที่ บางบริเวณอื่นแห้งแล้ง
- ไม่ได้เกิดจากมนุษย์เพียงอย่างเดียว อาจมีจากธรรมชาติส่งผลร่วมด้วย
- ถูกต้อง แต่ไม่ได้แก้ปัญหที่ต้นตอทำให้ปัญหายังคงเกิดซ้ำต่อไป

ภาพ 23 แสดงการตอบข้อสรุปสุดท้ายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแผนภาพของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เพื่อแสดงมโนทัศน์ โดยใช้คำกำกับและใช้ลูกสอนลากเส้นแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ได้เหมาะสม ถูกต้อง



ภาพ 24 แสดงการเปรียบเทียบการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพ 24 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่ละวงจรปฏิบัติการมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกตัวบ่งชี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบได้

2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มาวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

ตาราง 14 แสดงคะแนนแบบทดสอบเฉลี่ยของนักเรียนตามตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบระหว่าง การจัดการเรียนรู้	
	\bar{x}	SD
1. ระบุและพิจารณาปัญหา	2.72	0.46
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์	2.72	0.33
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย	2.69	0.33
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ	2.64	0.41
5. สร้างแผนภาพรวม	2.48	0.47
รวม	13.25	1.43
ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ	ดีมาก	

จากตาราง 14 พบว่า การคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.25
และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.43 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก โดยนักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่
ได้จากการเรียนรู้ในแต่ละวงจรมาใช้ในการวิเคราะห์ แยกแยะและจัดระเบียบข้อมูลแล้วตอบคำถาม
ในแบบทดสอบได้ จากข้อมูลทั้งหมดที่แสดงไปข้างต้นสะท้อนว่านักเรียนมีพัฒนาการคิดอย่างเป็น
ระบบดีขึ้นเป็นลำดับ

ข้อ 3

.....จากเหตุการณ์นี้ เกิดผลกระทบที่ตามมา คือ ระบบนิเวศของพื้นที่ป่าถูกทำลาย ทำให้มีสัตว์ลดจำนวนลง.....
 ได้คิดแล้ว.....ไม่สะดวกนักเกี่ยวกับ การจะหาได้ใจที่รับเอาความเกินกว่านี้ และต้องอดทนกับฝูงคน.....
จนมาถึงขั้นที่..... วิเคราะห์ให้..... ก็สังเกตเห็นว่า..... ที่..... อยู่.....
จุด.....
ที่.....

ข้อ 5

ภาพ 25 แสดงตอบแบบทดสอบการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน ซึ่งแสดงความเข้าใจความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

นอกจากนี้ จากภาพ 25 การใช้แบบทดสอบที่มีรูปแบบปัญหาเป็นฐานยังสามารถตรวจสอบความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนได้บ้าง เนื่องจากทิศทางการเชื่อมโยงของเหตุและผลไม่ถูกต้อง เช่น สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เมื่อแบบทดสอบเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนอธิบายและสร้างแผนภาพซึ่งเป็นตรวจสอบซ้ำทำให้ผู้วิจัยพิจารณาว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายและสรุปผลงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. สรุปผล

1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

2. อภิปรายผล

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผล

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยขอแนะนำสรุปผลงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ เนื่องจากจะทำให้สมาชิกในกลุ่มทำงานร่วมกัน มีแบ่งหน้าที่กันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มตามความถนัดและความต้องการของแต่ละบุคคล โดยไม่จำเป็นต้องเจาะจงเป็นหน้าที่จะทำให้นักเรียนทำงานอย่างสมัครใจ

พร้อมทั้งช่วยเหลือกันในระหว่างการทำงาน โดยครูเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียดกิจกรรมที่จะดำเนินการในชั้นเรียนให้นักเรียนเข้าใจ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา โดยครูเกริ่นนำและเน้นปัญหาที่มาจากกิจกรรมมนุษย์ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปัจจุบัน เมื่อครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่จัดเตรียมไว้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยและได้พิจารณาสถานการณ์ให้เชื่อมโยงเนื้อหาความรู้แล้วให้นักเรียนอธิบายคำศัพท์ที่พบในสถานการณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหา เช่น ก๊าซเรือนกระจกผลกระทบต่ออุณหภูมิโลก และส่งผลไปถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ เป็นต้น ตามความเข้าใจเบื้องต้นของนักเรียน โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้เดิมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการจัดระเบียบข้อมูลที่มีเบื้องต้นเพื่อตอบคำถาม

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง ครูให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหา สาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งครูใช้เวลาในสังเกตความคิดเห็นที่หลากหลายของนักเรียน ครูชี้ให้นักเรียนเห็นถึงจุดร่วมกันของแต่ละสถานการณ์โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น เสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบริบทของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างสอดคล้องเหมาะสม แล้วให้นักเรียนร่วมกันระดมสมองและจัดระบบระเบียบข้อมูลที่ได้มาอีกครั้ง พร้อมทั้งสรุปร่วมกันในการกำหนดแนวทางสืบค้นเพื่อหาคำตอบเพิ่มเติม

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ครูได้แนะนำแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อให้เป็นแนวทางในการสืบค้นให้นักเรียน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้แบ่งหน้าที่และนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันซึ่งจะเป็นการศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ที่หลากหลายและเปิดโอกาสให้นักเรียนไตร่ตรองว่าความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพื่อมาตอบปัญหาหรือข้อสงสัยของนักเรียนมีความเหมาะสม ดังนั้น ครูเน้นย้ำถึงจุดประสงค์ของกิจกรรม ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม รวมถึงสังเกตการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่แต่ละกลุ่มได้สรุปผลการศึกษาร่วมกัน แล้วสังเคราะห์ออกมาเป็นผลงานของกลุ่มตนเอง ซึ่งในการสร้างแผนภาพนักเรียนบางส่วนใช้การสร้างแบบอย่างง่ายมีระบุเป็นหัวข้อใหญ่และเขียนบรรยายภายในหัวข้อ ครูจึงแนะนำให้นักเรียนสร้างและใช้กลุ่มคำเพื่อเป็นตัวแทนมโนทัศน์ของนักเรียนและชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการสร้างแผนภาพว่าจะช่วยให้นักเรียนได้พิจารณาถึงองค์ประกอบย่อยทั้งสาเหตุและผลลัพธ์ และนำวิธีแก้ปัญหาไปใช้ได้ตรงจุด

ขั้นที่ 5 รายงานผลงาน ครูให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบอย่างสรุปโดยนำเนื้อหาความรู้ประจำบทเรียนที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผล และครูให้นักเรียนได้นำเสนอภาพรวมของสถานการณ์ของกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม ก่อนที่ครูและนักเรียนจะสรุป

แนวคิดและยกตัวอย่างทั้งชั้นเรียน สุดท้าย นักเรียนสามารถแก้ไขผลงานหรือซักถามเพิ่มเติมก่อนส่งใบกิจกรรม

1.2 ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ได้ในระดับดีมากเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการประเมินใบกิจกรรมการคิดอย่างเป็นระบบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีชั้นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นเป็นตอน ใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ จำแนก แยกแยะองค์ประกอบของปัญหาอย่างเป็นระบบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง เผชิญหน้ากับปัญหาหรือความขัดแย้ง และนักเรียนให้ได้ฝึกฝนการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจ การแก้ไขปัญหาและการดำรงชีวิตในประจำวันซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นตลอดชีวิตของนักเรียน

2. อภิปรายผล

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลงานวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบวิจัยการปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิด Kemmis (1988 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2557, น. 23) มี 3 วงจร 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นวางแผน 2) ขั้นปฏิบัติ 3) ขั้นสังเกต และ 4) ขั้นสะท้อนผล มีกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 32 คน โดยใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ได้แก่ 1) ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 2) เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ และ 3) ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย และจุดที่ควรพัฒนาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและนำไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาการจัดเรียนรู้ ซึ่งสามารถอภิปรายผลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม ในขั้นนี้ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แบ่งหน้าที่กันตามความสมัครใจ เพื่อให้นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นและสิ่งที่ตนถนัดอย่างเต็มที่ เท่าเทียม พร้อมทั้งช่วยเหลือกันในระหว่างการทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ นราลักษณ์ ผ่องปัญญา (2561, น. 270) ที่กล่าวว่า การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สร้างความสนใจในการการเรียนรู้ ร่วมกันคิดร่วมกันทำและร่วมกันแก้ปัญหา และยังมีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนและมีการใช้เหตุและผล โดยเริ่มต้นกิจกรรมครูเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียดกิจกรรมที่จะดำเนินการในชั้นเรียนให้นักเรียนเข้าใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์ (2561, น. 159) ที่ได้กล่าวว่า ครูมีบทบาทในการจัดลำดับกิจกรรมให้ชัดเจนและคอยช่วยเหลือนักเรียน เน้นย้ำถึงจุดประสงค์และชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา โดยครูเป็นผู้เกริ่นนำถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และเมื่อครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเผาที่ทำการเกษตร สภาพอากาศที่แปรปรวน ระบบนิเวศที่ได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิยม กิมานุวัฒน์ (2559, น.136) ที่ได้กล่าวว่า การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ครูจะต้องจัดเตรียมประสบการณ์การแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ และครูตั้งคำถามในแต่ละสถานการณ์เพื่อที่จะสอดคล้องกับบทเรียนในชั่วโมง ซึ่งการตั้งคำถามจะช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยและพิจารณาสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุและพิจารณาปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ เจษฎายุทธ ไกรกลาง (2560, น. 74) ที่ได้กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีหลักการสอนที่เน้นการกำหนดปัญหา ทำความเข้าใจและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะใช้ความรู้เดิมที่มีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง เป็นขั้นที่ครูให้แต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองอภิปรายประเด็นปัญหาสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ยกตัวอย่าง เรื่อง ขยะอาหาร นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ถึงสาเหตุที่เกิดจากอุปทานที่มากกว่าอุปสงค์ทำให้ทั้งภาคการผลิตและครัวเรือนสร้างขยะอาหารจำนวนมากซึ่งขยะเหล่านี้จะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จากนั้น นักเรียนจะได้ค้นคว้าหาแนวทางที่จะช่วยลดขยะอาหารเหล่านี้ได้ และในระหว่างการทำเนิกรณกรรมนักเรียนจะมีโอกาสเจอข้อขัดแย้ง/ข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวเนื่องกับขยะอาหารในด้านต่างๆ เช่น ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยวงแก้ว สีพาชา (2562, น. 106) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลาเป็นการเน้นให้นักเรียนระบุและพิจารณาปัญหาและสาเหตุของปัญหาซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการ

นำเสนอปัญหา วิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาด้วยตนเองและนำไปสู่การเสนอแนวทางหรือเทคนิคในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งครูจะสามารถสังเกตความคิดเห็นที่หลากหลาย ครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาโดยสังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน จากนั้นครูชี้ให้นักเรียนเห็นถึงจุดร่วมกันของแต่ละสถานการณ์ปัญหา รวมถึงการชี้แนะให้นักเรียนเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบริบทของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างสอดคล้องเหมาะสม ดังนั้น ครูควรเน้นย้ำนักเรียนถึงจุดประสงค์ของการเรียนรู้ที่กำหนดในชั่วโมงกิจกรรม และให้นักเรียนร่วมกันระดมสมองและจัดระบบระเบียบข้อมูลที่ได้มาอีกครั้ง พร้อมทั้งสรุปร่วมกันวางแผนกำหนดแนวทางสืบค้นเพื่อหาคำตอบเพิ่มเติม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jansson et al. (2015) ที่กล่าวว่า การระดมสมองจะช่วยให้นักเรียนร่างแนวคิดเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างคำอธิบายปัญหาและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแนวทางในการกำหนดแหล่งเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล โดยครูเป็นผู้แนะนำแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อเป็นแนวทางในการสืบค้นให้แก่ นักเรียน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้แบ่งหน้าที่และนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนร่วมกันซึ่งจะเป็นการศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ที่หลากหลายและเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้เหตุและผลไตร่ตรองว่าความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพื่อมาตอบปัญหาหรือตอบข้อสงสัยของนักเรียนให้เหมาะสม และแต่ละกลุ่มได้สรุปผลการศึกษาร่วมกัน และสังเคราะห์ออกมาเป็นผลงานกลุ่มของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของบุษรินทร์ จิตเส็ง (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถรวบรวมข้อมูล สามารถจำแนกแยกแยะข้อเท็จจริงของข้อมูล เลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสมกับบริบทของสถานการณ์ ภายใต้การแนะนำของครูซึ่งเป็นผู้จัดเตรียมและอำนวยความสะดวกในกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับกับวิชาความรู้หลายแขนง นักเรียนจึงมีโอกาสในการค้นคว้าข้อมูลที่หลากหลาย ครูจึงจำเป็นต้องมีขอบเขตของการเรียนรู้ที่ชัดเจน และเน้นย้ำถึงจุดหลักของกิจกรรม โดยครูได้ตั้งคำถามท้ายสุดเพื่อให้นักเรียนได้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้ตรงประเด็นที่สุด

ขั้นที่ 5 รายงานผลงาน เป็นขั้นที่ครูให้แต่ละกลุ่มนำผลงานของกลุ่มมานำเสนอผ่านแผนภาพสรุปและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์โดยใช้องค์ความรู้ทั้งหมดมาสร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เพื่ออธิบายปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อสรุปของคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของนัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2558, น. 74) ที่ได้กล่าวว่า ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริง ซึ่งในการสรุปคำตอบนักเรียนจะต้องใช้เหตุและผลในการพิจารณาข้อมูล ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการคิด การเชื่อมโยงความรู้จากทั้งประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ เกิด

องค์ความรู้ใหม่และนำไปใช้อธิบายปัญหาบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง หลังจากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับบทเรียนและสิ่งที่ได้เรียนรู้ที่ผ่านมาในช่วง

2.2 ผลการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

จากการวิเคราะห์ผลการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน พบว่า วงจรปฏิบัติในชั้นเรียนวงจรที่ 2 และ 3 คะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายอยู่ในระดับดีมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติในชั้นเรียนวงจรที่ 1 ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนแต่ละตัวบ่งชี้จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบที่ดีขึ้น โดยเฉพาะตัวบ่งชี้ที่ 5 การสร้างแผนภาพเพื่อแสดงการอธิบายปัญหาได้อย่างเป็นระบบที่มีคะแนนสูงขึ้นในแต่ละวงจร นักเรียนสามารถมองภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาสำคัญได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิยม กิมานุวัฒน์ (2559, น.136) ที่ได้กล่าวว่า สถานการณ์จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิด เกิดความอยากรู้อยากเห็น และเกิดการนำแนวคิดดังกล่าวไปตั้งประเด็นเพื่อนำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบ จากนั้นนักเรียนสามารถพิจารณา วิเคราะห์ จำแนก แยกแยะองค์ประกอบของปัญหาโดยแบ่งหลักๆ ออกเป็นสาเหตุและผลลัพธ์ พร้อมทั้งจัดลำดับการคิดเพื่อที่จะสามารถระบุสาเหตุแยกย่อยและผลลัพธ์แยกย่อยได้อย่างชัดเจนสามารถสอดคล้องกับสาเหตุหลักและผลลัพธ์หลัก สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงษ์ธลักษณ์ สิบแก้ว (2561, น. 82-83) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้ศึกษาหัวข้อที่ได้รับมอบหมายอย่างลึกซึ้ง นักเรียนจะเกิดกระบวนการคิดเพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์ วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ อีกทั้งในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนต้องตั้งคำถาม ศึกษาและเรียนรู้ตนเอง นักเรียนจะต้องวางแผนในการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเพื่อใช้ในการตอบคำถามและอธิบายอย่างมีรายละเอียดอย่างการระบุบทบาทหรือหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนและเหมาะสมหรือตอบโจทย์ของปัญหาได้ วิเคราะห์ข้อมูลที่มาจากหลากหลายแหล่งและเลือกคำตอบที่ดีที่สุดมาใช้ จนนำไปสู่การเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nagarajan & Overton (2019) ที่ได้กล่าวว่า การศึกษาค้นคว้าที่เน้นปัญหาเป็นฐาน จะช่วยให้นักเรียนได้เผชิญกับความท้าทายที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความจริงซึ่งต้องความรู้จากองค์ความรู้หลายสาขาวิชา จากนั้นนักเรียนสามารถสังเคราะห์แผนภาพโครงสร้างและกระบวนการภายในที่แสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน สื่อสารได้ชัดเจน อ่านง่าย และครอบคลุมกับเนื้อหาการเรียนรู้ แสดงถึงความเข้าใจและมองเห็นภาพรวม

ทั้งหมดของระบบที่ซับซ้อนและการประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ในโลกแห่งความจริง รวมถึงนักเรียนสามารถเสนอแนวทางแก้ไขได้เหมาะสมสอดคล้องกับแต่ละส่วนย่อยที่ปรากฏในระบบสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนาธิป โทตรภวานนท์ (2562) ที่ได้กล่าวว่าการนำเอาสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ของบทเรียนกับเหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดและส่งเสริมกระบวนการคิดที่เป็นระบบของนักเรียน

3. ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

3.1.1 สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูควรคำนึงถึงบริบทของห้องเรียนที่จะดำเนินกิจกรรม ดังนั้น ครูควรชี้แจงรายละเอียดแต่ละขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมแก่นักเรียนให้ชัดเจน

3.1.2 ครูอาจทำการวัดประเมินความสามารถของนักเรียนก่อน-หลัง เพื่อประกอบและสนับสนุนการอภิปรายผลการพัฒนาด้านต่างๆ ของนักเรียน

3.1.3 การสร้างสถานการณ์ปัญหา ครูควรใช้สถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตนักเรียน และนำเสนอสถานการณ์ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน และครูควรใช้คำถามเพื่อเป็นแนวทางหรือกรอบให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเนื้อหาของบทเรียนนั้นๆ ได้ตรงประเด็นและตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.1.4 ครูควรมีข้อคำถามให้นักเรียนได้สรุปการเรียนรู้ที่ได้เรียนมา เพื่อที่ครูจะสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

3.1.5 ครูควรเตรียมตัวสำหรับการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เนื่องจากเนื้อหาของรายวิชาควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้วิชาความรู้ที่หลากหลายแขนงทั้งที่อยู่ในหมวดวิชาวิทยาศาสตร์หรือหมวดอื่น เช่น สังคมศึกษา เป็นต้น

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยขั้นต่อไป

3.2.1 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และใช้สำรวจความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ควรมีการพัฒนาเครื่องมือหรือกิจกรรมเพื่อให้สามารถวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

3.2.2 ควรพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดหรือความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน และรูโหว่ของโอโซน เป็นต้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์, สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, และจินตนา กล่ำเทศ. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพรู. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11(2), 179-192.
- กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ. กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยด้านทักษะการคิด. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- เกรียงไกร พลเสนธิ. (2559). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบการเรียนรู้มีส่วนร่วมในรายวิชาการเตรียมการก่อนการผลิต เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา, 6(11), 9-17.
- เจษฎายุทธ ไกรกลาง. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ชนิการ์ ผันผ่อน. (2562). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ชนาธิป โหตรภวานนท์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และวันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ. (2560). การศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต. นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม, พิษณุโลก.
- ชนาธิป โหตรภวานนท์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และวันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ. (2562). การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21(2), 64-79.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนพับลิชชิง.

- นราลักษณ์ ผ่องปัญญา และยศวีร์ สายฟ้า. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 13(2), 264-274.
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, และเสาวลักษณ์ โรมมา. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 26(3), 66-76.
- นิยม กิมานุวัฒน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: สุวีริสาส์น.
- บุษรินทร์ จิตเส็ง, จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, และนวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยสตูล จังหวัดสตูล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 11(2), 142-154.
- ประจักษ์ ปฏิทัศน์. (2559). *การคิดอย่างเป็นระบบและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์ จำกัด.
- ประหยัด คำน้อย. (2561). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พงษ์ธลัักษณ์ สิบแก้ว. (2561). *การพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ MACRO*. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.
- พชรมนต์ ทมวดนุ้ม. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบเพื่อเชื่อมโยงการเขียน โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 6(12), 182-194.
- เฟื่องลัดดา จิตจักร, อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, และอรอุมา เจริญสุข. (2558). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. การประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6.
- ภัทรพร เกษสังข์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มกราพันธ์ จุฑะรสก. (2556). *การคิดอย่างเป็นระบบ: การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน*. นนทบุรี: บริษัท ธนาเพรส จำกัด.
- ยวงแก้ว สีพาชา. (2562). *การพัฒนาความสามารถการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังก้างปลาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- รัตนสุตา ชลธาดุ. (2558). การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวทางการแก้ไขปัญหา. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 18, 416-431.
- ศศิมา สุขสว่าง. (2561). Thinking skill. สืบค้นจาก <https://www.sasimasuk.com/16813471/A-system-thinking>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *สภาวะการศึกษาไทยปี 2559/2560 แนวทางการปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อก้าวสู่ยุค Thailand 4.0*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). *คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุพิชรา ดิษฐบรรจง (ผู้บรรยาย). (2562). *การปรับตัวของภาคการศึกษาเพื่อตอบรับกับนโยบายและกลยุทธ์การพัฒนาเยาวชนตามกรอบนโยบายความเป็นผู้ประกอบการ UNCTAD*. การปรับตัวของภาคการศึกษาเพื่อตอบรับกับนโยบายและกลยุทธ์การพัฒนาเยาวชนตามกรอบนโยบายความเป็นผู้ประกอบการ UNCTAD, นครพนม.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2557). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 17)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวลักษณ์ สุวรรณรงค์, อัครพงศ์ สุขมาตย์, และไพฑูรย์ พิมพ์ดี. (2558). การพัฒนาชุดการสอนเพื่อเสริมสร้างการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี). *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 14(3), 77-84.
- อัญชลี ชยานูวัตร. (2554). *การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. นครศรีธรรมราช: งานนวัตกรรมการเรียนรู้ ส่วนส่งเสริมวิชาการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

- Adcock, R., Wells, B. H., Jackson, S., Singer, J., & Hybertson, D. W. (2019). *Introduction to System Fundamentals*. Retrieved from https://www.sebokwiki.org/wiki/Introduction_to_Systems_Engineering_Fundamentals
- Ahamad, S. N. S. H., Li, H.-C., Shahrill, M., & Prahmana, R. C. I. (2017). Implementation of problem-based learning in geometry lessons. *Journal of Physics: Conference Series*, 943. doi:10.1088/1742-6596/943/1/012008
- Aidoo, B., Boateng, S. K., Kissi, P. S., & Ofori, I. (2016). Effect of Problem-Based Learning on Students' Achievement in Chemistry. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 103-108.
- Allen, W. Systems thinking. Retrieved from <https://learningforsustainability.net/system-thinking/>
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A Definition of Systems Thinking: A Systems Approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669-678. doi:10.1016/j.procs.2015.03.050
- Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context context of Earth System education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560. doi:10.1002/tea.20061
- Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2010). Four Case Studies, Six Years Later: Developing System Thinking Skills in Junior High School and Sustaining Them over Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1253 - 1280. doi:10.1002/tea.20383
- Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540-563. doi:10.1002/tea.20351
- Avison, D., Lau, F., Myers, M., & Nielsen, P. (1999). Action Research. *Commun. ACM*, 42, 94-97. doi:10.1145/291469.291479
- Cabrera, D., Cabrera, L., & Powers, E. (2015). A Unifying Theory of Systems Thinking with Psychosocial Applications. *Systems Research and Behavioral Science*, 32(5), 534-545. doi:10.1002/sres.2351
- Celika, P., Onderb, F., & Silay, I. (2011). The effects of problem-based learning on the students' success in physics course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 28, 656-560. doi:10.1016/j.sbspro.2011.11.124

- Chiu, M.-H., Mamlok-Naman, R., & Apotheker, J. (2019). Identifying Systems Thinking Components in the School Science Curricular Standards of Four Countries. *Journal of Chemical Education*, *96*(12), 2814-2824. doi:10.1021/acs.jchemed.9b00298
- Constable, D. J. C., Jiménez-González, C., & Matlin, S. A. (2019). Navigating Complexity Using Systems Thinking in Chemistry, with Implications for Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, *96*(12), 2689-2699. doi:10.1021/acs.jchemed.9b00368
- Etherington, M. (2011). Investigative Primary Science: A Problem-based Learning Approach. *Australian Journal of Teacher Education*, *36*. doi:10.14221/ajte.2011v36n9.2
- Fernyhough, C. (2010). What Do We Mean by "Thinking?". Retrieved from <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/the-voices-within/201008/what-do-we-mean-thinking>
- Ferrance, E. (2000). *Action Research*. Brown University: The Education Alliance at Brown University Collection.
- Jansson, S., Söderström, H., Andersson, P. L., & Nording, M. L. (2015). Implementation of Problem-Based Learning in Environmental Chemistry. *Journal of Chemical Education*, *92*(12), 2080-2086. doi:10.1021/ed500970y
- Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content. *Journal of Physics: Conference Series*, *1013*, 012046. doi:10.1088/1742-6596/1013/1/012046
- Mukhoyaroh, Q., Diana, S., & Amprasto, A. (2018). *High school student prior-knowledge in system thinking on the concept of plant classification system*.
- Nagarajan, S., & Overton, T. (2019). Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, *96*(12), 2901-2909. doi:10.1021/acs.jchemed.9b00358
- Orgill, M., York, S., & MacKellar, J. (2019). Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. *Journal of Chemical Education*, *96*(12), 2720-2729. doi:10.1021/acs.jchemed.9b00169

- Press, O. U. (Ed.) (2021) Oxford Advanced Learner's Dictionary. Retrieved from <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com>
- Raghavan, P. (2014). What Exactly are Thoughts or what is Thinking? Retrieved from <https://www.linkedin.com/pulse/20141027185944-17789327-what-exactly-are-thoughts-or-what-is-thinking>
- Ritchie, T. A. (2017). *Developing and measuring systems thinking skills in students and teachers*. (DOCTOR OF PHILOSOPHY). University of Florida, University of Florida. Retrieved from <https://ufdc.ufl.edu/UFE0051372/00001>
- Rouse, M. (2020). Systems thinking. Retrieved from <https://searchcio.techtarget.com/definition/systems-thinking>
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1, 9-20.
- Simamora, R. E., Sidabutar, D. R., & Surya, E. (2017). Improving Learning Activity and Student Problem Solving Skill through Problem Based Learning (PBL) in Junior High School. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 33, 321-331.
- Squires, A., Wade, J. P., Dominick, P., & Gelosh, D. S. (2011). *Building a Competency Taxonomy to Guide Experience Acceleration of Lead Program Systems Engineers*.
- Svihla, V., & Linn, M. C. (2012). A Design-based Approach to Fostering Understanding of Global Climate Change. *International Journal of Science Education*, 34(5), 651-676. doi:10.1080/09500693.2011.597453
- Tolppanen, S., & Aksela, M. (2018). Identifying and addressing students' questions on climate change. *The Journal of Environmental Education*, 49(5), 375-389. doi:10.1080/00958964.2017.1417816



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตिया บงกชเพชร อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉันทนา พันธุ์เหล็ก อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นางสาวพรวิณี โกศลศิริศักดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
จังหวัดศรีสะเกษ



ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

**แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับประเมิน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้					
การจัดการเรียนรู้					
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
การจัดการเรียนรู้					
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหาที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาพิจารณาและระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงการระบุสาเหตุ ผลลัพธ์ ระบุสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่ม เบื้องต้น					
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ระดมสมอง มีความเหมาะสมในการพัฒนาการจัดระเบียบระบบ และสร้างระบบ และพัฒนาการระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย และระบุบทบาท/หน้าที่แต่ละองค์ประกอบ					
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูล มีความเหมาะสมในการพัฒนาการระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ และสร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน เพื่ออธิบายกระบวนการทั้งหมด					
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 5 รายงานผล					
10. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม					
11. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับขั้นตอนในแต่ละชั้นมีความเหมาะสมของเวลาที่ใช้					
12. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
การจัดการเรียนรู้					
13. สถานการณ์ปัญหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความเหมาะสมกับการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ					
14. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
15. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
16. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ					
17. เครื่องมือวัดและประเมินผลสามารถวัดได้จริง					
สื่อการเรียนรู้					
18. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน					
19. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
 (.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปล ผล
	1	2	3			
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์	3	5	5	4.33	1.15	มาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับ ผลการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการ เรียนรู้	3	5	5	4.33	1.15	มาก
การจัดการเรียนรู้						
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม	5	5	5	5.00	0.00	มาก ที่สุด
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหาที่มีความ เหมาะสมในการพัฒนาพิจารณาและ ระบุและพิจารณาปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงการ ระบุสาเหตุ ผลลัพธ์ ระบุสิ่งที่ต้องการรู้ เพิ่ม เบื้องต้น	3	4	5	4.00	1.00	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปล ผล
	1	2	3			
การจัดการเรียนรู้						
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 3 ระดมสมอง มีความเหมาะสม ในการพัฒนาการจัดระเบียบระบบ และสร้างระบบ และพัฒนาการระบุ สาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย และระบุ บทบาท/หน้าที่แต่ละองค์ประกอบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวม ข้อมูล มีความเหมาะสมในการ พัฒนาการระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละ องค์ประกอบ และสร้างโครงสร้าง และกระบวนการภายใน เพื่ออธิบาย กระบวนการทั้งหมด	5	4	5	4.67	0.58	มาก
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 5 รายงานผล	5	4	5	4.67	0.58	มาก
10. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับ ขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มาก
11. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับ ขั้นตอนในแต่ละขั้นมีความเหมาะสม ของเวลาที่ใช้	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปล ผล
	1	2	3			
การจัดการเรียนรู้						
12. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เหมาะสมกับ เป้าหมายที่ต้องการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
13. สถานการณ์ปัญหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลจากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความเหมาะสมกับการ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
การวัดและประเมินผล						
14. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
15. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความครอบคลุม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
16. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการคิด อย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
17. เครื่องมือวัดและประเมินผลสามารถวัดได้จริง	4	4	5	4.33	0.58	มาก
สื่อการเรียนรู้						
18. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
19. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

สรุปผลการพิจารณาการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ก๊าซเรือนกระจกส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับ ผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการ เรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้						
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหาที่มีความ เหมาะสมในการพัฒนาพิจารณาและ ระบุและพิจารณาปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงการ ระบุสาเหตุ ผลลัพธ์ ระบุสิ่งที่ต้องการรู้ เพิ่ม เบื้องต้น	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปล ผล
	1	2	3			
การจัดการเรียนรู้						
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ระดมสมอง มีความเหมาะสมในการพัฒนาการจัดระเบียบระบบ และสร้างระบบ และพัฒนาการระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย และระบุบทบาท/หน้าที่แต่ละองค์ประกอบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูล มีความเหมาะสมในการพัฒนาการระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ และสร้างโครงสร้างและกระบวนการภายใน เพื่ออธิบายกระบวนการทั้งหมด	4	4	5	4.33	0.58	มาก
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 5 รายงานผล	4	4	5	4.33	0.58	มาก
10. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับขั้นตอนในแต่ละขั้นมีความเหมาะสมของเวลาที่ใช้	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปล ผล
	1	2	3			
การจัดการเรียนรู้						
12. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เหมาะสมกับ เป้าหมายที่ต้องการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
13. สถานการณ์ปัญหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลจากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความเหมาะสมกับการ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
การวัดและประเมินผล						
14. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มาก ที่สุด
15. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความครอบคลุม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มาก ที่สุด
16. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการคิด อย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
17. เครื่องมือวัดและประเมินผลสามารถวัดได้จริง	4	4	5	4.33	0.58	มาก
สื่อการเรียนรู้						
18. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
19. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

สรุปผลการพิจารณาการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์รุนแรงของสภาพอากาศ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับ ผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการ เรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
การจัดการเรียนรู้						
5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหาที่มีความ เหมาะสมในการพัฒนาพิจารณาและ ระบุและพิจารณาปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงการ ระบุสาเหตุ ผลลัพธ์ ระบุสิ่งที่ต้องการรู้ เพิ่ม เบื้องต้น	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
การจัดการเรียนรู้						
7. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 3 ระดมสมอง มีความเหมาะสม ในการพัฒนาการจัดระเบียบระบบ และสร้างระบบ และพัฒนาการระบุ สาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย และระบุ บทบาท/หน้าที่แต่ละองค์ประกอบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวม ข้อมูล มีความเหมาะสมในการ พัฒนาการระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละ องค์ประกอบ และสร้างโครงสร้าง และกระบวนการภายใน เพื่ออธิบาย กระบวนการทั้งหมด	5	4	5	4.67	0.58	มาก ที่สุด
9. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ใน ชั้นที่ 5 รายงานผล	5	4	5	4.67	0.58	มาก ที่สุด
10. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับ ขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มาก ที่สุด
11. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเรียงลำดับ ขั้นตอนในแต่ละชั้นมีความเหมาะสม ของเวลาที่ใช้	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
การจัดการเรียนรู้						
12. การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เหมาะสมกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
13. สถานการณ์ปัญหาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความเหมาะสมกับการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
การวัดและประเมินผล						
14. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
15. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
16. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
17. เครื่องมือวัดและประเมินผลสามารถวัดได้จริง	4	4	5	4.33	0.58	มาก
สื่อการเรียนรู้						
18. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
19. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

สรุปผลการพิจารณาการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ได้

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับ
แบบทดสอบวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับแบบทดสอบวัด
ประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบของ
นักเรียนหรือไม่ โดยพิจารณาจากตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ ดังนี้

การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง วิธีการคิดที่นักเรียนสามารถมองภาพรวมของสถานการณ์
ปัญหา จากนั้นแยกองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นสาเหตุและผลลัพธ์ พร้อมทั้งระบุองค์ประกอบ
ของผลลัพธ์และสาเหตุของปัญหา รวมถึงระบุแนวทางแก้ไขปัญหา และระบุบทบาทหรือหน้าที่ของแต่ละ
องค์ประกอบ จากนั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกัน
และกัน เพื่อสร้างแผนภาพแสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมด โดยมี 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. ระบุและพิจารณาปัญหา หมายถึง ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ หมายถึง ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับ
สถานการณ์ปัญหา
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย หมายถึง ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย
(องค์ประกอบย่อยของสาเหตุและผลลัพธ์) ได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้
สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ชัดเจน
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ หมายถึง ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละ
องค์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนและเหมาะสม
5. สร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา หมายถึง โครงสร้างและกระบวนการภายใน มี
การลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข
ครบถ้วน อย่างมีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย

ระดับของการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของรายการพฤติกรรมแต่ละข้อมีดังต่อไปนี้

คะแนน + 1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบประเมินสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบ

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบประเมินสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบ

คะแนน - 1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบประเมินสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบ

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ ใช้สำหรับ ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของแบบประเมิน การคิดอย่างเป็นระบบ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ หมู่บ้านของทอง					
1	จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ประเด็นปัญหาคืออะไร (วัดการระบุและพิจารณาปัญหา)				
2	ให้นักเรียนระบุว่าเหตุปัจจัยที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ (วัดการระบุสาเหตุ องค์ประกอบของสาเหตุ และบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ)				
3	จงทำนายความเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้เกี่ยวกับภูมิอากาศในอนาคต (วัดการระบุผลลัพธ์ และองค์ประกอบของผลลัพธ์ และบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ)				

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
สถานการณ์ หมู่บ้านของทอง					
4	จงเสนอแนวทางการเตรียมรับมือการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (วัดการระบุสาเหตุและผลลัพธ์ องค์ประกอบของสาเหตุและผลลัพธ์ และบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ)				
5	จงนำข้อมูลจากข้อ 1-4 มาสร้างแผนภาพโดยระบุในลักษณะของค่านาม, วลี พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อมกำกับ (เขียนเป็นคำเชื่อม เช่น ประกอบด้วย, ทำให้เกิด, ลด, เพิ่ม, เช่น เป็นต้น) เพื่อบอกรูปแบบ/หน้าที่/ความสัมพันธ์ของแต่ละค่านาม (วัดการสร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา)				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก จ ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับ
แบบทดสอบวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับ
แบบทดสอบวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
สถานการณ์ หมู่บ้านของทอง						
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ประเด็นปัญหาคืออะไร (วัดการระบุและพิจารณาปัญหา)	0	1	1	0.67	0.58	สอดคล้อง
2. ให้นักเรียนระบุว่าเหตุปัจจัยที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ (วัดการระบุสาเหตุองค์ประกอบของสาเหตุและบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ)	1	1	1	1.00	0.00	สอดคล้อง
3. จงทำนายความเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้เกี่ยวกับภูมิอากาศในอนาคต (วัดการระบุผลลัพธ์และองค์ประกอบของผลลัพธ์และบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ)	-1	1	1	0.33	1.15	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
สถานการณ์ หมู่บ้านของทอง						
4. จงเสนอแนวทางการเตรียมรับมือการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (วัดการระบุสาเหตุและผลลัพธ์ องค์ประกอบของสาเหตุและผลลัพธ์ และบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ)	0	1	1	0.67	0.58	สอดคล้อง
5. จงนำข้อมูลจากข้อ 1-4 มาสร้างแผนภาพ โดยระบุในลักษณะของค่านาม, วลี พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อมกำกับ (เขียนเป็นคำเชื่อม เช่น ประกอบด้วย, ทำให้เกิด, ลด, เพิ่ม, เช่น เป็นต้น) เพื่อบอกบทบาท/หน้าที่/ความสัมพันธ์ของแต่ละค่านาม (วัดการสร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา)	0	1	1	0.67	0.58	สอดคล้อง

สรุปผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับแบบทดสอบวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ พบว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องหรือมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) สูงกว่า 0.5 สามารถใช้ได้

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนหรือไม่ โดยพิจารณาจากตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ ดังนี้

การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง วิธีการคิดที่นักเรียนสามารถมองภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา จากนั้นแยกองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นสาเหตุและผลลัพธ์ พร้อมทั้งระบุองค์ประกอบของผลลัพธ์และสาเหตุของปัญหา รวมถึงระบุแนวทางแก้ไขปัญหา และระบุบทบาทหรือหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ จากนั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างแผนภาพแสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมด โดยมี 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. ระบุและพิจารณาปัญหา หมายถึง ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล
2. ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ หมายถึง ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย หมายถึง ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ชัดเจน
4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ หมายถึง ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนและเหมาะสม
5. สร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา หมายถึง โครงสร้างและกระบวนการภายใน มีการลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไขครบถ้วน อย่างมีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย

ระดับของการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม ดี พอใช้ และปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของรายการพฤติกรรมแต่ละข้อมีดังต่อไปนี้

คะแนน + 1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบประเมินสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบ
 คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบประเมินสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบ
 คะแนน - 1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบประเมินสอดคล้องกับการคิดอย่างเป็นระบบ
 แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ ใช้สำหรับ
 ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของแบบ ประเมิน
 การคิดอย่างเป็นระบบ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
ตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ					
1	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล				
2	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา				
3	ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้ สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ชัดเจน				
4	ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนและเหมาะสม				

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
ตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ					
5	โครงสร้างของแผนภาพมีการลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบ ส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ครบถ้วน อย่างมีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
 (.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
		1	2	3			
ตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ							
1	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล	1	1	1	1.00	0.00	สอดคล้อง
2	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา	0	1	1	0.67	0.58	สอดคล้อง
3	ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ชัดเจน	1	1	1	1.00	0.00	สอดคล้อง

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
		1	2	3			
ตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบ							
4	ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบได้ครบถ้วน สมบูรณ์ ชัดเจน และเหมาะสม	1	0	1	0.67	0.58	สอดคล้อง
5	โครงสร้างของแผนภาพมีการลากเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระบบ ส่วนประกอบของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ครบถ้วน อย่างมีความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย	0	1	1	0.67	0.58	สอดคล้อง

สรุปผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบกับแบบทดสอบวัดประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ พบว่า แบบสังเกตตัวบ่งชี้ของการคิดอย่างเป็นระบบมีความสอดคล้องหรือมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) สูงกว่า 0.5 สามารถใช้ได้

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิด
อย่างเป็นระบบ

แบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็น
ระบบ

คำชี้แจง

แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้นี้ใช้สำหรับสะท้อนคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ ความ
สอดคล้องระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ผลของการ
ประเมินจะนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนรู้ ขอให้ผู้ประเมินได้แสดงความ
คิดเห็นสะท้อนในประเด็นต่างๆ อย่างตรงไปตรงมา

1. การเตรียมความพร้อมของครู

.....

.....

2. ด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม นักเรียนจะเริ่มต้นการเรียนรู้โดยการแบ่งกลุ่ม และครูจะชี้แจงการ
เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จุดเด่น

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหาที่แต่ละกลุ่ม
ได้รับมอบหมาย

จุดเด่น

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหา สาเหตุ ผลลัพธ์ที่ได้
แนวทางแก้ไขปัญหา จัดระบบระเบียบข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงใบกิจกรรมและได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและ
เชื่อมโยงกับความเข้าใจของกลุ่ม โดยบันทึกลงใบกิจกรรม

จุดเด่น

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ขั้นที่ 4 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่ไปศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ตนได้รับมอบหมาย จากนั้น สรุปองค์ความรู้ที่ได้มาร่วมกัน สร้างแผนภาพโดยรวมของสถานการณ์ออกมา และนำไปตอบคำถาม

จุดเด่น

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ขั้นที่ 5 รายงานผลงาน นักเรียนสามารถกำหนดคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาได้ และนำเสนอภาพรวมของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ผ่านแผนภาพได้

จุดเด่น

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขอให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับประเมิน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มากที่สุด
- 4 หมายถึง แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม มาก
- 3 หมายถึง แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. คำชี้แจงอธิบายชัดเจน เข้าใจได้					
2. หัวข้อในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุม ครบถ้วน					
3. อธิบายประเด็นในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้					
4. แบบสะท้อนเหมาะสมในการพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้					
5. รูปแบบของแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ มีความเหมาะสมในการสะท้อนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ					

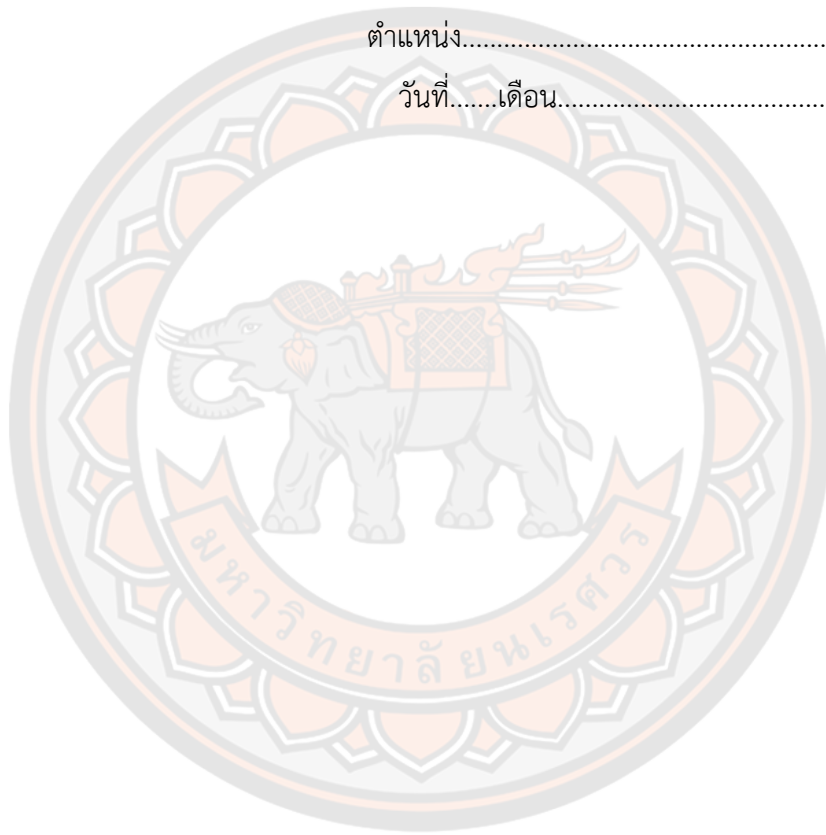
ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ภาคผนวก ฅ ผลการประเมินแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ
พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ
พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	S.D.	แปลผล
	1	2	3			
1. คำชี้แจงอธิบายชัดเจน เข้าใจได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2. หัวข้อในการสะท้อนการจัดการ เรียนรู้ครอบคลุม ครบถ้วน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. อธิบายประเด็นในการสะท้อนการ จัดการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. แบบสะท้อนเหมาะสมในการ พัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. รูปแบบของแบบสะท้อนการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ มี ความเหมาะสมในการสะท้อนการ จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่าง เป็นระบบ	4	4	5	4.33	0.58	มาก

สรุปผลการพิจารณาการประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังกล่าวมีความ
เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้

ภาคผนวก กู แสดงผลคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนภายหลังจากการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 21 แสดงผลคะแนนการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนภายหลังจากการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนคนที่	คะแนน	ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ
1	10	ดี
2	10	ดี
3	13	ดีมาก
4	14	ดีมาก
5	13	ดีมาก
6	12.5	ดีมาก
7	13.5	ดีมาก
8	14	ดีมาก
9	14	ดีมาก
10	15	ดีมาก
11	14	ดีมาก
12	13	ดีมาก
13	13.5	ดีมาก
14	13	ดีมาก
15	13	ดีมาก
16	12	ดีมาก
17	12	ดีมาก
18	15	ดีมาก
19	12.5	ดีมาก

นักเรียนคนที่	คะแนน	ระดับการคิดอย่างเป็นระบบ
20	14	ดีมาก
21	13	ดีมาก
22	12.5	ดีมาก
23	15	ดีมาก
24	12	ดีมาก
25	10	ดี
26	13.5	ดีมาก
27	15	ดีมาก
28	15	ดีมาก
29	13	ดีมาก
30	15	ดีมาก
31	15	ดีมาก
32	14	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	13.25	ดีมาก
S.D.	1.43	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

เพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เวลาเรียน 4 ชั่วโมง

เรื่อง เหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง

ผู้สอน นางสาววรรณละออ ตั้งสุข

1. สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ข้อ 2

เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

2. ผลการเรียนรู้

ม.5/11 วิเคราะห์และอธิบายเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และนำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

3. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของ อุณหภูมิเฉลี่ยโลก การไหลเวียนของน้ำแข็งขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเล มนุษย์อาจมีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้โดยการลดปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลพลังงานที่เกิดจากกระทำของมนุษย์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (K)

4.1.1 ระบุเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

4.2.1 วิเคราะห์เหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้

4.2.2 เสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

4.3.1 ใฝ่เรียนรู้แสวงหาคำตอบในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์

4.3.2 มีวินัย ปฏิบัติงานได้สำเร็จ ตรงต่อเวลา

4.3.3 มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงาน

4.4 ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถ

4.4.1 ระบุสถานการณ์ปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

4.4.2 ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

4.4.3 ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

4.4.4 ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

4.4.5 สร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

5. สารการเรียนรู้

- ปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา

ปรากฏการณ์เอลนีโญ คือ ปรากฏการณ์ที่กระแสน้ำอุ่นถูกพัดจากฝั่งตะวันตกมหาสมุทรได้น้อยลง เนื่องจากลมค้ามีกำลังอ่อน ส่งผลให้ฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรมีฝนตกชุกกว่าปกติ แต่ฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรมีสภาพแห้งแล้ง

ปรากฏการณ์ลานีญา คือ ปรากฏการณ์ที่กระแสน้ำอุ่นถูกพัดจากตะวันออกไปทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรตามปกติ แต่ในปริมาณที่มากขึ้น เนื่องจากลมค้ามีกำลังแรง ส่งผลให้ฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรมีมวลน้ำเย็นไหลเข้ามาแทนที่มวลน้ำอุ่นบริเวณตอนกลางของมหาสมุทร ทำให้เกิด ความหนาวเย็นและแห้งแล้งมากกว่าปกติ ขณะเดียวกันฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรมีฝนตกหนักกว่าปกติ

- เหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง

จากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง อากาศที่ร้อนขึ้น และความชื้นที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ภัยธรรมชาติต่างๆ เกิดบ่อยครั้งและรุนแรง จะทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองบ่อยครั้งขึ้นและไม่เป็นไปตามฤดูกาล โดยภาคใต้ของประเทศซึ่งเคยมีพายุไต้ฝุ่นพัดผ่านจะเกิดพายุมากขึ้น และความรุนแรงของพายุไต้ฝุ่นก็จะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงอัตราเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของแนวโน้มอุทกภัยแบบฉับพลันด้วยเช่นเดียวกัน ส่งผลให้ประชาชนจำนวนมากไร้ที่อยู่อาศัย และก่อให้เกิดความเสียหายกับระบบนิเวศ

6. ขั้นตอนการการเรียนรู้

1. ชั้นแบ่งกลุ่ม

- 1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยละกันตามความสามารถ
- 1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันปฏิบัติงาน และให้สมาชิกแต่ละคนทบทวนบทบาทหน้าที่ของตนให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟังเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน
- 1.3 ครูชี้แจงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นกิจกรรมที่นำสถานการณ์ปัญหา และเน้นการกำหนดสิ่งที่จะเรียนรู้และกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ใหม่เพื่ออธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบ แจกจุดประสงค์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้

2. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- 2.1 ครูกำหนดสถานการณ์ที่ 2 มี 2 สถานการณ์ โดยให้สุ่มจับฉลากตามหมายเลข และแจกใบกิจกรรมที่ 2 และชี้แจงว่าใบกิจกรรมประกอบด้วย ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 และแจกใบสถานการณ์ที่ 2 ดังนี้

หมายเลข 1 หมู่บ้านแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษที่ประสบภัยแล้งซ้ำซากติดต่อกันมา 2-3 ปี ทำให้แหล่งน้ำผลิตประปาแห้งขอด หมู่บ้านบางพื้นที่ไม่มีน้ำอุปโภค-บริโภค และทำนาข้าว หรือทำปศุสัตว์ ต่อมาเจ้าหน้าที่รัฐและชุมชนเริ่มโครงการสร้างฝายชะลอน้ำ ในเดือนมิถุนายนลูกบ้านมีการทำพิธีเสีงทายขอฝน ซึ่งทำนายได้ว่าฝนจะตกช่วงนี้ ลูกบ้านจึงทำการเกษตรตามปกติ แต่สุดท้ายฝนกลับมาช้ากว่าปกติและมีปริมาณน้อยกว่าเกณฑ์ จากเหตุการณ์นี้ผู้นำหมู่บ้านจึงขอความร่วมมือกับลูกบ้าน จัดเวรสูบน้ำ ไล่เศษใบไม้ ฟางข้าว และหญ้าแห้งมาคลุมหน้าดิน อย่างไรก็ตาม หมู่บ้านทำได้เพียงประคองให้มีน้ำอุปโภค-บริโภค ทำให้ผลผลิตเสียหาย สูญเสียรายได้

คำถาม จากสถานการณ์ดังกล่าว เหตุการณ์ที่หมู่บ้านนี้เผชิญอยู่คืออะไร? ภาวะโลกร้อนส่งผลต่อเหตุการณ์นี้หรือไม่ อย่างไร? วิธีรับมือถูกต้องแล้วหรือไม่ ถ้าใช่ เพราะอะไร และถ้าไม่ ควรรับมืออย่างไร? เพราะอะไร?

หมายเลข 2 อารีเป็นนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษสังเกตสภาวะอากาศต้นปีอากาศร้อน และยังมีข่าวเตือนว่าจังหวัดศรีสะเกษจะต้องรับมือเรื่องภัยแล้งว่าจะนานจนถึงกลางปี จากรายงานการการเฝ้าระวังปรากฏการณ์เอลนีโญ/ลานีญาของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ยในบริเวณด้านตะวันตกและตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรเย็นลงต่อเนื่อง โดยมีค่าต่ำกว่าค่าปกติประมาณ (-1.5) - (-1.0) องศาเซลเซียส ส่งผลให้ที่ผ่านมามีจังหวัดศรีสะเกษและจังหวัดใกล้เคียงมีฝนตกหนักติดต่อกันหลายเดือนจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน ประสบทั้งน้ำหลากและน้ำท่วมตามถนน บ้านของอารีอยู่แถวคลอง ในคลองแถวนั้นมีขยะและสิ่งปฏิกูล และช่วงที่

ฝนตกนี้ น้ำจะท่วมทางเข้าหมู่บ้านของอารีเสมอ และถ้าฝนตกหนักติดต่อกันเป็นสัปดาห์ น้ำจะท่วมเข้าถึงประตูบ้านอารี

คำถาม จากสถานการณ์ดังกล่าว เหตุการณ์ที่อารีนี้เผชิญอยู่คืออะไร? ภาวะโลกร้อนส่งผลต่อเหตุการณ์นี้หรือไม่ อย่างไร? หมู่บ้านของอารีควรมีแนวทางรับมือหรือแก้ปัญหาอย่างไร? เพราะอะไร?

2.2 ครูตั้งคำถามว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากสถานการณ์ดังกล่าว เหตุการณ์ที่หมู่บ้านนี้เผชิญอยู่คืออะไร? เกิดขึ้นได้อย่างไร? วิธีรับมือถูกต้องแล้วหรือไม่ ถ้าใช่ เพราะอะไร และถ้าไม่ ควรรับมืออย่างไร? เพราะอะไร? (หมายเลข 1) และ จากสถานการณ์ดังกล่าว เหตุการณ์ที่อารีนี้เผชิญอยู่คืออะไร? เกิดขึ้นได้อย่างไร? หมู่บ้านของอารีควรมีแนวทางรับมือหรือแก้ปัญหาอย่างไร? เพราะอะไร? (หมายเลข 2)

2.3 ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในประเด็นปัญหาโดยใช้คำถาม ดังนี้

- จากสถานการณ์ที่กำหนด ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร (แนวคำตอบ ภัยแล้ง อุทกภัย)
- นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้คืออะไร มีกระบวนการเกิดอย่างไร (สาเหตุมีอะไรบ้าง) (แนวคำตอบ เอลนีโญ (อุณหภูมิของผิวน้ำแปซิฟิกสูงขึ้น กระแสน้ำเปลี่ยนทิศจากตะวันตก) ลานีญา (อุณหภูมิของผิวน้ำแปซิฟิกเย็นลง ทำสภาพอากาศในสภาวะปกติรุนแรงขึ้น) ร่วมกับกิจกรรมมนุษย์ทำให้สภาพอากาศรุนแรงมากยิ่งขึ้น)

- สภาพอากาศจะเป็นอย่างไรเมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น (แนวคำตอบ ความแปรปรวนของสภาพอากาศ ฝนตกหนักผิดปกติในช่วงที่เป็นฤดูร้อน หรือฤดูฝนมีฝนตกหนักจนเกิดอุทกภัย ดินถล่ม เป็นต้น น้ำไม่เพียงพอต่อภาคการเกษตร ผลผลิตเสียหาย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค สูญเสียรายได้ ความมั่นคงทางอาหาร เศรษฐกิจ และขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค)

- สถานการณ์ที่กำหนดเพียงพอในการตอบคำถามหรือไม่ (แนวคำตอบ ตอบตามสถานการณ์ที่ได้รับมอบหมาย ยกตัวอย่าง เอลนีโญ-ลานีญาเกิดได้อย่างไร แนวทางแก้ไขหรือการเตรียมรับมือกับสภาพอากาศที่รุนแรงถูกต้องเหมาะสมแล้วหรือยัง)

3. ชั้นระดมสมอง

3.1 นักเรียนจัดระบบข้อมูล บันทึกและจัดเรียงเป็นหมวดหมู่ตามหัวข้อที่กำหนดให้และระบุบทบาท/หน้าที่/กระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยจัดบันทึกลงในใบกิจกรรม 1 ตอนที่ 2

3.2 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าแต่ละสถานการณ์มีองค์ประกอบอะไรที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (แนวคำตอบ อุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นทำให้สภาพอากาศแปรปรวน และทวีความรุนแรง เป็นต้น)

3.3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา เช่น สาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา ปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญาและการอุณหภูมิลูกโลกเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้น และร่วมกันอภิปรายถึงความรู้ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในแก้ปัญหาตามที่สถานการณ์ที่กำหนดให้ บันทึกในใบกิจกรรมที่ 1

3.4 หลังจากนั้นนักเรียนบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนลงในใบกิจกรรม นำข้อมูลที่ได้ไปจัดระบบ รวมถึงบันทึกข้อสงสัยหรือคำถามที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการสืบค้นต่อไป

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปร่วมกันว่า ประเด็นปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร และวางแผนว่านักเรียนต้องใช้ข้อมูลเพิ่มเติมอะไรบ้างเพื่อนำมาแก้ปัญหาให้สมบูรณ์

4. ขั้นศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

4.1 นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มเพื่อไปค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ได้รับมอบหมาย และศึกษาประเด็นนั้นมีบทบาทอย่างไรกับสถานการณ์

4.2 ครูสังเกตการศึกษาค้นคว้า และการตอบใบกิจกรรมแต่ละกลุ่ม ฟังการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่ม พร้อมให้คำแนะนำหรือตอบข้อสงสัยของนักเรียน

4.3 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อมูลว่าข้อมูลสามารถตอบปัญหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ โดยครูจะคอยแนะนำเพิ่มเติม

4.4 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสรุปผลการศึกษาค้นคว้าที่ได้จากการทำกิจกรรม นักเรียนควรได้ข้อสรุปยกตัวอย่างสถานการณ์หมายเลข 1 ดังนี้

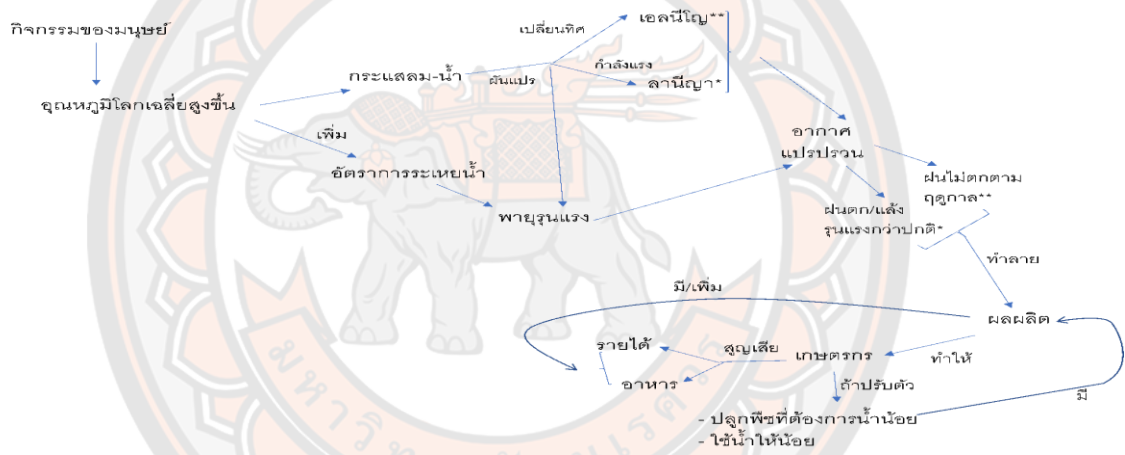
สถานการณ์หมายเลข 1 หมู่บ้านแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษที่ประสบภัยแล้งซ้ำซากติดต่อกันมา 2-3 ปี ทำให้แหล่งน้ำผลิตประปาแห้งขอด พื้นดินแตกระแหง ไม่มีน้ำอุปโภค-บริโภค และทำนาข้าว หรือทำปศุสัตว์ ต่อมาเจ้าหน้าที่รัฐและชุมชนเริ่มโครงการสร้างฝายชะลอน้ำ ในเดือนมิถุนายนลูกบ้านมีการทำพิธีเสี่ยงทายขอฝน ซึ่งทำนายได้ว่าฝนจะตกช่วงนี้ ลูกบ้านจึงทำการเกษตรตามปกติ แต่สุดท้ายฝนกลับทิ้งช่วงนานถึง 2 เดือน จากเหตุการณ์นี้ผู้นำหมู่บ้านจึงขอความร่วมมือกับลูกบ้าน จัดเวรสูบน้ำ ใช้เศษใบไม้ ฟางข้าว และหญ้าแห้งมาคลุมหน้าดิน อย่างไรก็ตาม หมู่บ้านทำได้เพียงประคองให้มีน้ำอุปโภค-บริโภค ข้าวยืนต้นตายเสียหาย สูญเสียรายได้

ประเด็นของสถานการณ์ปัญหา ผลผลิตเสียหาย

สาเหตุของปัญหา เอลนีโญ อุณหภูมิเฉลี่ยโลกเพิ่มสูงขึ้น อากาศแปรปรวน เกษตรกรยังใช้วิธีการรับมือไม่ถูกต้องเหมาะสม

ผลลัพธ์ อากาศแปรปรวน น้ำไม่เพียงพอต่อภาคการเกษตร ผลผลิตเสียหาย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค สูญเสียรายได้ ขาดความมั่นคงทางอาหาร เศรษฐกิจ และขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค

แนวทางแก้ไข รัฐร่วมกับชุมชนสร้างฝายชะลอน้ำ ฝายชะลอความชุ่มชื้น เป็นฝายที่กักเก็บน้ำให้ไหลช้าลง และสามารถซึมลงใต้ผิวดิน เพื่อสร้างความชุ่มชื้นให้แก่พื้นบริเวณนั้น รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น รักษาความชุ่มชื้นในดินโดยใช้ฟางข้าว หญ้าแห้ง หรือใบไม้แห้งมาคลุมหน้าดิน วางแผนการใช้น้ำเข้า-เย็น ปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อย เช่น พืชตระกูลถั่ว กะเพรา คენห่า ข้าวโพด สลัดหมุนเวียนไป หรือเลือกติดตั้งระบบน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่4.5 ครูแจกกระดาษปฐพีให้นักเรียนนำองค์ความรู้มาสังเคราะห์สร้างเป็นแผนภาพอธิบายสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด โดยยกตัวอย่างแผนภาพดังนี้



5. ชิ้นรายงานผลงาน

- 5.1 ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน ตามประเด็นดังนี้ สาเหตุ ผลที่ได้ และข้อเสนอแนะ
- 5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของสถานการณ์ โดยตอบคำถามร่วมกันว่า “เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และการที่อุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมีผลต่อปรากฏการณ์นี้หรือไม่ อย่างไร”

(แนวคำตอบ **สภาวะปกติ** โดยปกติบริเวณเส้นศูนย์สูตร เหนือมหาสมุทรแปซิฟิก ลมสินค้าตะวันออกเฉียง (Easterly trade winds) จะพัดจากประเทศเปรูชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ไปทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก แล้วยกตัวขึ้นบริเวณประเทศอินโดนีเซีย ทำให้มีฝนตกมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และทวีปออสเตรเลียตอนเหนือ กระแสลมสินค้าพัดให้กระแสที่อุ่นบนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกไปกองรวมกันทางทิศตะวันตก จนมีระดับสูงกว่าระดับน้ำทะเลปกติ กระแสน้ำเย็นได้

มหาสมุทรซีกเบื้องล่างไหลเข้ามาแทนที่กระแสน้ำอุ่นพื้นผิวซีกตะวันออก นำพาธาตุอาหารจากกันมหาสมุทรขึ้นมาทำให้ปลาชุกชุม เป็นประโยชน์ต่อนกทะเลและการทำประมงชายฝั่งของประเทศเปรู

สถานะเอลนีโญ กระแสลมสินค้าตะวันออกอ่อนกำลัง กระแสลมพื้นผิวจึงเปลี่ยนทิศทาง พัดจากประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลียตอนเหนือไปทางทิศตะวันออก แล้วยกตัวขึ้นเหนือชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ทำให้เกิดฝนตกหนักและแผ่นดินถล่มในประเทศเปรูและเอกวาดอร์ กระแสลมพัดกระแส น้ำอุ่นบนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกไปกองรวมกันบริเวณชายฝั่งประเทศเปรู ทำให้กระแสน้ำเย็นใต้มหาสมุทรไม่สามารถลอยตัวขึ้นมา บริเวณชายฝั่งจึงขาดธาตุอาหารสำหรับปลาและนกทะเลทำให้ชาวประมงเปรูขาดรายได้ ขณะที่เอลนีโญทำให้ฝนตกหนักในตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้แต่ก็ทำให้เกิดความแห้งแล้งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และออสเตรเลียตอนเหนือ ไฟไหม้ป่าอย่างรุนแรงในประเทศอินโดนีเซียในบางปีเป็นเพราะปรากฏการณ์เอลนีโญนั่นเอง

สถานะลานีญา เป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะตรงข้ามกับเอลนีโญ คือมีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาวะปกติแต่รุนแรงกว่า กล่าวคือ กระแสลมสินค้าตะวันออก (Trade wind) ที่พัดไปทางทิศตะวันออกมีกำลังแรงทำให้ระดับน้ำทะเลบริเวณทางซีกตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกสูงกว่าสภาวะปกติ ลมค้ายกตัวเหนือประเทศอินโดนีเซียทำให้เกิดฝนตกอย่างหนัก แต่ที่บริเวณชายฝั่งประเทศเปรูน้ำเย็นใต้มหาสมุทรยกตัวขึ้นแทนที่กระแสน้ำอุ่นบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกทางซีกตะวันออก ทำให้เกิดธาตุอาหารและฝูงปลาชุกชุม

อุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมีผลต่อปรากฏการณ์นี้ เนื่องอัตราการระเหยเพิ่มขึ้น ทำให้สถานการณ์ยิ่งรุนแรงขึ้น)

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 7.1 ใบสถานการณ์ที่ 2 ประกอบด้วย หมายเลข 1 และ หมายเลข 2
- 7.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง
- 7.3 ใบความรู้ เรื่อง ปรากฏการณ์เอลนีโอ-ลานีญา
- 7.4 เว็บไซต์ เรื่อง ภาวะโลกร้อน กับ การเกิดรูโหว่ของชั้นโอโซน - Greenpeace Thailand
- 7.5 พาวเวอร์พอยต์ เรื่อง ปรากฏการณ์เอลนีโอ-ลานีญา

8. วัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ 1. ระบุเหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	ตรวจใบ กิจกรรมที่ 2	-ใบกิจกรรมที่ 2	ผ่านในระดับดี	ครู
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 1. วิเคราะห์เหตุการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้ 2. นำเสนอแนวปฏิบัติของมนุษย์ที่มีส่วนช่วยในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	ตรวจใบ กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1	-ใบกิจกรรมที่ 2	ผ่านในระดับดี	ครู
ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถ 1. กำหนดประเด็นปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2. ระบุสาเหตุและผลลัพธ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 3. ระบุองค์ประกอบย่อยของสาเหตุและผลลัพธ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 4. ระบุบทบาท/หน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบ	ตรวจใบ กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2	- แบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ	ผ่านร้อยละ 80	ครู

สิ่งที่ต้องการประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์	ผู้ประเมิน
5. สร้างแผนภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา				
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ใฝ่เรียนรู้แสวงหาคำตอบในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ 2. มีวินัย ปฏิบัติงานได้สำเร็จตรงต่อเวลา 3. มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงาน	สังเกตพฤติกรรม	การทำกิจกรรมตอบปัญหาในชั้นเรียน	ผ่านในระดับพอใช้	ครู

9. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสอน

.....

.....

.....

10.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา

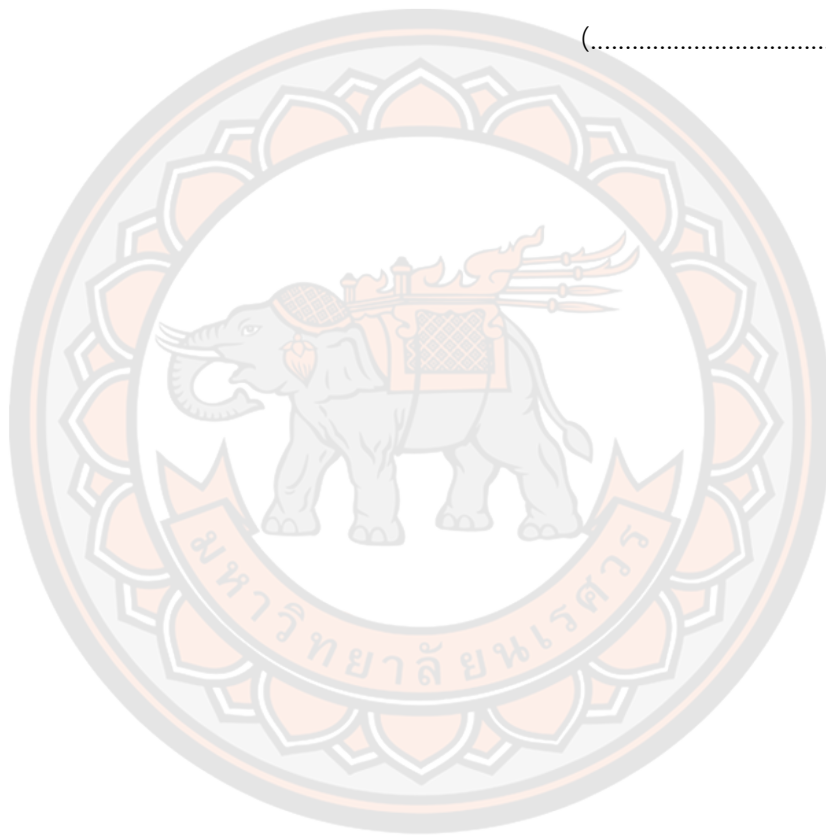
.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)
(.....)



แบบประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

นักเรียนชั้น.....โรงเรียน..... ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

กลุ่มที่	ตัวบ่งชี้การคิดอย่างเป็นระบบ					รวม (15)	แปล ผล
	ระบุ สถานการณ์ ปัญหา (3)	ระบุ สาเหตุ และ ผลลัพธ์ (3)	ระบุ สาเหตุ ย่อยและ ผลลัพธ์ ย่อย (3)	ระบุบทบาท/ หน้าที่ของแต่ละ องค์ประกอบ (3)	สร้างแผน ภาพรวม ของ สถานการณ์ ปัญหา (3)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การบอกระดับการประเมิน

ร้อยละ	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
12-15	ดีมาก	ผ่านระดับดีขึ้นไป
8-11	ดี	
4-7	พอใช้	
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง	

เกณฑ์การประเมินการคิดอย่างเป็นระบบ

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1. ระบุและพิจารณาปัญหา	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่ชัดเจน มีความสมเหตุสมผลบางส่วน	ระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้บ้าง แต่ไม่มีความสมเหตุสมผล	ไม่สามารถระบุและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ระบุสาเหตุและผลลัพธ์	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาบางส่วน	ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้บ้าง แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา	ไม่ระบุสาเหตุ และผลลัพธ์ให้มีลักษณะเป็นคำนามได้หรือไม่ชัดเจนเป็นส่วนมาก
3. ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อย	ระบุสาเหตุย่อย และผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล และจัดหมวดหมู่ได้ สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ชัดเจน	ระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล บางส่วน และจัดหมวดหมู่ได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ บางส่วน	ระบุสาเหตุย่อย และผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้บ้าง แต่ขาดความสมเหตุสมผล บางส่วน และจัดหมวดหมู่ได้บ้าง แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุและผลลัพธ์	ไม่ระบุระบุสาเหตุย่อยและผลลัพธ์ย่อยให้มีลักษณะเป็นคำนามได้อย่างถูกต้อง จัดหมวดหมู่ได้ไม่เหมาะสม

ตัวบ่งชี้	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
4. ระบุ บทบาท/ หน้าที่ของ แต่ละ องค์ประกอบ	ระบุบทบาท/หน้าที่ ของแต่ละ องค์ประกอบได้ ครบถ้วนสมบูรณ์ ชัดเจนและ เหมาะสม	ระบุบทบาท/ หน้าที่ของแต่ละ องค์ประกอบได้ ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์และ เหมาะสม บางส่วน	ระบุบทบาท/ หน้าที่ของแต่ละ องค์ประกอบได้ บ้าง แต่ขาด ความเหมาะสม	ไม่ระบุบทบาท/ หน้าที่ของแต่ละ องค์ประกอบ และขาดความ เหมาะสม
5. สร้าง แผน ภาพรวม ของ สถานการณ์ ปัญหา	โครงสร้างและ กระบวนการภายใน ลากเส้นเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของ ระบบส่วนประกอบ ของสาเหตุ ผลลัพธ์ และแนวทางแก้ไข ครบถ้วน อย่างมี ความสมเหตุสมผล ชัดเจน อ่านง่าย	โครงสร้างและ กระบวนการ ภายใน ลากเส้น เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของระบบ ส่วนประกอบ ของสาเหตุ ผลลัพธ์ และ แนวทางแก้ไข ครบถ้วน มีความ สมเหตุสมผล ไม่ ชัดเจน อ่านง่าย	โครงสร้างและ กระบวนการ ภายใน ลากเส้น เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของระบบ ส่วนประกอบ ของสาเหตุ ผลลัพธ์ และ แนวทางแก้ไข ได้บ้าง มีความไม่ สมเหตุสมผล บางส่วน ไม่ ชัดเจน	โครงสร้างและ กระบวนการ ภายในผิด ลากเส้น เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของระบบ ส่วนประกอบ ของสาเหตุ ผลลัพธ์ และ แนวทางแก้ไข ไม่สมเหตุสมผล ไม่ชัดเจน

แบบประเมินใบกิจกรรม

นักเรียนชั้น.....โรงเรียน..... ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

ลำดับ ที่	กลุ่ม	รายการประเมิน				รวม 16 คะแนน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		เนื้อหา สอดคล้อง กับหัวข้อ (4)	การสรุป ความรู้ (4)	การเขียน สื่อความ (4)	ประโยชน์ของ การนำข้อมูลไป ใช้ (4)			
1								
2								
3								
4								
5								
6								

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การบอกระดับการประเมิน

คะแนน	ระดับคุณภาพ	จำนวนคน	เกณฑ์การตัดสิน
12-16	ดีมาก		ผ่านระดับ ดี ขึ้นไป
8-11	ดี		
3-7	พอใช้		
ต่ำกว่า 3	ปรับปรุง		

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรม

รายการการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1. เนื้อหาสอดคล้องกับหัวข้อ	ผลงานสอดคล้องกับหัวข้อหรือเรื่องที่กำหนด	ผลงานสอดคล้องกับหัวข้อหรือเรื่องที่กำหนดในบางส่วน	ผลงานไม่ค่อยสอดคล้องกับหัวข้อหรือเรื่องที่กำหนด	ผลงานไม่สอดคล้องกับหัวข้อหรือเรื่องที่กำหนด
2. การสรุปความรู้	มีการสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาได้ชัดเจนครบถ้วน สมบูรณ์	มีการสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาได้ชัดเจนดี	มีการสรุปความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาได้	มีการสรุปความรู้ไม่ชัดเจน
3. การเขียนสื่อความ	เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย	เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 4-5 แห่ง ตรงประเด็น	เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น	เขียนสื่อความได้น้อย ไม่ตรงประเด็น
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้	สามารถนำข้อมูลที่ได้อไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและในชีวิตประจำวัน	สามารถนำข้อมูลที่ได้อไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้	สามารถนำข้อมูลที่ได้อไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้อไปปรับใช้ได้

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม 9 คะแนน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		มีวินัย ปฏิบัติงานได้ สำเร็จตรงต่อ เวลา (3)	ใฝ่เรียนรู้ แสวงหาคำตอบ ในการแก้ไข ปัญหาจาก สถานการณ์ที่ครู กำหนดให้ (3)	มุ่งมั่นในการ ปฏิบัติงาน ตามที่ได้รับ มอบหมายให้ สำเร็จ (3)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การบอกระดับการประเมิน

คะแนน	ระดับคุณภาพ	จำนวนคน	เกณฑ์การตัดสิน
7-9	ดี		ผ่านระดับ พอใช้ ขึ้น ไป
4-6	พอใช้		
1-3	ปรับปรุง		

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. มีวินัย ปฏิบัติงานได้ สำเร็จตรงต่อ เวลา	มีวินัยต่อตนเองและ ผู้อื่นปฏิบัติตาม ข้อตกลงได้ไม่ขาดตก บกพร่องและ ปฏิบัติงานได้สำเร็จ ตรงตามเวลาที่ กำหนด	ค่อนข้างมีวินัยต่อ ตนเองและผู้อื่นปฏิบัติ ตามข้อตกลงได้แต่ไม่ สามารถปฏิบัติงานได้ สำเร็จตรงตามเวลาที่ กำหนด	ไม่มีมีวินัยต่อตนเอง และผู้อื่นปฏิบัติตาม ข้อตกลงไม่ได้ขาดตก บกพร่องปฏิบัติงานไม่ สำเร็จตามเวลาที่ กำหนด
2. ใฝ่เรียนรู้ แสวงหาคำตอบใน การแก้ไขปัญหา จาก สถานการณ์ที่ ครูกำหนดให้	ใฝ่เรียนรู้ในการ แสวงหาคำตอบใน การแก้ไขปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำา หนดจนสามารถ สร้างชิ้นงานแก้ไข ปัญหาได้	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ น้อยในการแสวงหา คำตอบในการแก้ไข ปัญหาจากสถานการณ์ ที่กำหนด สามารถ สร้างชิ้นงานได้แต่ไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ กำหนด	มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ น้อยในการแสวงหา คำตอบในการแก้ไข ปัญหาจากสถานการณ์ ที่กำหนด ไม่สามารถ สร้างชิ้นงานได้สำเร็จ ตามเงื่อนไขที่กำหนด
3. มุ่งมั่นในการ ปฏิบัติงานตามที่ ได้รับมอบหมายให้ สำเร็จ	มุ่งมั่นตั้งใจและมี ส่วนร่วมในกิจกรรม ต่างๆ ทำงานที่ได้รับ มอบหมายสำเร็จ ครบถ้วนถูกต้อง	มุ่งมั่นตั้งใจและมีส่วน ร่วมในกิจกรรมต่างๆ ทำงานที่ได้รับ มอบหมายสำเร็จแต่มี ข้อบกพร่อง	มีความมุ่งมั่นตั้งใจและ มีส่วนร่วมในกิจกรรม ต่างๆ ทำงานที่ได้รับ มอบหมายสำเร็จน้อย และงานมีข้อบกพร่อง

สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง

หมายเลข 1 หมู่บ้านแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษที่ประสบภัยแล้งซ้ำซากติดต่อกันมา 2-3 ปี ทำให้แหล่งน้ำผลิตประปาแห้งขอด หมู่บ้านบางพื้นที่ไม่มีน้ำอุปโภค-บริโภค และทำนาข้าว หรือทำปศุสัตว์ ต่อมาเจ้าหน้าที่รัฐและชุมชน เริ่มโครงการ สร้างฝายชะลอน้ำ ในเดือนมิถุนายนลูกบ้านมีการทำพิธีเสี่ยงทายขอฝน ซึ่งทำนายได้ว่าฝนจะตกช่วงนี้ ลูกบ้านจึงทำการเกษตรตามปกติ แต่สุดท้ายฝนกลับมาซ้ำกว่าปกติและมีปริมาณน้อยกว่าเกณฑ์ จากเหตุการณ์นี้ผู้นำหมู่บ้านจึงขอความร่วมมือกับลูกบ้าน จัดเวรสูบน้ำ ใช้เศษใบไม้ ฟางข้าว และหญ้าแห้งมาคลุมหน้าดิน อย่างไรก็ตาม หมู่บ้านทำได้เพียงประคองให้มีน้ำอุปโภค-บริโภค ทำให้ผลผลิตเสียหาย สูญเสียรายได้

คำถาม จากสถานการณ์ดังกล่าว เหตุการณ์ที่หมู่บ้านนี้เผชิญอยู่คืออะไร? ภาวะโลกร้อนส่งผลต่อเหตุการณ์นี้หรือไม่ อย่างไร? วิธีรับมือถูกต้องแล้วหรือไม่ ถ้าใช่ เพราะอะไร และถ้าไม่ ควรรับมืออย่างไร? เพราะอะไร?

หมายเลข 2 อารีเป็นนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษสังเกตสภาวะอากาศต้นปีอากาศร้อนและยังมีข่าวเตือนว่าจังหวัดศรีสะเกษจะต้องรับมือเรื่องภัยแล้งว่าจะนานจนถึงกลางปี จากรายงานการแผ่รังสีปรากฏการณ์เอลนีโญ/ลานีญา ของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ยในบริเวณด้านตะวันตกและตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรเย็นลงต่อเนื่องโดยมีค่าต่ำกว่าค่าปกติประมาณ (-1.5) - (-1.0) องศาเซลเซียส ส่งผลให้ที่ผ่านมาจังหวัดศรีสะเกษและจังหวัดใกล้เคียงมีฝนตกหนักติดต่อกันหลายเดือนจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน ประสบทั้งน้ำหลากและน้ำท่วมตามถนน บ้านของอารีอยู่แถวคลอง ในคลองแถวนั้นมีขยะและสิ่งปฏิกูล และช่วงที่ฝนตกนี้น้ำจะท่วมทางเข้าหมู่บ้านของอารีเสมอ และถ้าฝนตกหนักติดต่อกันเป็นสัปดาห์น้ำจะท่วมเข้าถึงประตูบ้านอารี

คำถาม จากสถานการณ์ดังกล่าว เหตุการณ์ที่อารีนี้เผชิญอยู่คืออะไร? ภาวะโลกร้อนส่งผลต่อเหตุการณ์นี้หรือไม่ อย่างไร? หมู่บ้านของอารีควรมีแนวทางรับมือหรือแก้ปัญหาอย่างไร?

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง

กลุ่ม.....1..... เลขที่.....ชั้น.....

2..... เลขที่.....ชั้น.....

3..... เลขที่.....ชั้น.....

4..... เลขที่.....ชั้น.....

5..... เลขที่.....ชั้น.....

6..... เลขที่.....ชั้น.....

ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

- ยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เป็นผลจากเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 อ่านสถานการณ์ที่ 2 และตอบคำถามต่อไปนี้

- จากสถานการณ์หมายเลข..... ประเด็นปัญหาสำคัญคืออะไร

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุแนวทางการแก้ไข

ที่	แนวทางการแก้ไข/ลด	บทบาท/หน้าที่/ความสำคัญ/ความหมาย

5. ให้นักเรียนตอบคำถามของสถานการณ์หมายเลข.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สร้างแผนภาพจากข้อมูลตอนที่ 2 โดยระบุในลักษณะของคำนาม, วลี พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อมกำกับ (เขียนเป็นคำเชื่อม เช่น ประกอบด้วย, ทำให้เกิด, ลด, เพิ่ม, เช่น เป็นต้น) เพื่อบอกบทบาท/หน้าที่/ความสัมพันธ์ของแต่ละคำนาม (กระดาษปรีฟ/pdf)

แบบทดสอบวัดการคิดอย่างเป็นระบบ

แบบทดสอบวัดการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วย 1) สถานการณ์หมู่บ้านของทอง 2) กระดาษคำตอบ และ 3) ข้อมูลเพิ่มเติม
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-5 ลงในกระดาษคำตอบให้สมบูรณ์ (10 คะแนน)

หมู่บ้านของทอง

ทองอาศัยอยู่ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งในภาคอีสานใกล้พื้นที่ป่าซึ่งมีลักษณะเป็นป่าผลัดใบและไม่ผลัดใบผสมปนกันโดยจะผลัดใบในฤดูแล้ง ประชากรในหมู่บ้านทำไร่ ทำสวน หรือหาของป่าไปขาย และหมู่บ้านของทองได้รับผลจากความแปรปรวนของสภาพอากาศที่ดูจะรุนแรงขึ้นทุกปี ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นเพราะกิจกรรมของมนุษย์ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ทองสังเกตเห็นว่าสวนใหญ่หากจะทำสวน ทำไร่ใหม่ หรือมีหญ้า ฝางข้าวหรือวัชพืช ชาวบ้านจะใช้ยาฆ่าหญ้าหรือไม้ก็เผาที่ทำ การเกษตร เกิดควันไฟและละอองลอยขนาดเล็กปลิวตามลม ขนาดใหญ่ก็ตกลงมาเป็นขี้เถ้า ต่อมาผู้ใหญ่บ้านรับนโยบายงดเผาที่ทำสวนไร่นา ให้ใช้วิธีคราดเกี่ยวรวมกันและเติมมูลสัตว์ลงไป ชาวบ้านใช้เวลาปรับตัวยังใช้วิธีการเดิมบ้างแต่ก็ลดลงกว่าปีก่อนๆ ปีที่แล้วมีข่าวการบุกรุก ลักลอบตัดไม้ เผาพื้นที่ป่าไปบริเวณกว้าง ซึ่งทางการได้จับกุมผู้กระทำผิดไป ในปีนี้หมู่บ้านของทองประสบภัยแล้ง หนาวร้อนอากาศร้อนแห้งแล้ง ลำน้ำแห้งขอด ทองสังเกตเห็นว่าป่าไผ่หลังหมู่บ้านมี ควันขึ้นมา จากนั้นลูกหลานเข้าไปพื้นที่ป่า หมู่บ้านต้องเร่งระดมพลและขอความช่วยเหลือในการดับไฟ ภัยพิบัติครั้งนี้ทำให้สูญเสียพื้นที่ป่า สูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจ และหลายพื้นที่ใกล้เคียงยังได้รับผลกระทบจากควันไฟ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความ เรื่อง หมู่บ้านของทอง แล้วตอบคำถามข้อ 1-5 ลงใน
กระดาษคำตอบให้สมบูรณ์ และนักเรียนสามารถนำข้อมูลเพิ่มเติมที่กำหนดให้มาประกอบการตอบ
คำถามได้

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ประเด็นปัญหาคืออะไร

.....
.....

2. ให้นักเรียนระบุว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้มีอะไรบ้าง

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

3. ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลกระทบจากเหตุการณ์นี้ว่ามีอะไรบ้าง และส่งผลอย่างไรบ้างต่อการ
เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

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

4. ให้นักเรียนเสนอแนวทางการเตรียมรับมือกับไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตที่ชาวบ้านสามารถปฏิบัติได้เองและเหมาะสมที่สุด พร้อมให้เหตุผล และให้นักเรียนเสนอแนวปฏิบัติอย่างน้อย 2 ข้อ ที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

.....

.....

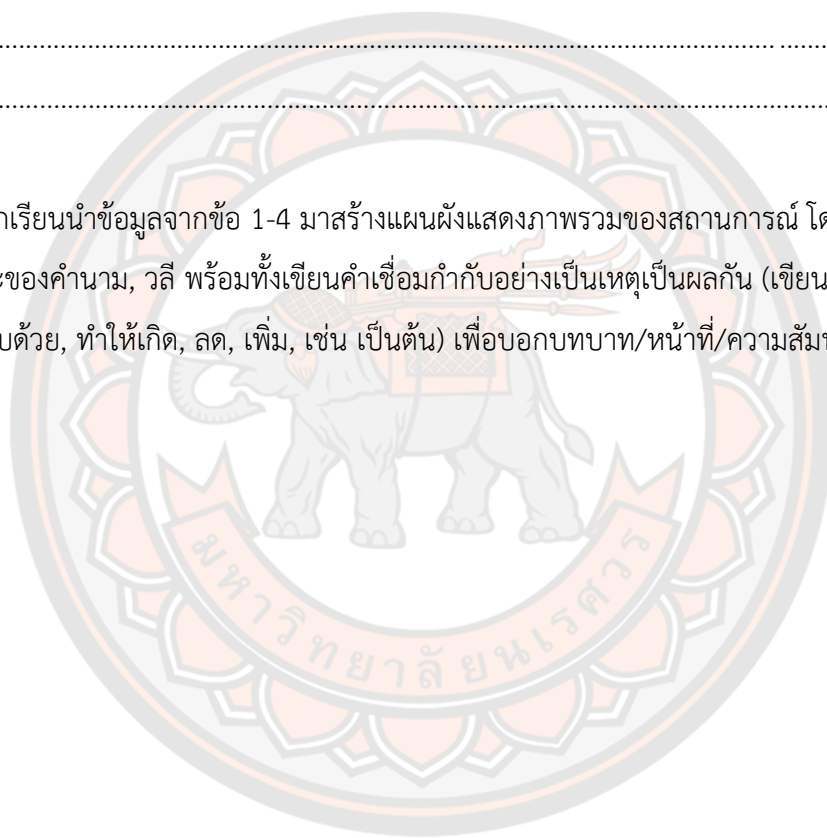
.....

.....

.....

.....

5. ให้นักเรียนนำข้อมูลจากข้อ 1-4 มาสร้างแผนผังแสดงภาพรวมของสถานการณ์ โดยระบุข้อมูลในลักษณะของคำนาม, วลี พร้อมทั้งเขียนคำเชื่อมกำกับอย่างเป็นเหตุเป็นผลกัน (เขียนเป็นคำเชื่อม เช่น ประกอบด้วย, ทำให้เกิด, ลด, เพิ่ม, เช่น เป็นต้น) เพื่อบอกบทบาท/หน้าที่/ความสัมพันธ์ของแต่ละคำนาม



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล

นางสาววรรณละออ ตั้งสุข

วัน เดือน ปี เกิด

ที่อยู่ปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2562

วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล



